

INTENSITA' DEI CONFLITTI TRA GRANDI CARNIVORI E PRATICHE ZOOTECNICHE ESTENSIVE NELL'ITALIA NORD-ORIENTALE: IMPLICAZIONI GESTIONALI E DI CONSERVAZIONE

Franchini M.¹, Ramanzin M.², Corazzin M.¹, Bovolenta S.¹, Groff C.³, Bombieri G.⁴, Pedrotti L.⁵, Zanghellini P.³, Calderola S.⁶, Della Longa G.⁶, Frangini L.¹, Vendramin A.¹, Filacorda S.¹

¹ DIPARTIMENTO DI SCIENZE AGROALIMENTARI, AMBIENTALI E ANIMALI - Università di Udine

² DIPARTIMENTO DI AGRONOMIA, ANIMALI, ALIMENTI, RISORSE NATURALI E AMBIENTE - Università di Padova

³ SERVIZIO FAUNISTICO, SETTORE GRANDI CARNIVORI - Provincia Autonoma di Trento

⁴ UFFICIO RICERCA E COLLEZIONI, MUSEO DELLE SCIENZE (MUSE) - Trento

⁵ PARCO NAZIONALE DELLO STELVIO - Trentino

⁶ DIREZIONE AGROAMBIENTE, PROGRAMMAZIONE E GESTIONE ITTICA E FAUNISTICO VENATORIA - Regione Veneto

Riassunto

Nell'Italia nord-orientale, la ricolonizzazione del territorio da parte dell'orso bruno (*Ursus arctos*) e, più recentemente, del lupo (*Canis lupus*) è causa di crescenti conflitti con le attività antropiche, legati in particolare alle predazioni ai danni del bestiame allevato al pascolo. Utilizzando i dati raccolti a livello comunale tra il 2012 e il 2020 in Friuli Venezia Giulia, Trentino e Veneto, è stata valutata la relazione tra intensità degli attacchi e abbondanza di alpeggi e bestiame. L'analisi è stata effettuata utilizzando la *Getis-Ord Gi** statistics mediante il Software ArcGIS. Nell'arco di tempo considerato, sono stati registrati 987 attacchi da lupo e 327 da orso. I risultati hanno evidenziato una maggior intensità di attacchi da lupo soprattutto sull'Altopiano della Lessinia, non del tutto spiegata dalla dinamica spazio-temporale di colonizzazione della specie. Per l'orso nessuna particolare differenza tra i comuni indagati è stata riscontrata in termini di intensità di danni, evidenziando quindi che gli attacchi erano distribuiti più omogeneamente sul territorio. Una sovrapposizione spaziale è stata inoltre trovata tra intensità di attacchi da lupo e abbondanza di alpeggi e bestiame sull'Altopiano della Lessinia. Questo suggerisce che il differente comportamento alimentare delle due specie influenza l'impatto che queste possono avere sulle categorie zootecniche.

Abstract

Hotspot of human–carnivore conflicts in the north–eastern Italian Alps: conservation and management implications – In the north-east of Italy, the return of the brown bear (*Ursus arctos*) and, more recently, the grey wolf (*Canis lupus*) has been leading to an increasing number of conflicts with human activities, mainly in the form of livestock predations. Using data referring to official claims reported at a municipal level from 2012 to 2020 in Friuli Venezia Giulia, Trentino and Veneto, the purpose of our research was to evaluate the relationship between the intensity of the attacks and both the presence of mountain farms and livestock abundance. The hotspot analysis was carried out through the *Getis-Ord Gi** statistics and using the Software ArcGIS. In the considered time interval, 987 wolf attacks and 327 bear attacks were recorded at the detriment of livestock. Our findings revealed a hotspot of wolf attacks in the 'Lessinia' highland, despite not totally explained by the spatio-temporal dynamic of colonization by the species. As for the bear, no hotspot of attacks were recorded, thus revealing that the latter were more homogeneously distributed in the area. Furthermore, a spatial overlap was observed between hotspot of wolf attacks and both mountain farms and livestock abundance in the 'Lessinia' highland. These results suggest

that the different feeding behaviour of the two predators influence the impact they may have on livestock activities.

Introduzione

La valutazione della frequenza e dell'entità delle interazioni tra grandi carnivori e attività antropiche rappresenta una delle sfide più impegnative che conservazionisti ed enti pubblici preposti alla gestione del territorio e della fauna si trovano oggi ad affrontare. Infatti, nonostante anni di attività di ricerca e fondi destinati a raggiungere questo obiettivo, i principali fattori socio-ecologici che influenzano le suddette interazioni sono ancora parzialmente sconosciuti (Dickman, 2010). Le interazioni negative tra carnivori e attività umane riguardano principalmente le predazioni ai danni del bestiame domestico, e sono dovute a fattori che rispecchiano le caratteristiche ecologiche dei predatori (es. ampi spazi familiari, comportamento alimentare) e/o agli interventi gestionali (Broekhuis *et al.*, 2017; Wilkinson *et al.*, 2020). Gli attacchi da parte dei carnivori al bestiame rappresentano un problema sia per gli obiettivi di conservazione sia per il mantenimento delle attività antropiche, in particolare in ambiente montano. Infatti, la presenza dei carnivori può costituire una minaccia per la sicurezza economica di coloro che si dedicano alle pratiche zootecniche estensive come primaria fonte di sussistenza, incoraggiando di conseguenza la caccia di rappresaglia/prevenzione (Miller, 2015; Naha *et al.*, 2018; Morehouse *et al.*, 2020). I grandi carnivori, d'altro canto, sono sicuramente le specie più difficili da preservare, proprio a ragione delle ostilità legate al reale o presunto impatto negativo sulle attività umane (Dressel *et al.*, 2015; Franchini *et al.*, 2021). Nonostante i grandi carnivori generalmente non colonizzino territori nei quali la densità umana risulta essere particolarmente elevata, hanno dimostrato comunque una buona capacità di adattamento ad aree caratterizzate da moderata densità antropica, ad ambienti frammentati (es. foreste miste ad aree agricole), e/o in prossimità di insediamenti umani (Chapron *et al.*, 2014).

Sulle Alpi italiane, le attività agro-zootecniche estensive forniscono importanti servizi ecosistemici e rappresentano un importante patrimonio tradizionale e culturale (Battaglini *et al.*, 2014; Ramanzin *et al.*, 2021). In questo contesto ambientale, i due principali grandi carnivori che possono entrare in conflitto con la zootecnia sono il lupo (*Canis lupus*) e l'orso bruno (*Ursus arctos*). Per quanto riguarda il lupo, la specie è stata eradicata lungo le Alpi nel primo ventennio del ventesimo secolo, e per anni è stata confinata a sud del fiume Po, con una piccola popolazione composta da circa 100 individui sopravvissuti sugli Appennini centrali (Fabbri *et al.*, 2007). A partire dagli anni 70', si è assistito ad una lenta ripresa, favorita da fattori ecologici e gestionali quali la protezione legale della specie (avvenuta

per la prima volta nel 1971 attraverso il Decreto Ministeriale “Natali”, e successivamente rafforzata nel 1976), e l’abbandono delle pratiche rurali (specialmente in contesti montani) che ha favorito un processo di rinaturalizzazione (Fabbri *et al.*, 2007; Boitani & Salvatori, 2017). Grazie alla connessione tra gli Appennini nord-occidentali e le Alpi liguri, il lupo è comparso nuovamente sulle Alpi intorno agli anni 90’ (Marucco *et al.*, 2018). Ad oggi la specie risulta distribuita lungo tutto l’arco alpino (Marucco *et al.*, 2022) con un numero minimo stimato di 946 individui (intervallo: 822 – 1099) (Marucco *et al.*, 2022). Per quanto concerne l’orso bruno, una sola popolazione vitale è presente sulle Alpi centrali (Provincia Autonoma di Trento) (AAVV, 2010; Tosi *et al.*, 2015). In passato, la specie era ampiamente distribuita lungo tutto l’arco alpino e pre-alpino, fino ad arrivare in Val Padana. Tuttavia, il declino è iniziato alla fine del diciottesimo secolo a causa della perdita di *habitat* idonei dovuta all’intensivizzazione delle pratiche agricole e alla caccia, che hanno portato alla sua completa estinzione nelle Alpi orientali (AAVV, 2010; Tosi *et al.*, 2015). Successivamente, tra la prima metà del diciannovesimo secolo e il 1930, la popolazione di orso bruno si è drasticamente ridotta anche nelle Alpi centro-occidentali. Permaneva tuttavia un piccolo nucleo di individui sulle montagne del Brenta, il quale era sull’orlo dell’estinzione alla fine degli anni 90’ (AAVV, 2010; Tosi *et al.*, 2015). Nel tentativo di ripristinare la popolazione di orso bruno presente sulle Alpi, tra il 1999 e il 2004 venne realizzato il progetto “LIFE *Ursus*” cofinanziato dall’Unione Europea, e frutto della collaborazione tra Provincia Autonoma di Trento e Istituto Nazionale per la Fauna Selvatica. L’obiettivo del progetto era quello di ristabilire una popolazione vitale di almeno 40–60 orsi nel medio/lungo periodo. Per raggiungere questo traguardo, dieci individui (sette femmine e tre maschi) sono stati traslocati dalla popolazione slovena all’interno del Parco Naturale dell’Adamello Brenta (AAVV, 2010; Tosi *et al.*, 2015). Ad oggi, grazie agli sforzi di conservazione, la specie conta più di 100 esemplari, prevalentemente distribuiti nella Provincia Autonoma di Trento (Groff *et al.*, 2021). Un altro piccolo nucleo è presente in Friuli Venezia Giulia, il quale è composto da soli maschi in dispersione provenienti dalle Alpi centrali e/o dalla popolazione Dinarico–Balcanica. Generalmente, in Friuli Venezia Giulia, da uno a sette individui vengono geneticamente identificati ogni anno (Franchini *et al.*, 2022).

Il ritorno di questi predatori ha portato ad un aumento del numero di interazioni negative con le attività zootecniche (es. Dondina *et al.*, 2015; Tosi *et al.*, 2015). Di conseguenza, per meglio tamponare gli effetti dei danni (talvolta significativi), gli enti pubblici preposti alla gestione del territorio e della fauna hanno proposto e adottato differenti strategie che vanno dall’implementazione di misure di prevenzione non letali (Mattiello *et al.*, 2012; Berzi *et al.*, 2021) fino al risarcimento danni (Boitani *et al.*, 2010;

Berzi *et al.*, 2021; Galluzzi *et al.*, 2021). Questa politica sta contribuendo a ridurre sia le predazioni sul bestiame sia le perdite economiche subite dagli allevatori. Tuttavia, poiché l'impatto dei carnivori sulla zootecnia dipende da diversi fattori quali le condizioni ambientali (Broekhuis *et al.*, 2017; Wilkinson *et al.*, 2020), l'abbondanza del bestiame e delle prede selvatiche (Khorozyan *et al.*, 2015), e l'efficacia delle misure di prevenzione/mitigazione (Berzi *et al.*, 2021), risulta fondamentale comprendere quali siano le variabili maggiormente coinvolte nell'inasprimento di tali interazioni. Il fine ultimo sarà quello di programmare efficaci strategie di gestione nelle aree in cui le predazioni risultano più frequenti (Ankit *et al.*, 2021).

Negli ultimi anni, sono stati proposti ed utilizzati metodi statistici quali le analisi 'hotspot' oppure i modelli di rischio, al fine di identificare l'intensità dei conflitti e/o il rischio di insorgenza degli stessi nelle diverse aree (es. Broekhuis *et al.*, 2017; Ratnayake *et al.*, 2018; Hipólito *et al.*, 2020; Ankit *et al.*, 2021). Infatti, per favorire la conservazione e la gestione efficace di specie potenzialmente conflittuali quali sono i grandi carnivori e la tutela delle pratiche zootecniche estensive, risulta essenziale individuare le aree dove gli interventi di prevenzione/mitigazione risultano prioritari (Miller, 2015; Broekhuis *et al.*, 2017; Hipólito *et al.*, 2020; Ankit *et al.*, 2021).

L'obiettivo della presente ricerca era quello di identificare aree nelle quali le interazioni negative tra grandi carnivori (orso bruno, lupo) e attività zootecniche risultavano più intense (aree 'hotspot' di conflittualità). In particolare, ci si è posti l'obiettivo di verificare se esistesse, a livello comunale, una sovrapposizione spaziale tra eventuali aree ad alta incidenza di attacchi da parte di orso bruno e lupo, e aree ad elevata abbondanza di alpeggi e bestiame. È stata formulata un'ipotesi definita 'ipotesi specie-specifica di comportamento alimentare', la quale suggerisce che i lupi sono potenzialmente più problematici degli orsi in termini di attacchi ai danni del bestiame a causa del differente comportamento alimentare. Infatti, è noto come i lupi abbiano una dieta più carnivora (più del 70% è composta da alimenti di origine animale) (Zlatanova *et al.*, 2014), mentre gli orsi mostrino una dieta onnivora che varia in base alla latitudine e/o alla disponibilità stagionale (Bojarska & Selva, 2012).

Materiale e metodi

Area di studio e raccolta dei dati

L'area di studio include la Provincia Autonoma di Trento e le regioni Veneto e Friuli Venezia Giulia.

Per descrivere l'impatto dell'orso bruno e del lupo sulla zootecnia, sono stati analizzati i dati raccolti da ricercatori universitari, tecnici faunisti,

veterinari e membri del Corpo Forestale, e riferiti agli eventi di predazione registrati dal 2012 al 2020. Il predatore responsabile è stato identificato in seguito ad ispezione *in-situ* condotta da personale formato.

Analisi 'hotspot'

L'analisi 'hotspot' è un metodo di analisi il cui obiettivo è quello di identificare aggregazioni di fenomeni spaziali (riportati in forma di punti o poligoni) su mappa e che fanno riferimento all'ubicazione di eventi o oggetti (ESRI, 2022a). Questo metodo è già stato utilizzato per identificare aree di conflittualità tra carnivori e attività umane in Asia (Ankit *et al.*, 2021) e Europa (Hipólito *et al.*, 2020), e si avvale della statistica *Getis-Ord Gi**, la quale aggrega dati puntiformi o poligoni in 'elementi pesati' al fine di identificare aggregazioni spaziali statisticamente significative di alta ('hotspot') o bassa ('coldspot') intensità di conflitti, rispetto ad un valore medio di riferimento (Ankit *et al.*, 2021; ESRI, 2022a). La statistica *Getis-Ord Gi** genera due parametri: *p-value* (probabilità statistica) e *z-score* (deviazione standard), i quali mettono in evidenza la significatività del fenomeno oggetto di analisi. Aggregazioni di punti o poligoni che presentano valori *z-score* maggiori di 1,96 indicano la presenza di aree 'hotspot' statisticamente significative (*p-value* < 0.05). Al contrario, aggregazioni di punti o poligoni che presentano valori *z-score* inferiori a 1,96 indicano la presenza di aree 'coldspot' statisticamente significative (*p-value* < 0.05). Aggregazioni di punti o poligoni che presentano valori di *z-score* compresi tra 1,96 e -1,96, indicano invece la presenza di aree dove l'intensità degli attacchi non è significativamente differente rispetto al valore medio di riferimento (*p-value* > 0.05) (Ankit *et al.*, 2021; ESRI, 2022a).

L'analisi prevede una verifica preliminare volta a mettere in evidenza (i) la presenza di autocorrelazione spaziale dei dati, e (ii) l'autocorrelazione spaziale incrementale fra gli stessi. Verificare l'autocorrelazione spaziale dei dati permette di determinare la presenza di aggregazioni spaziali, oppure la distribuzione casuale dei dati stessi. Aggregazioni spaziali di dati indicano la presenza di autocorrelazione e, quindi, di aree 'hot' o 'cold' spot rispetto al valore medio di riferimento (ESRI, 2022b). Al contrario, la distribuzione casuale dei dati indica l'assenza di aree 'hot' o 'cold' spot. La presenza di un unico elemento (punto o poligono) che presenta alti o bassi valori di *z-score* non indica la presenza di un'area 'hot' o 'cold' spot. Infatti, per poter parlare di aggregazioni spaziali statisticamente significative, è necessario avere aggregazioni spaziali di più elementi che presentano i medesimi (o molto simili) valori di *z-score* (ESRI, 2022a, b). Verificare l'autocorrelazione spaziale incrementale tra dati consente di identificare la distanza in base alla quale i processi spaziali che portano alla formazione di aggregazioni di elementi risulta più pronunciata (ESRI, 2022c, d). L'autocorrelazione spaziale tra dati è stata verificata mediante la funzione *Spatial Autocorrelation (Morans I)* implementata nel toolbox *spatial statistics*, mentre l'autocorrelazione spaziale incrementale tra gli stessi è stata

verificata mediante la funzione *Incremental Spatial Autocorrelation* implementata nel medesimo toolbox.

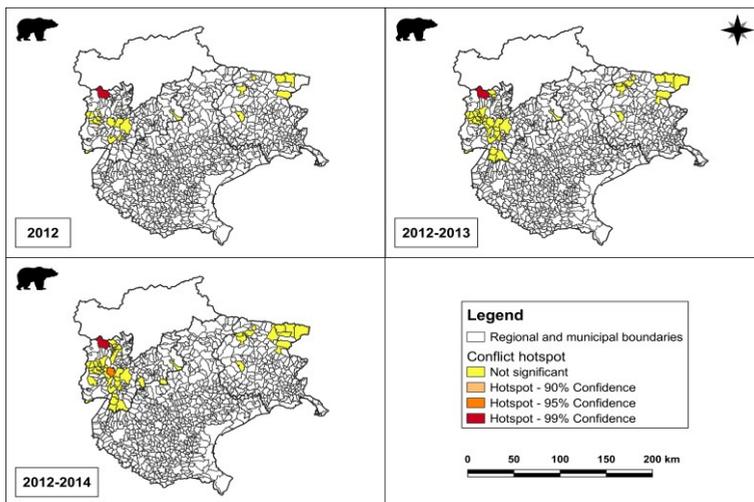
L'analisi 'hotspot' è stata condotta utilizzando i poligoni come elementi spaziali di riferimento facenti riferimento ai confini comunali. Per verificare l'esistenza di aggregazioni comunali che si riferiscono ad aree ad alta o bassa conflittualità, l'analisi è stata realizzata a partire dal numero di attacchi riportati in ogni comune anno per anno. Successivamente, abbiamo considerato un intervallo temporale cumulativo degli attacchi a partire dal 2012 fino al 2020 (2012 vs 2012 + 2013 vs 2012 + 2013 + 2014, ecc.) e dividendo in base al predatore. Questo ci ha permesso di osservare l'eventuale cambiamento dell'intensità degli eventi predatori nel corso degli anni, tenendo in considerazione anche da quanto tempo i predatori sono presenti nell'area. Per quanto riguarda gli alpeggi, abbiamo considerato le coordinate geografiche relative all'ubicazione di ogni alpeggio e abbiamo implementato l'analisi 'hotspot' considerando il numero di alpeggi che ricadono all'interno di ogni comune. Lo stesso procedimento è stato utilizzato per quanto concerne l'abbondanza del bestiame (bovini, ovini, caprini) a livello comunale, sfruttando le informazioni fornite dalla Banca Dati Nazionale (BDN) dell'anagrafe zootecnica (<https://www.vetinfo.it/>).

L'analisi 'hotspot' è stata realizzata utilizzando il Software ArcGIS (v. 10.5) (ESRI).

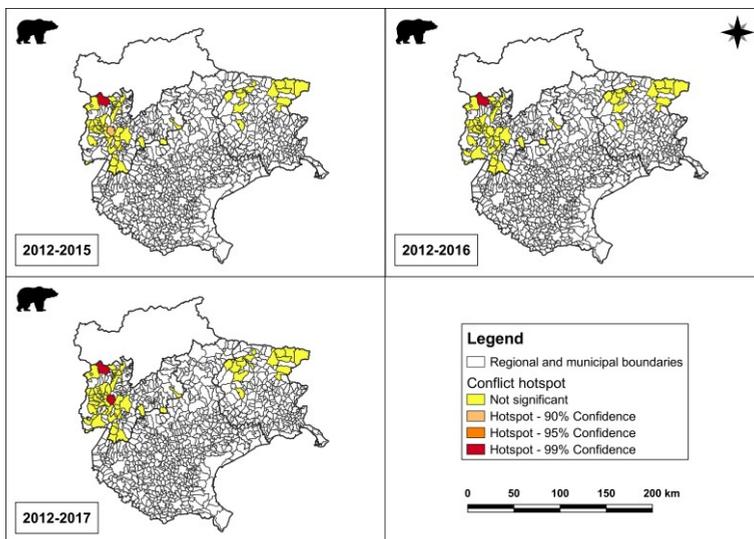
Risultati e discussione

Dal 2012 al 2020, sono stati registrati 327 attacchi da orso bruno ai danni del bestiame: n = 276 (84.40%) nella Provincia Autonoma di Trento, e n = 51 (15.60%) in Friuli Venezia Giulia. Nel medesimo periodo, 987 attacchi da lupo sono stati registrati: n = 727 (73.66%) in Veneto, n = 224 (22.69%) nella Provincia Autonoma di Trento, e n = 36 (3.65%) in Friuli Venezia Giulia.

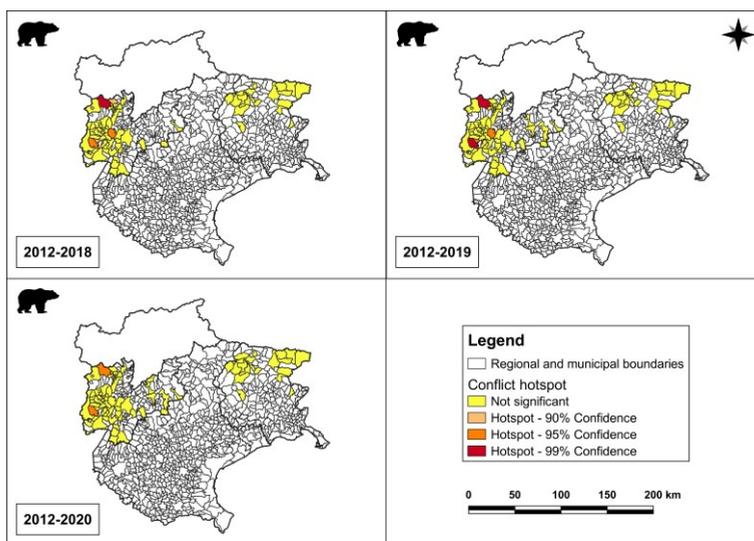
Per quanto riguarda l'orso bruno, nessuna area 'hotspot' di conflittualità è stata osservata negli intervalli di tempo considerati, ovvero 2012–2014 (Figura 1a), 2012–2017 (Figura 1b), e 2012–2020 (Figura 1c). Infatti, dall'analisi di autocorrelazione spaziale dei dati è risultato che questi ultimi erano distribuiti in modo casuale.



(a)



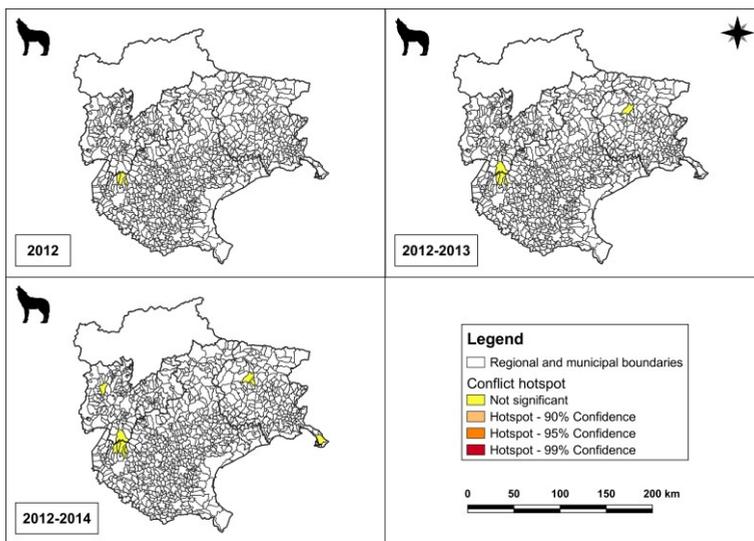
(b)



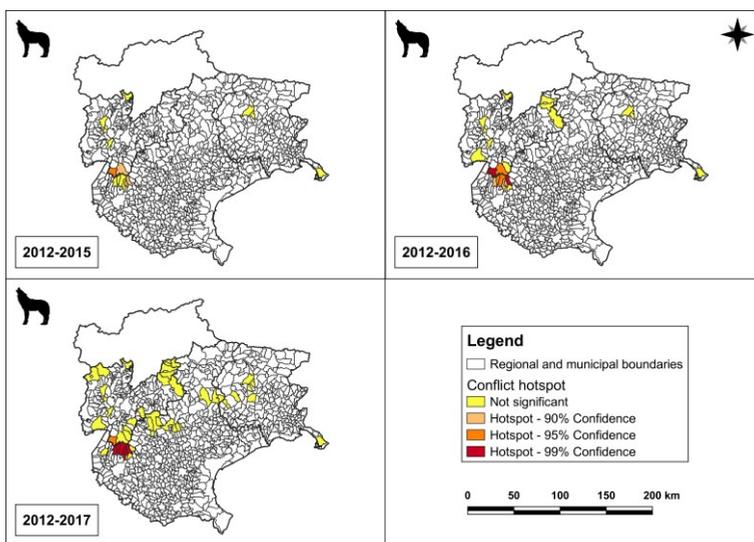
(c)

Figura 1 - Mappa di conflittualità tra orso bruno e zootecnia nelle tre aree campione all'interno dell'arco temporale **(a)** 2012–2014, **(b)** 2012–2017, e **(c)** 2012–2020. I poligoni rappresentano i confini comunali. Il colore degli stessi varia in base all'intensità (significativa o meno) dei conflitti: bianco = comuni nei quali non si sono registrati attacchi; giallo = aree 'hotspot' non significative; arancione chiaro = aree 'hotspot' significative al 90% dell'intervallo di confidenza; arancione scuro = aree 'hotspot' significative al 95% dell'intervallo di confidenza; rosso = aree 'hotspot' significative al 99% dell'intervallo di confidenza.

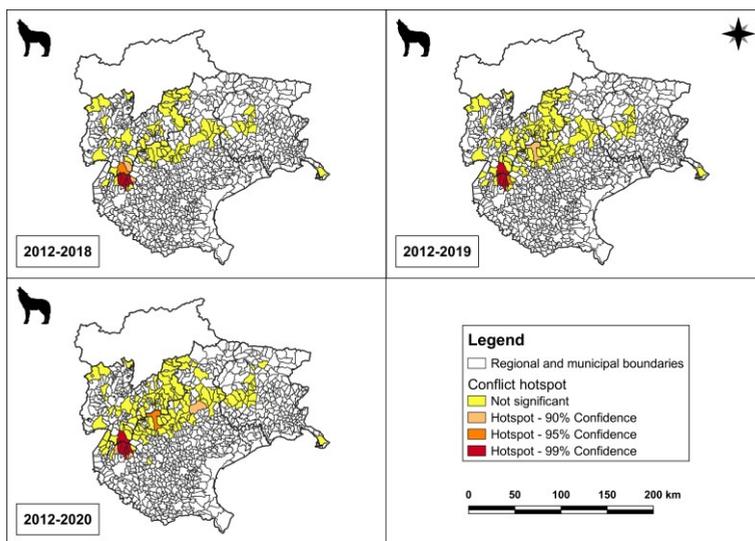
Per quanto concerne il lupo, l'analisi di autocorrelazione spaziale dei dati ha evidenziato che questi risultano correlati, in particolare all'interno degli ultimi intervalli temporali. Infatti, nessuna area 'hotspot' di conflittualità è stata osservata nell'intervallo temporale 2012–2014 (Figura 2a). Al contrario, un'area 'hotspot' di conflittualità è stata osservata sull'Altopiano della Lessinia all'interno dell'intervallo temporale 2012–2016 (Figura 2b), la quale è stata osservata anche nei successivi intervalli temporali, ovvero 2012–2017, 2012–2018, 2012–2019, e 2012–2020 (Figura 2b, c).



(a)



(b)



(c)

Figura 2 - Mappa di conflittualità tra lupo e zootecnia nelle tre aree campione all'interno dell'arco temporale **(a)** 2012–2014, **(b)** 2012–2017, e **(c)** 2012–2020. I poligoni rappresentano i confini comunali. Il colore degli stessi varia in base all'intensità (significativa o meno) dei conflitti: bianco = comuni nei quali non si sono registrati attacchi; giallo = aree 'hotspot' non significative; arancione chiaro = aree 'hotspot' significative al 90% dell'intervallo di confidenza; arancione scuro = aree 'hotspot' significative al 95% dell'intervallo di confidenza; rosso = aree 'hotspot' significative al 99% dell'intervallo di confidenza.

Per quanto riguarda l'abbondanza degli alpeggi a livello comunale, l'analisi di autocorrelazione spaziale dei dati ha messo in evidenza una correlazione degli stessi. In particolare, due aree 'hotspot' di abbondanza degli alpeggi sono state osservate rispettivamente sull'Altopiano di Asiago e su quello della Lessinia (Figura 3), evidenziando quindi una sovrapposizione spaziale con l'area 'hotspot' di attacchi da lupo sempre osservata sull'Altopiano della Lessinia (Figura 2b, c).

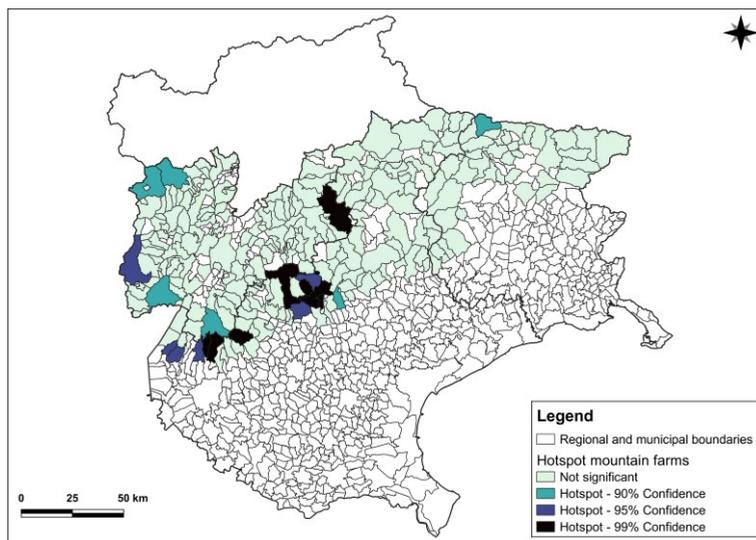


Figura 3 - Mappa di abbondanza degli alpeggi all'interno di ogni comune facente parte delle tre aree campione. I poligoni rappresentano i confini comunali. Il colore degli stessi varia in base all'abbondanza (significativa o meno) degli alpeggi: bianco = comuni nei quali non vi sono alpeggi; verde acqua (chiaro) = aree 'hotspot' non significative; verde acqua (scuro) = aree 'hotspot' significative al 90% dell'intervallo di confidenza; viola = aree 'hotspot' significative al 95% dell'intervallo di confidenza; nero = aree 'hotspot' significative al 99% dell'intervallo di confidenza.

Per quanto riguarda l'abbondanza del bestiame a livello comunale, l'analisi è stata realizzata considerando solamente i comuni nei quali si sono registrati gli attacchi da lupo (intervallo temporale 2012-2020). La scelta è principalmente motivata dal fatto che: (i) nessuna area 'hotspot' di conflittualità è stata osservata per l'orso bruno, e (ii) si è voluto evitare il rischio di invalidare i risultati includendo comuni presenti in zone di pianura dove sono presenti esclusivamente sistemi di allevamento intensivo. L'analisi di autocorrelazione spaziale dei dati ha messo in evidenza una correlazione spaziale degli stessi. In particolare, due aree 'hotspot' di abbondanza del bestiame sono state osservate rispettivamente nella provincia di Pordenone e sull'Altopiano della Lessinia (Figura 4), evidenziando quindi una sovrapposizione spaziale con l'area 'hotspot' di attacchi da lupo sempre osservata sull'Altopiano della Lessinia (Figura 2b, c).

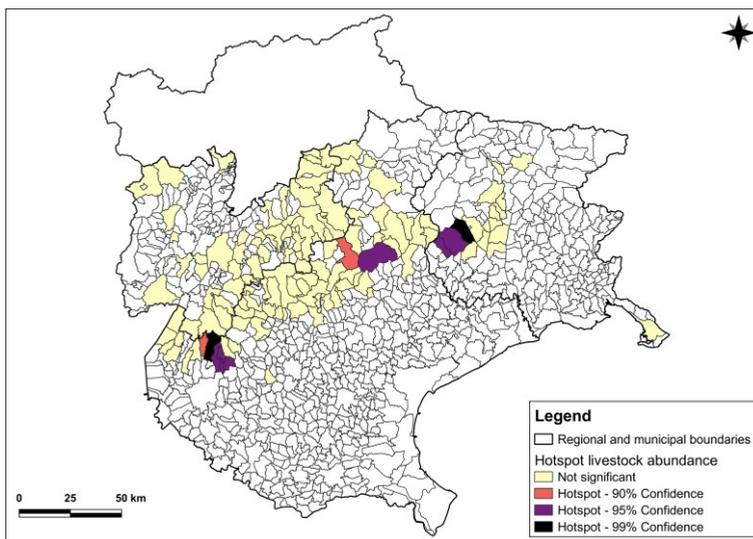


Figura 4 - Mappa di abbondanza del bestiame (bovino, ovino, caprino) all'interno di ogni comune facente parte delle tre aree campione. I poligoni rappresentano i confini comunali. Il colore degli stessi varia in base all'abbondanza (significativa o meno) del bestiame: bianco = comuni non inclusi nell'analisi; giallo ocra = aree 'hotspot' non significative; arancione = aree 'hotspot' significative al 90% dell'intervallo di confidenza; viola = aree 'hotspot' significative al 95% dell'intervallo di confidenza; nero = aree 'hotspot' significative al 99% dell'intervallo di confidenza.

I risultati ottenuti dall'analisi hanno messo in evidenza una singola area 'hotspot' di conflittualità fra lupo e attività zootecniche sull'Altopiano della Lessinia, mentre nessuna area 'hot' o 'cold' spot di conflittualità è stata osservata per quanto riguarda gli attacchi da orso. Per quanto riguarda il lupo, una sovrapposizione spaziale è stata osservata tra l'area 'hotspot' di attacchi, e aree 'hotspot' di abbondanza di alpeggi e/o bestiame sull'Altopiano della Lessinia. I risultati confermano che il differente comportamento alimentare tra questi due predatori (es. Bojarska & Selva, 2012; Zlatanova *et al.*, 2014) rende il lupo potenzialmente più problematico dell'orso in termini di attacchi al bestiame, in particolare nel momento in cui uno o più branchi si stanziavano all'interno di un'area e potenzialmente tendono ad attaccare il bestiame con maggior frequenza. Nonostante queste considerazioni, la presenza di aree 'hotspot' di conflittualità oppure di comuni singoli caratterizzati da un elevato numero di attacchi, suggerisce che le modalità di gestione del bestiame e/o le condizioni ambientali in queste aree possono aumentare il rischio di interazioni negative tra predatori e attività zootecniche. Per esempio, sull'Altopiano della Lessinia, l'attività di pascolamento viene, in generale, organizzata al fine di

minimizzare i costi e lo sforzo di lavoro. Di conseguenza, in particolare nell'ultima decade, il bestiame veniva soventemente lasciato incustodito durante il giorno e la notte, con conseguente aumento del rischio di attacchi da parte del lupo (Faccioni *et al.*, 2015).

Limiti del lavoro

Nonostante l'analisi 'hotspot' abbia consentito un'efficace rappresentazione cartografica dell'intensità dei conflitti tra orso bruno/lupo e pratiche zootecniche, vanno considerati alcuni limiti. In particolare, (i) i danni causati dai grandi carnivori vengono influenzati da una serie di variabili ambientali (es. Davie *et al.*, 2014; Zarzo-Arias *et al.*, 2021) non incluse nell'analisi causa della scala considerata (livello comunale), e dai differenti modelli che sarebbe necessario utilizzare nell'ottica di un ulteriore approfondimento (es. Khosravi *et al.*, 2022). In effetti, il nostro obiettivo era quello di fornire un quadro generale del problema attraverso l'ausilio di metodi di analisi spaziale che non prevedevano l'inclusione di covariate e/o fattori, (ii) poiché i fattori che inducono un aumento del numero degli attacchi possono essere specie-specifici (Milanesi *et al.*, 2019), sviluppare un'analisi 'hotspot' separata in base alla specie zootecnica considerata (bovini, ovini, caprini), avrebbe aiutato a formulare le più adeguate strategie di prevenzione/mitigazione specie-specifiche. Purtroppo, le informazioni in riferimento all'abbondanza di ovini e caprini a livello comunale fornite dalla BDN dell'anagrafe zootecnica (<https://www.vetinfo.it/>) sono disponibili solo a partire dal 2017.

Implicazioni gestionali e di conservazione

Si ritiene che lo studio possa fornire utili informazioni al fine di rendere prioritarie adeguate strategie di gestione e conservazione, in particolare in aree ad alta intensità di conflitti. Poiché le pratiche zootecniche estensive contribuiscono sensibilmente allo sviluppo dell'economia rurale su tutto l'arco alpino, ridurre i danni attraverso l'implementazione di efficaci strategie di prevenzione/mitigazione aiuterebbe a preservare in modo significativo l'economia locale e la biodiversità.

Compensazioni per i danni causati dai grandi carnivori, così come investimenti per la realizzazione di misure di prevenzione, vengono già implementate/i da tempo all'interno delle tre aree campione al fine di ridurre l'impatto che i carnivori stessi possono avere sulle categorie zootecniche. Nella Provincia Autonoma di Trento, l'erogazione di fondi per l'indennizzo e la prevenzione dei danni causati da grandi carnivori e altra fauna avviene secondo l'Articolo 33 bis della Legge Provinciale n. 24 del 09/12/1991. Per

quanto concerne il Friuli Venezia Giulia, la regione eroga fondi per l'indennizzo e la prevenzione dei danni causati dalla fauna selvatica ai veicoli, alle attività agricole e alle attività zootecniche in base agli Articoli 10 e 39 della Legge Regionale n. 6 del 06/03/2008. Per quanto riguarda la regione Veneto, l'erogazione di fondi per l'indennizzo e la prevenzione dei danni causati da grandi carnivori e altra fauna avviene in riferimento al fondo regionale per la prevenzione ed il risarcimento dei danni arrecati dalla fauna selvatica secondo l'Articolo 28 della Legge Regionale n. 50 del 1993, e al fondo per i danni causati alle produzioni agricole e zootecniche dalla fauna selvatica nei territori preclusi all'esercizio dell'attività venatoria secondo l'Articolo 3 Comma 1 della Legge Regionale 6 del 2013 (Franchini *et al.*, 2020). Tuttavia, si ritiene che un numero significativo di richieste danni non venga effettuato dagli allevatori a causa delle difficoltà burocratiche, della sottovalutazione dei danni indiretti, e del lungo tempo necessario per ottenere il risarcimento. In base a queste considerazioni, risulta prioritario trovare soluzioni mirate a fornire un appropriato supporto agli allevatori, in modo da favorire forme di coesistenza tra predatori e attività zootecniche a livello dell'arco alpino.

Sulla base delle indicazioni emerse in questo lavoro e alle informazioni riportate in bibliografia, è possibile fare alcune considerazioni generali: (i) è necessario effettuare una raccolta dati utile non solo ai fini amministrativi ma anche alla produzione di lavori scientifici mirati all'identificazione delle misure gestionali e conservative più opportune, (ii) semplificare le procedure burocratiche necessarie relative alle richieste di risarcimento danni, anche tenendo in considerazione la valutazione (seppur potenzialmente approssimativa) di eventuali danni indiretti, (iii) fornire adeguato supporto tecnico agli allevatori, specialmente durante le fasi di scelta e realizzazione delle misure di prevenzione (es. recinzioni, cani da guardiania, dissuasori acustici/visivi, ecc.), (iv) gestire adeguatamente gli scarti di macellazione e/o alimenti di origine umana per ridurre il rischio che i predatori si avvicinino alle aziende, (v) utilizzare armi non letali (proiettili di gomma) al fine di scoraggiare i carnivori ad avvicinarsi agli alpeggi, e (vi) in base all'articolo 16.1 della Direttiva 'Habitat' 92/43/CEE, ove non vi fosse altra alternativa a causa della mancata efficacia di qualsiasi forma di prevenzione/mitigazione non letale nel contenimento dei danni e qualora lo stato favorevole di conservazione della specie non sia minacciato, richiedere l'abbattimento in deroga di individui particolarmente problematici e/o confidenti.

Ringraziamenti

Gli autori ringraziano sentitamente tutti coloro che hanno fornito i dati e le informazioni che hanno reso possibile la realizzazione di questo lavoro. In particolare, si ringrazia il dott. Umberto Fattori, la dott.ssa Giuliana Nadalin, il dott. Luca Cristofoli, il dott. Dario Colombi, il dott. Alessio Carlino e il dott. Enrico Ferraro.

Bibliografia

- AAVV, 2010. *Piano d'Azione interregionale per la Conservazione dell'Orso Bruno sulle Alpi Centro-Orientali (PACOBACE)*. Quaderni di Conservazione della Natura, 32, Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare – Istituto Superiore per la Protezione e Ricerca Ambientale (ISPRA).
https://www.isprambiente.gov.it/files/pubblicazioni/quaderni/conservazione-natura/files/Qua_CN_32_10_PACOBACE.pdf
- Ankit K., Ghanekar R., Morey B., Mondal I., Khandekar V., Jayramegowda R., Mondol S., Nigam P., Habib B., 2021. Inhabiting terra incognita: Two-decadal patterns of negative human-leopard interactions in human-dominating landscape of Maharashtra, India. *Global Ecology and Conservation*, 29: e01740.
- Banca Dati Nazionale (BDN) dell'Anagrafe Zootecnica istituita dal Ministero della Salute presso il CSN dell'Istituto "G. Caporale" di Teramo. <https://www.vetinfo.it/> (ultimo accesso 30/11/2022).
- Battaglini L., Bovolenta S., Gusmeroli F., Salvador S., Sturaro E., 2014. Environmental sustainability of alpine livestock farms. *Italian Journal of Animal Science*, 13(3155): 431-443.
- Berzi D., Cerri J., Musto C., Zanni M.L., 2021. Use of European funds and ex post evaluation of prevention measures against wolf attacks (*Canis lupus italicus*) in the Emilia-Romagna Region (Italy). *Animals*, 11: 1536.
- Bojarska K., Selva N., 2012. Spatial patterns in brown bear *Ursus arctos* diet: the role of geographical and environmental factors. *Mammal Review*, 42(2): 120-143.
- Boitani L., Salvatori V., 2017. *Piano di conservazione e gestione del lupo in Italia*. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare - Istituto Superiore per la Protezione e Ricerca Ambientale (ISPRA) - Unione Zoologica Italiana.
- Boitani L., Ciucci P., Raganella-Pelliccioni E., 2010. Ex-post compensation payments for wolf predation on livestock in Italy: a tool for conservation? *Wildlife Research*, 37(8): 722-730.
- Broekhuis F., Cushman S.A., Elliot N.B., 2017. Identification of human–carnivore conflict hotspots to prioritize mitigation efforts. *Ecology and Evolution*, 7: 10630-10639.
- Chapron G., Kaczensky P., Linnell J.D.C., *et al.*, 2014. Recovery of large carnivores in Europe's modern human-dominated landscapes. *Science*, 346: 1517-1519.
- Davie H.S., Murdoch J.D., Lhagvasuren A., Reading R.P., 2014. Measuring and mapping the influence of landscape factors on livestock predation by wolves in Mongolia. *Journal of Arid Environments*, 103: 85-91.
- Dickman A.J., 2010. Complexities of conflict: the importance of considering social factors for effectively resolving human–wildlife conflicts. *Animal Conservation*, 13: 458-466.
- Dondina O., Meriggi A., Dagradi V., Perversi M., Milanese P., 2015. Wolf predation on livestock in an area of northern Italy and prediction of damage risk. *Ethology Ecology & Evolution*, 27(2): 200-219.
- Dressel S., Sandström C., Ericsson G., 2015. A meta-analysis of studies on attitudes toward bears and wolves across Europe 1976–2012. *Conservation Biology*, 29: 565-574.
- ESRI (2022a) How Hot Spot Analysis (Getis-Ord Gi*) works.
<https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/tools/spatial-statistics-toolbox/h-how-hot-spot-analysis-getis-ord-gi-spatial-stati.htm> (ultimo accesso 06/05/2022).
- ESRI (2022b) Spatial Autocorrelation (Global Moran's I).
<https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/latest/tools/spatial-statistics-toolbox/spatial-autocorrelation.htm> (ultimo accesso 13/05/2022).
- ESRI (2022c) Incremental Spatial Autocorrelation.

- <https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/tools/spatial-statistics-toolbox/incremental-spatial-autocorrelation.htm> (ultimo accesso 13/05/2022).
- ESRI (2022d) Modelling spatial relationships. <https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/tools/spatial-statistics-toolbox/modeling-spatial-relationships.htm#GUID-F063A8F5-9459-42F9-BF41-4E66FBCC415> (ultimo accesso 06/05/2022).
- Fabbri E., Miquel C., Lucchini V., Santini A., Caniglia R., Duchamp C., Weber J-M., Lequette B., Marucco F., Boitani L., Fumagalli L., Taberlet P., Randi E., 2007. From the Apennines to the Alps: colonization genetics of the naturally expanding Italian wolf (*Canis lupus*) population. *Molecular Ecology*, 16: 1661-1671.
- Faccioni G., Sturaro E., Calderola S., Ramanzin M., 2015. Wolf (*Canis lupus*) predation on dairy cattle in eastern Italian Alps. *Poljoprivreda*, 21(1): 138-141.
- Franchini M., Corazzin M., Bovolenta S., Frangini L., Vendramin A., Filacorda S., 2022. Assessing the impact of bears, wolves and jackals on extensive livestock practices in north-eastern Italy. XII Congresso Italiano di Teriologia (ATit).
- Franchini M., Corazzin M., Bovolenta S., Filacorda S., 2021. The return of large carnivores and extensive farming systems: a review of stakeholders' perception at an EU Level. *Animals*, 11: 1735.
- Franchini M., Frangini L., Fanin Y., Vendramin A., Stravisi A., Filacorda S., 2020. *Interazione tra grandi carnivori e sistemi zootecnici alpini: stato dell'arte e implicazioni future*. In: S. Bovolenta (a cura di) I servizi ecosistemici: opportunità di crescita per l'allevamento in montagna? Quaderni SoZooAlp (SoZooAlp, Trento), 10: 205-221.
- Galluzzi A., Donfrancesco V., Mastrantonio G., Sulli C., Ciucci P., 2021. Cost of coexisting with a relict large carnivore population: impact of Apennine brown bears, 2005–2015. *Animals*, 11: 1453.
- Groff C., Angeli F., Bragalanti N., Pedrotti L., Zanghellini P., Zeni M., 2021. *Rapporto Grandi carnivori 2020 del Servizio Faunistico della Provincia Autonoma di Trento*. <https://grandicarnivori.provincia.tn.it/Rapporto-Orso-e-grandi-carnivori>
- Hipólito D., Reljić S., Rosalino L., Wilson S., Fonseca C., Huber Đ., 2020. Brown bear damage: Patterns and hotspots in Croatia. *Oryx*, 54(4): 511-519.
- Khorozyan I., Ghoddousi A., Soofi M., Waltert M., 2015. Big cats kill more livestock when wild prey reaches a minimum threshold. *Biological Conservation*, 192: 268-275.
- Khosravi R., Wan H.Y., Sadeghi M.–R., Cushman S.A., 2022. Identifying human–brown bear conflict hotspots for prioritizing critical habitat and corridor conservation in southwestern Iran. *Animal Conservation*.
- Marucco F., Avanzinelli E., Boiani M.V., Menzano A., Perrone S., Dupont P., Bischof R., Milleret C., von Hardenberg A., Pilgrim K., Friard O., Bisi F., Bombieri G., Calderola S., Carolfi S., Chioso C., Fattori U., Ferrari P., Pedrotti L., Righetti D., Tomasella M., Truc F., Aragno P., La Morgia V., Genovesi P., 2022. *La popolazione di lupo nelle regioni alpine Italiane 2020–2021*. Relazione tecnica dell'Attività di monitoraggio nazionale nell'ambito del Piano di Azione del lupo ai sensi della Convenzione ISPRAMITE e nell'ambito del Progetto LIFE 18 NAT/IT/000972 WOLFALPS EU.
- Marucco F., Avanzinelli E., Bassano B., Bionda R., Bisi F., Calderola S., Chioso C., Fattori U., Pedrotti L., Righetti D., Rossi E., Tironi E., Truc F., Pilgrim K., Engkjer C., Schwartz M., 2018. *La popolazione di lupo sulle Alpi Italiane 2014–2018*. Relazione tecnica, Progetto LIFE 12 NAT/IT/00080 WOLFALPS – Azione A4 e D1.
- Mattiello S., Bresciani T., Gaggero S., Russo C., Mazzarone V., 2012. Sheep predation: Characteristics and risk factors. *Small Ruminant Research*, 105: 315-320.
- Milanesi P., Puopolo F., Fabbri E., Gambini I., Dotti F., Sergiacomi U., Zanni M.L., Caniglia R., 2019. Improving predation risk modelling: prey-specific models matter. *Hystrix – Italian Journal of Mammalogy*, 30: 149-156.
- Miller J.R.B., 2015. Mapping attack hotspots to mitigate human–carnivore conflict: approaches and applications of spatial predation risk modeling. *Biodiversity and Conservation*, 24: 2887-2911.
- Morehouse A.T., Hughes C., Manners N., Bectell J., Brader T., 2020. Carnivores and communities: a case study of human-carnivore conflict mitigation in Southwestern Alberta. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 8.
- Naha D., Sathyakumar S., Rawat G.S., 2018. Understanding drivers of human-leopard conflicts in the Indian Himalayan region: spatio-temporal patterns of conflicts and perception of local communities towards conserving large carnivores. *PLoS ONE*, 3(10): e0204528.

- Ramanzin M., Battaglini L., Bovolenta S., Gandini G., Mattiello S., Sarti F. M., Sturaro E., 2021. Sistemi Agro-zootecnici e Servizi Ecosistemici. Versione 2.0. Commissione di studio ASPA "Allevamento e Servizi Ecosistemici".
- Ratnayake S., Van Manen F.T., Clements G.R., Kulaimi N.A.M., Sharp S.P., 2018. Carnivore hotspots in Peninsular Malaysia and their landscape attributes. PLoS ONE, 13(4): e0194217.
- Tosi G., Chirichella R., Zibordi F., Mustoni A., Giovannini R., Groff C., Zanin M., Apollonio M., 2015. Brown bear reintroduction in the Southern Alps: To what extent are expectations being met? Journal for Nature Conservation, 26: 9-19.
- Wilkinson C.E., McInturff A., Miller J.R.B., Yovovich V., Gaynor K.M., Calhoun K., Karandikar H., Martin J.V., Parker-Shames P., Shawler A., Van Scoyoc A., Brashares J.S., 2020. An ecological framework for contextualizing carnivore–livestock conflict. Conservation Biology, 34: 854-867.
- Zarzo-Arias A., Delgado M.d.M., Palazón S., Afonso Jordana I., Bombieri G., González-Bernardo E., Ordiz A., Bettega C., García-González R., Penteriani V., 2021. Seasonality, local resources and environmental factors influence patterns of brown bear damages: implications for management. Journal of Zoology, 313: 1-17.
- Zlatanova D., Ahmed A., Valasseva A., Genov P., 2014. Adaptive diet strategy of the wolf (*Canis lupus* L.) in Europe: a review. Acta Zoologica Bulgarica, 66(4): 439-452.

