



Articolo / Article

Gli effetti di paesaggio, topografia e misure del Programma di Sviluppo Rurale (2014-2020) sull'avifauna nidificante delle aree prative in Trentino

Mattia Brambilla^{1,3*}, Francesco Gubert¹, Giacomo Assandri^{1,2}, Paolo Pedrini^{1*}

¹ MUSE-Museo delle Scienze, Ufficio Ricerca e collezioni museali, Ambito Biologia della Conservazione, Corso del Lavoro e della Scienza 3, 38122 Trento

² Università del Piemonte Orientale Amedeo Avogadro, Dipartimento di scienze e Innovazione tecnologica, V.le Teresa Michel 11, 15121 Alessandria

³ Università degli Studi di Milano – La Statale, Via Festa del Perdono 7, 20122 Milano

* Autori per la corrispondenza: mattia.brambilla@unimi.it; paolo.pedrini@muse.it

Parole chiave

- Piano di Sviluppo Rurale PAT (2014-2020)
- Avifauna nidificante
- Biodiversità aree prative

Riassunto

Nel presente studio si valutano gli effetti del Programma di Sviluppo Rurale (PSR, 2014-2020) in Trentino sulla biodiversità dei prati, utilizzando gli uccelli come indicatori biologici. A tal fine sono stati analizzati i dati raccolti con i monitoraggi ornitologici nell'ambito della Rete Natura 2000 PAT (2016-2019). Le specie rilevate sono 112 e l'analisi dei dati conferma gli effetti negativi dovuti ai cambiamenti in atto. I risultati mostrano l'importanza di prati, pascoli e praterie per le specie degli ambienti aperti e l'effetto negativo dell'intensificazione dell'agricoltura. Quest'ultimo processo impatta a tutti i livelli, sia di paesaggio (con la conversione dei prati in meleti, frutteti e altre colture più redditizie), che di gestione locale (misurata attraverso il carico aziendale in unità bovine). Gli effetti negativi sono particolarmente evidenti per le specie di maggior interesse conservazionistico (es. *Crex crex*). Gli ambienti di margine (come aree umide, siepi, cespugli e alberi isolati) svolgono un ruolo cruciale, promuovendo una diversità di paesaggio fondamentale per il mantenimento di comunità ricche e diversificate e per la conservazione di alcune specie rare e di interesse comunitario (*Lanius collurio*, *Sylvia nisoria*). Lo studio evidenzia la limitata portata a larga scala delle misure adottate, probabilmente a causa della modesta superficie impegnata per l'attuazione di quelle orientate alla tutela della biodiversità.

Key words

- Rural Development Program (PSR, 2014-2020)
- Breeding birds
- Grassland biodiversity

Summary

We evaluated the effects of the Rural Development Program (PSR, 2014-2020) in Trento province on grassland biodiversity, using birds as indicators. Bird data were collected through the monitoring carried out within the framework of N2000 activities (years 2016-2019). 112 species had been reported, and a negative effect of ongoing environmental changes was confirmed by analyses. Results show the importance of grasslands and pastures for open habitat species, and the negative impact of agricultural intensification. The latter impacts at all levels, from landscape (with grassland conversion into more remunerative crops, e.g. orchards), to field management (evaluated by the adult livestock units per area). The negative effects are particularly striking for species of conservation concern (e.g. *Crex crex*). Marginal habitats (such as wetlands, hedgerows, shrubs and isolated trees) are key to preserve landscape diversity and sustain rich and diverse avian communities, as well as individual species of conservation concern (*Lanius collurio*, *Sylvia nisoria*). Our work highlights the limited effectiveness over large scales of the agri-environmental measures, likely due to the limited extent over which those explicitly targeted at biodiversity conservation had been implemented.

Redazione: Valeria Lencioni e Marco Avanzini

pdf: www.muse.it/it/Editoria-Muse/Studi-Trentini-Scienze-Naturali/Pagine/STSN/STSN_103_2023.aspx

Introduzione

Il presente studio è parte degli elaborati prodotti nell'ambito del Progetto AviPAT (Avifauna dei Paesaggi Agricoli Trentini, 2018-2020) realizzato per valutare gli effetti del Programma di Sviluppo Rurale (PSR) sulla biodiversità dei prati, utilizzando gli uccelli come indicatori biologici, grazie alla loro comprovata bontà come bioindicatori. Le praterie secondarie sono state ampiamente considerate nei recenti PSR della Provincia Autonoma di Trento, sia nell'ultima tornata (2014-2020), sia in quelle precedenti. Nell'ultimo PSR, la relazione tra biodiversità e prato-pascoli è chiaramente riconosciuta, dal momento che le misure relative a questi usi del suolo sono inserite fra i Pagamenti Agroclimatico-Ambientali (art. 28 - Misura 10) con l'obiettivo di promuovere l'estensivizzazione degli allevamenti zootecnici in riferimento ai prati (10.1) e ai pascoli (10.2), compensando, almeno parzialmente, i maggiori costi/minori ricavi delle aziende che riducono il carico zootecnico.

Mancano però, al momento, prove della loro efficacia in termini di effetti positivi sulle comunità biologiche. Recenti studi a scala europea evidenziano che non sempre le misure agro-ambientali previste dai PSR per favorire la biodiversità sortiscono gli effetti sperati e, di conseguenza, una valutazione degli effetti di tali misure sulla biodiversità si rendeva necessaria.

Allo scadere del PSR 2014-2020, la Provincia di Trento, così come le altre istituzioni regionali, è chiamata a definire il "Complemento di programmazione per lo Sviluppo Rurale" (CSR) per il periodo 2023-2027, a partire dal Piano Strategico Nazionale. Si è quindi ritenuto utile proporre una valutazione dell'efficacia di alcune misure del PSR trentino per la conservazione dell'avifauna degli ambienti prativi della provincia di Trento, coniugando i dati faunistici in nostro possesso e i dati relativi all'applicazione del PSR su scala provinciale, in modo da poter evidenziare i punti di forza delle misure attuali e i possibili miglioramenti delle stesse in ottica di programmazione futura.

Il presente studio approfondisce le relazioni tra avifauna e caratteristiche dei paesaggi "prativi" (considerando parametri botanico-gestionali, PSR, topografia, paesaggio, etc.), e si avvale dei dati raccolti nel corso dei monitoraggi previsti dalla Rete Natura 2000 per le specie di uccelli degli ambienti prativi (Assandri et al. 2023).

Gli ambienti prativi alpini e l'avifauna

Gli ambienti prativi semi-naturali costituiscono uno degli habitat più ricchi di specie selvatiche in Europa e hanno offerto un ambiente idoneo a molte specie originariamente legate a ecosistemi dipendenti da dinamiche spesso sopresse dall'intervento umano (Pykälä 2000). Questi preziosi ambienti stanno attraversando, da diversi decenni, una fase molto critica, caratterizzata da conversione in altre colture economicamente più redditizie (Assandri et al. 2019a) e abbandono con conseguente sostituzione da parte di vegetazione arboreo-arbustiva (Brambilla et al. 2010; Laiolo et al. 2004). I prati residui sono spesso oggetto di forte intensificazione delle pratiche agricole, con conseguente perdita di valore per gran parte della biodiversità tradizionalmente legata a questi ambienti (Humbert et al. 2016).

Molte specie ornamentiche sono legate agli ambienti prativi e, molto spesso, le loro popolazioni versano in condizioni peggiori rispetto a quelle di altri habitat (Brambilla 2019). Gli uccelli delle praterie montane appaiono minacciati anche dal cambiamento climatico e dalle modificazioni ambientali ad esso associate (Brambilla et al. 2020a; Chamberlain et al. 2013). I cambiamenti climatici e nell'uso del suolo, come l'abbandono del pascolamento e dello sfalcio, contribuiscono, spesso in modo sinergico, ad un incremento della vegetazione arborea e arbustiva a scapito delle cenosi prative. I processi di conversione in altre colture determinano altresì la scomparsa degli ambienti prativi, privando le specie legate agli habitat aperti delle condizioni idonee alla loro presenza. Infine, l'intensificazione delle pratiche agricole (come concimazione e sfalcio), causano un degrado dei prati residui, accompagnato da un impoverimento in

termini di specie floristiche, da un maggiore vigore vegetativo e da uno sfalcio sempre più precoce: da prati con una molteplicità di specie (vegetali e animali), si passa a prati dominati da poche specie, che formano un cotico erboso molto denso, dando luogo ad ambienti poco ospitali per gran parte delle specie che nel corso dei millenni si sono adattate a prati e pascoli creati e gestiti dall'agricoltura "tradizionale".

Conoscere l'impatto di questi cambiamenti sulle specie selvatiche è essenziale per elaborare delle strategie di risposta, in grado di conciliare la conservazione della natura e la funzionalità ecosistemica con la produzione agricola. Se da un lato l'andamento generale della biodiversità negli ambienti agricoli è relativamente ben noto, in particolare per quanto riguarda l'avifauna, grazie a monitoraggi dedicati (Rete Rurale Nazionale, Lipu 2018) e a una mole di ricerche in costante crescita (Brambilla 2019), valutazioni più di dettaglio sul rapporto tra fauna e gestione agricola, necessarie per la formulazione di strategie efficaci, sono ancora relativamente scarse e perlopiù riferite a poche specie studiate intensivamente in singole regioni.

In gran parte d'Europa, le praterie semi-naturali hanno subito un drammatico declino negli ultimi decenni (Pe'er et al. 2014), e in molti Paesi della parte meridionale del continente, gran parte di quelle residue sono confinate alle regioni montane (Korner et al. 2018). Molte specie legate agli ambienti prativi si rinvergono, di conseguenza, in prevalenza in ambiti montani, come rilevato sia in Trentino (Assandri et al. 2019b) che altrove (Brambilla et al. 2020a). Essi rappresentano pertanto un'emergenza nell'emergenza, in termini sia di conservazione che di sforzo d'indagine. Anche nei recenti Programmi di Sviluppo Rurale della PAT, il mantenimento di prati e pascoli è sempre stato di primaria importanza e a esso si collegano le operazioni più frequentemente finanziate.

L'obiettivo primario di questo lavoro è pertanto quello d'indagare, grazie alla disponibilità congiunta di dati avifaunistici e di dati botanico-gestionali relativi agli ambienti prativi trentini, il legame tra comunità ornamentiche, paesaggio e gestione agricola per le aree aperte del territorio provinciale.

Materiali e metodi

Metodi di campo e area di studio

I dati utilizzati per queste analisi sono frutto dell'integrazione del lavoro con i censimenti realizzati nell'ambito del piano di monitoraggio Natura 2000 (Pedrini et al. 2014) a livello provinciale (Assandri et al. 2023). I dati così raccolti concorrono, da un lato, alla valutazione del trend e dello stato di conservazione di alcune specie di interesse comunitario e, dall'altro, rendono possibili approfondimenti sulle comunità e sulle altre specie per valutare gli effetti dei Programmi di Sviluppo Rurale e degli elementi paesaggistici e topografici.

Per indagare i fattori che influenzano le caratteristiche della comunità ornamentica trentina, si sono utilizzati i dati raccolti nel periodo 2015-2019 lungo 169 transetti lineari, della lunghezza prefissata di 200 metri, conteggiando tutti gli individui di tutte le specie rilevati entro 100 metri dal transetto (quindi entro un buffer di 7,14 ha), distinguendo tra quelli apparentemente legati al territorio campionato e quelli invece osservati in semplice sorvolo. I transetti sono stati monitorati la mattina, dall'alba sino alle ore 11 circa, in modo da concentrare i rilevamenti durante la fase di massima contattabilità della maggior parte delle specie ornamentiche. Un rilevatore esperto percorreva a passo lento il transetto, annotando tutti i contatti con specie ornamentiche. Ogni transetto è stato visitato 2 o 3 volte per anno, e per un numero di anni compreso tra 1 e 4. Per correggere il diverso sforzo di campionamento, per ciascun modello si è utilizzato il numero di anni in cui un transetto è stato monitorato, o il numero di visite effettuato presso lo stesso, a seconda di quale delle due variabili indicanti lo sforzo di campo risultasse più indicata nello spiegare la variazione osservata nella variabile dipendente (sce-

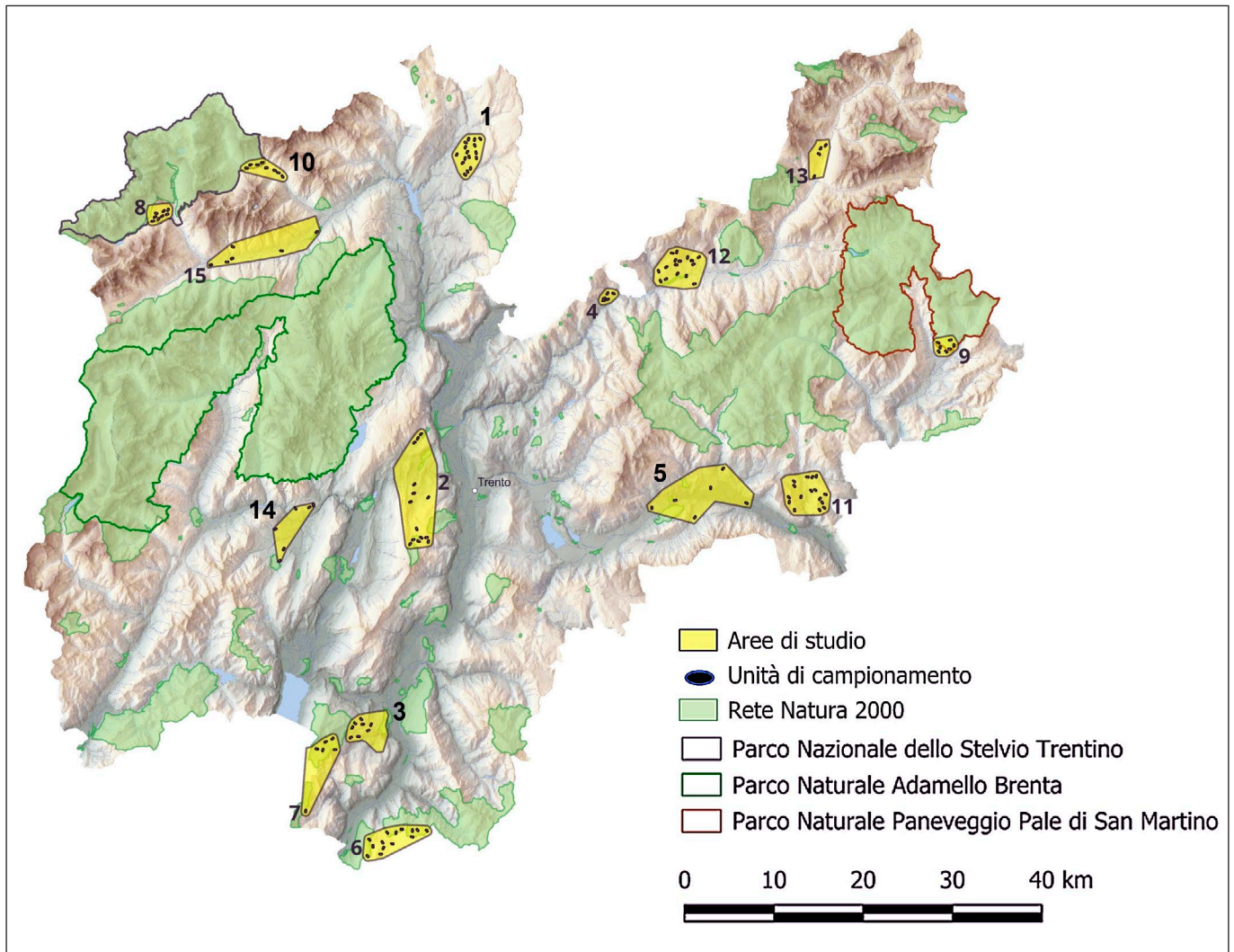


Fig. 1 – Distribuzione dei 169 transetti utilizzati per la raccolta dei dati avifaunistici negli ambienti prativi del Trentino. La raccolta dati sul campo è avvenuta in parte grazie ai censimenti condotti nell'ambito del monitoraggio Natura 2000 a livello provinciale (Assandri et al. 2023) / **Fig. 1** – Distribution of the 169 transects used to collect bird data in grassland environments in Trentino. Field data collection was performed also by means of surveys carried out as part of the province-wide Natura 2000 efforts (Assandri et al. 2023).

gliendo quella la cui inclusione nel modello risultava nel valore di AIC (*Akaike's information criterion*, Burnham e Anderson 2002) più basso – vedi in seguito).

I transetti sono localizzati in buona parte del territorio provinciale, in corrispondenza delle principali aree prative e di alcune delle maggiori aree pascolive, con l'obiettivo di raccogliere dati lungo un gradiente significativo in termini di quota, contesto geografico-ambientale, gestione e intensità delle pratiche agricole (Figura 1); per dettagli sui metodi si rimanda ad Assandri et al 2023.

Non per tutti i transetti è stato possibile ottenere tutte le variabili ambientali considerate nel presente studio. Per questo motivo, il campione effettivamente a disposizione per le analisi, anziché da 169, è costituito da 146 transetti, comunque rappresentativi delle diverse realtà ambientali e territoriali indagate.

Variabili ambientali considerate

Abbiamo considerato diversi set di potenziali predittori delle caratteristiche delle comunità ornitiche associate agli ambienti prativi in senso lato. Questi predittori sono ripartiti in gruppi a seconda della natura delle variabili stesse; un approccio con una tale suddivisione consente infatti, oltre all'individuazione dei principali *drivers* delle comunità ornitiche, anche di valutare la relativa importanza dei diversi tipi di fattori potenzialmente rilevanti.

Topografia

Il primo gruppo include la quota media e il *range* altitudinale rilevati nel plot censito dal transetto (buffer di 100 m attorno). L'escursione altimetrica rilevata nell'intorno del transetto è collegata sia alla pendenza media dell'area che all'eterogeneità potenzialmente presente in base al gradiente altitudinale.

Paesaggio: usi del suolo non prativi

Le caratteristiche del paesaggio, in termini di copertura di diverse macro-tipologie vegetazionali e di uso del suolo, sono estremamente rilevanti per l'avifauna. Per questa analisi, ci siamo avvalsi di una carta di uso del suolo molto particolareggiata e sviluppata appositamente dal gruppo di lavoro del Progetto, tramite l'integrazione di numerose fonti di informazioni disponibili a livello provinciale ed utilizzata per analisi ecologiche e la realizzazione di modelli di distribuzione. A causa della ovvia forte correlazione tra diverse categorie di uso del suolo, non è possibile analizzare contemporaneamente, in uno stesso modello, il potenziale effetto di ciascuna tipologia di uso del suolo. Abbiamo pertanto dapprima escluso tutti gli usi del suolo poco rappresentati nei transetti e accorpato alcune delle categorie originarie. Si è preferito separare le analisi per le tipologie non prative e per quelle invece legate agli ambienti dominati da vegetazione erbacea semi-naturale per due ragioni. Dal lato pratico, questa suddivisione consente di ridurre

drasticamente i problemi di collinearità tra variabili. Da un punto di vista teorico, l'analisi separata consente di valutare se, in questi paesaggi dominati o comunque caratterizzati da prati e pascoli, la presenza di ambienti naturali o semi-naturali di altro tipo incida più o meno, e in che direzione, sulla composizione dell'avifauna, oppure se siano le caratteristiche generali degli ambienti prativi e la loro estensione a condizionare maggiormente le comunità ornitiche.

Paesaggio: prati e pascoli

Per quanto riguarda gli usi del suolo legati agli ambienti prativi, analizzati quindi a parte, sono tre le categorie della carta di uso del suolo ad essere considerate, ovvero pascoli, praterie dell'orizzonte alpino e prati stabili, che si distinguono tra loro in base a gestione e altitudine. In generale, queste tipologie si collocano lungo un gradiente di quota crescente e intensità gestionale decrescente, che va dai prati da sfalcio ai pascoli e alle praterie alpine, queste ultime corrispondenti generalmente alla vegetazione climax delle quote più elevate.

Dettaglio degli ambienti prativi

Si tratta di un'ulteriore specificazione sullo stato di prati e pascoli, ricavata dai dati APPAG relativi all'utilizzazione delle parcelle e frutto di orto-foto interpretazione da remoto. Le categorie individuate sono: pascolo arborato cespugliato (tara 20%), pascolo arborato (tara 50%), pascolo polifita, pascolo polifita con roccia affiorante (tara 20%), pascolo polifita con roccia affiorante (tara 50%), prato-pascolo, prato polifita. Queste variabili altamente specifiche per gli ambienti prativi consentono di discriminare gli eventuali effetti dovuti alla diversa abbondanza di altri elementi (arborei o arbustivi, o roccia nel contesto prativo).

Gestione e coltivazione dei prati

Per valutare la tipologia e l'intensità gestionale dei prati, è possibile integrare le seguenti informazioni: carico zootecnico medio delle aziende, adesione a determinate operazioni del PSR e relativa superficie di applicazione.

Per quanto riguarda le misure del PSR, si è considerata la superficie dell'area interessata dall'operazione, considerando il seguente insieme di misure raggruppate: operazione 10.1.1 per l'estensivizzazione delle pratiche di gestione dei prati permanenti (premio allo sfalcio "base"), operazione 10.1.1 per prati in siti Natura 2000 e operazione 10.1.1 per prati ricchi di specie (premio aggiuntivo per sfalcio tardivo), operazione 10.1.2 aiuti a favore dell'alpeggio, operazioni 11.1.1 e 11.2.1 per l'introduzione o il mantenimento del regime biologico per i prati, operazioni per l'introduzione o il mantenimento del regime biologico per altre colture, operazione 13.1.1 indennità compensativa per gli agricoltori delle zone montane. Si è calcolata l'area relativa al buffer di ciascun transetto interessata da ciascun raggruppamento delle operazioni previste dal PSR sopra elencato.

Per quanto riguarda il carico zootecnico, esso è stato calcolato come valore medio di unità bovine adulte allevate in azienda (UBA per ettaro di superficie foraggera netta), "pesato" poi per la superficie aziendale compresa entro il buffer attorno al transetto, in modo da avere un carico medio per i prati compresi nella superficie associata a ciascun transetto campionato. Il carico aziendale in UBA per ettaro è stato corretto per la frazione di UBA monticata in alpeggio secondo la seguente formula:

$$\text{UBA_corretto} = \frac{\text{UBA aziendale} - (\text{UBA_alpeggiate} * 0,25)}{\text{superficie foraggera}}$$

considerando che il bestiame alpeggiato non incide sulla produzione di effluenti in azienda e sulla loro distribuzione sul prato per un quarto dell'anno circa.

UBA corretto fornisce quindi una dimensione della quantità di nutrienti e di relativi effluenti che ciascuna azienda produce e distribuisce mediamente sui prati che coltiva e gestisce.

Tipologia di prato

La tipologia di prati si basa sulla classificazione in quattro categorie proposta nel lavoro di La Notte et al. (2014), che prevede quattro macro-tipologie (Tavola I):

- 1) prati magri e ricchi di specie, che non dovrebbero essere soggetti ad alcuna concimazione (tipo A), definiti secondo quanto proposto da Scotton et al. (2012) con le tipologie botanico-gestionali dei Nardeti (Na), Festuco-Agrostideti (FA), Mesobrometi (Br; inclusi eventuali lembi di Xerobrometi), prati umidi falciati: Molinieti (6410), torbiere basse a piccole carici (*Caricetum dallianae* e *Caricion fuscae*);
- 2) prati magri e ricchi di specie che devono essere soggetti a modesta concimazione (tipo B), definiti sempre secondo Scotton et al. (2012) con le tipologie botanico-gestionali degli Avenuletti (Av), Arrenatereti magri (Ar0), Triseteti magri (Tr0), Triseteti di transizione magri (TT0), Triseteti tipici (Tr1), Triseteti di transizione tipici (TT1), Arrenatereti tipici (Ar1);
- 3) prati di fondovalle, ovvero prati facilmente accessibili e meccanizzabili, localizzati in aree prossime ai centri aziendali nei fondovalle, sugli altipiani e sui terrazzi morenici con pendenze medie inferiori a 10°;
- 4) prati di versante, ovvero tutte le parcelle a prato non rientranti nelle precedenti categorie. L'intensità di gestione in linea generale diminuisce dalle praterie di fondovalle ai prati di versante, a quelli magri poco concimati, sino a quelli che non devono essere concimati.

Considerazioni sulle variabili gestionali utilizzate

L'utilizzo delle variabili gestionali selezionate per questo lavoro è associato a dei margini di incertezza. Il tipo di prati è stato definito nel 2014 e l'adozione delle misure del PSR si riferisce al 2020; i dati ornitologici raccolti si riferiscono agli anni compresi tra queste due date. Questo significa che in alcuni casi il dato originale potrebbe essere stato associato a un contesto leggermente diverso. Tuttavia, considerando che il tipo di prato è la risultante dell'interazione tra clima, topografia, suolo e gestione a medio e lungo termine, è improbabile che esso sia cambiato significativamente nel corso del periodo di studio (2015-2019). Per quanto riguarda le misure del PSR, esse sono parte della programmazione 2014-2020 e, solitamente, gli impegni assunti dai beneficiari sono relativamente costanti nell'arco di una medesima programmazione. Pertanto, anche in questo caso, essendo i censimenti stati svolti nell'ambito della medesima "tornata" del PSR, variazioni importanti sono alquanto improbabili. Infine, il valore di UBA per ha, che rappresenta una misura diretta della fertilità e un buon proxy dell'intensità di gestione in generale, è relativo all'intera azienda e costituisce un valore medio che non considera le restituzioni aliquote di effluenti al campo. Se un'azienda possiede infatti più parcelle di prato (cosa peraltro frequentissima), o spande gli effluenti anche su altre coltivazioni erbacee (cosa possibile ma verosimilmente non molto frequente nella maggior parte dei contesti campionati), non è detto che la distribuzione degli effluenti sia omogenea tra le varie parcelle. Ciononostante, questo valore rappresenta comunque il miglior indicatore disponibile per l'intensità gestionale dei prati e dovrebbe comunque funzionare bene a scala provinciale, come in questo studio.

Analisi dei dati

- Si sono svolte analisi a diversi livelli, considerando:
- tutte le specie, ad eccezione di quelle presenti esclusivamente come migratrici e di quelle che sono osservate prevalentemente o esclusivamente in volo, senza pertanto forti legami con il transetto ed il suo paesaggio;
 - le specie "specialiste" di ambienti prativi, ovvero quelle più strettamente dipendenti da prati e pascoli e ambienti aperti ad essi collegati. Le specie con esigenze ecologiche più specializzate sono infatti spesso quelle più sensibili (Brambilla et al. 2020b) e, nel caso degli ambienti prativi trentini, sono quelle che risentono maggiormente di conversione e intensificazione dei prati (Assandri et al. 2019a, 2023);



Tavola I – Selezione di immagini delle diverse tipologie botanico-gestionali del prato stabile in Trentino, in ordine decrescente di intensità gestionale (da a) più intensivo a f) meno intensivo) – fonte immagini: Scotton et al. (2012). / **Table I** – Photo selection of differently managed meadows in Trentino (from (a) most intensive to (f) least intensive). Photo credits: Scotton et al. (2012).

Foto a – Arrenatereto pingue a graminacee (prati di fondovalle). / **Photo a** – Nutrient-rich Arrhenatherum communities (lowland grassland)

Foto b – Arrenatereto tipico (prati di versante) / **Photo b** – Typical Arrhenatherum communities (mountain grassland)

Foto c – Arrenatereto magro (prati magri e ricchi di specie a moderata concimazione) / **Photo c** – Nutrient-poor Arrhenatherum communities (species-rich mesic meadow)

Foto d – Triseteto di transizione magro (prati magri e ricchi di specie a moderata concimazione) / **Photo d** – Nutrient-poor Trisetum communities (species-rich mesic meadow)

Foto e – Mesobrometo (prati magri e ricchi di specie senza concimazione) / **Photo e** – Mesobromion grassland (species-rich nutrient-poor meadow)

Foto f – Nardeto (prati magri e ricchi di specie senza concimazione) / **Photo f** – Nardus grassland (species-rich nutrient-poor meadow)

- le specie incluse nell'Allegato I della Direttiva Uccelli (2009/147/CE), sia escludendo i rapaci (osservati prevalentemente o esclusivamente in volo), sia mantenendoli nell'elenco. Le specie elencate nell'Allegato I della direttiva sono specie prioritarie per la conservazione a livello comunitario e pertanto un'analisi riguardante solo questo gruppo, identificato su base "normativa" e non ecologica, è comunque giustificata proprio per la loro rilevanza in termini conservazionistici e gestionali.

Le variabili dipendenti nelle analisi erano quindi: il numero di specie complessivo, il numero di specie "specialiste" di ambienti prativi e il numero di specie elencate nell'Allegato I della Direttiva Uccelli. Per ciascuna di esse, è stato dapprima valutato se il numero di specie fosse maggiormente condizionato dal numero di anni con monitoraggio presso un transetto, o dal numero complessivo di uscite presso lo stesso. La variabile la cui inclusione nel modello risultava nell'AIC più basso è stata selezionata e tenuta in tutti i modelli successivamente sviluppati per quella determinata misura della ricchezza specifica.

Per ciascuna misura sono stati quindi testati gli effetti dei diversi gruppi di variabili ambientali precedentemente descritti; per ciascuno di essi, sono stati valutati tutti i possibili modelli e si è considerato l'AICc (AIC corretto per campioni di piccole dimensioni) del modello più supportato per il confronto con gli altri gruppi di variabili. Inoltre, si sono selezionate le variabili incluse nei modelli più supportati ($\Delta AICc < 2$), con l'esclusione dei parametri non-informativi (Arnold 2010). Le variabili così ottenute sono state inserite in un modello sintetico finale, volto a individuare i singoli fattori più importanti nel determinare la ricchezza specifica presso i transetti.

I grafici mostrati nei risultati (Figure 2, 3, 4) sono relativi all'effetto delle variabili incluse nel modello ottenuto con tutti i parametri compresi nei modelli più supportati ($\Delta AICc < 2$), con l'esclusione di quelli non-informativi (Arnold 2010). Tutte le variabili continue sono state standardizzate (centrate e scalate per la deviazione standard) prima di essere testate nei modelli.

Risultati

In totale, sono state rilevate 112 specie presso i transetti, elencate in tabella 1.

Tutte le specie

Questa analisi riguarda la ricchezza di specie complessiva, dopo aver escluso le specie presenti esclusivamente come migratrici e le specie che generalmente sorvolano solamente il transetto, con generalmente poche o nulle interazioni con il territorio entro il buffer attorno al transetto: corvo imperiale, gracchio alpino, rapaci, airone cenerino, irundinidi, rondoni e gabbiani, forapaglie macchiettato, canapino maggiore e piro-piro culbianco. Rimangono 90 specie utilizzabili per l'analisi.

I modelli con i parametri gestionali e quelli paesaggistici risultano leggermente più supportati degli altri, sebbene non in modo deciso, mentre non si rileva nessun effetto apprezzabile delle variabili topografiche. A livello topografico, infatti, nessuna delle due variabili risulta avere un effetto statisticamente supportato (Tabella 2). Per quanto riguarda i due gruppi di variabili di copertura/uso del suolo, si riscontrano un effetto positivo dei boschi di conifere e degli effetti negativi di aree con vegetazione in evoluzione e di frutteti e altri meleti. Relativamente alle variabili di dettaglio dei prati, si riscontra un effetto positivo del pascolo arborato con tara 50% e tendenzialmente negativo di pascolo polifita, di pascolo arborato e cespugliato (tara 20%) e di pascolo polifita con roccia affiorante (tara 50%).

A livello gestionale, si riscontra un effetto negativo (per quanto debole) delle operazioni di sostegno all'alpeggio e della gestione dei prati nei siti Natura 2000, mentre a livello di tipologia di prato emerge un effetto negativo delle particelle di prato di fondovalle (Tabella 3).

Tutti gli effetti delle variabili ambientali sono estremamente modesti, come evidenziato dal fatto che sono di un ordine di grandezza inferiori rispetto all'effetto del numero di anni in cui un transetto è stato censito e che in tutti i casi l'intervallo di confidenza dell'effetto include lo zero, a riprova quindi di una relazione "vaga" e piuttosto variabile, ancorché mediamente caratterizzata dall'andamento espresso dal coefficiente. A ulteriore conferma, l' R^2 del modello comprendente tutti i fattori inclusi nell'*average model* è pari a 0,67 con la variabile "anni", e a 0,34 senza di essa: la capacità di spiegare la variabilità nei dati da parte del modello si dimezza togliendo il numero di anni in cui un transetto è stato oggetto del censimento. Questi risultati indicano chiaramente come la variazione del numero complessivo di specie presenti sia solo parzialmente spiegabile con le variabili considerate. In generale, si nota un effetto positivo del bosco di conifere, legato a un aumento di specie nidificanti non prative, e un impatto invece negativo (per quanto poco definito, si vedano gli errori standard molto ampi) delle variabili associate agli ambienti prativi e a meleti e altri frutteti, nonché delle aree con vegetazione in evoluzione. Tra questi effetti, quello della superficie di prati di fondovalle risulta leggermente "meno debole" rispetto agli altri. Questi effetti negativi prevalenti (ma assai poco definiti) indicano sostanzialmente che il numero di specie tende ad aumentare al di fuori delle aree agricole o con la maggior presenza di altri elementi nel paesaggio. Questo risultato è facilmente interpretabile considerando la ricchezza specifica generalmente elevata di ambienti forestali, zone umide, etc., che sono, nella maggior parte dei casi, poco campionati entro i transetti, con la conseguenza che a emergere è più un effetto negativo delle aree coltivate che quello positivo degli ambienti naturali. Gli effetti sono visualizzati graficamente in Figura 2, ottenuta attraverso il modello comprendente tutti i fattori inclusi nell'*average model*. Questo modello quindi sottostima l'errore standard e pertanto il margine di incertezza dell'effetto (nonostante l'intervallo di confidenza sia comunque molto ampio), rispetto all'*average model*.

Specie "specialiste" degli ambienti prativi

Il pattern mostrato dalle specie con esigenze ecologiche ben precise è spesso differente rispetto a quello proprio delle comunità nel loro insieme, sia per gli ambienti prativi (Assandri et al. 2019a) che per altri contesti ecologico-ambientali (Brambilla et al. 2020b). Le specie elencate in tabella 4, sulla base della loro ecologia generale e a livello provinciale (Assandri et al. 2019b; Pedrini et al. 2005), sono state considerate specie "specialiste" degli ambienti aperti dominati da vegetazione prativa. Alcune specie che a scala provinciale erano legate agli stessi ambienti, ovvero starna *Perdix perdix*, pavoncella *Vanellus vanellus*, tottavilla *Lullula arborea* e ortolano *Emberiza hortulana*, non sono state rilevate durante i monitoraggi e sono da ritenersi probabilmente o certamente estinte come nidificanti sul territorio provinciale.

Il modello sintetico ottenuto considerando le variabili supportate nei singoli livelli mostra un effetto di variabili topografiche e di uso del suolo (paesaggio) relativo agli ambienti prativi (tabella 5). Si noti, in tabella 6, come gli effetti di queste variabili siano molto più rilevanti di quello della variabile "anni" che indica il numero di anni in cui un transetto è stato oggetto di censimento.

Le specie specialiste di ambienti prativi risultano più numerose a quote relativamente elevate, in ambienti pianeggianti o poco pendenti, con elevata copertura di ambienti aperti come prati stabili, praterie alpine e pascoli (Figura 3).

Specie inserite nell'Allegato I della Direttiva Uccelli (2009/147/CE)

Le specie incluse nell'Allegato I rilevate presso i transetti sono elencate in tabella 7.

Senza rapaci, si rileva un unico effetto supportato: quello negativo di meleti e frutteti, alla cui maggior estensione corrisponde un minor numero di specie di uccelli inserite nell'Allegato I della direttiva. Tutte le altre variabili, di qualunque gruppo di predittori, non mostrano effetti supportati sul numero di specie rilevate.

Tab. 1 – Elenco delle specie rilevate lungo i transetti. / Tab. 1 – List of species detected along transects.

Specie	Nome scientifico	Specie	Nome scientifico
airone cenerino	<i>Ardea cinerea</i>	falco pellegrino	<i>Falco peregrinus</i>
allodola	<i>Alauda arvensis</i>	fanello	<i>Carduelis cannabina</i>
averla piccola	<i>Lanius collurio</i>	fiorrancino	<i>Regulus ignicapilla</i>
balestruccio	<i>Delichon urbicum</i>	forapaglie macchiettato	<i>Locustella naevia</i>
ballerina bianca	<i>Motacilla alba</i>	fringuello	<i>Fringilla coelebs</i>
ballerina gialla	<i>Motacilla cinerea</i>	frosone	<i>Coccothraustes coccothraustes</i>
beccafico	<i>Sylvia borin</i>	gabbiano comune	<i>Chroicocephalus ridibundus</i>
biancone	<i>Circaetus gallicus</i>	gabbiano reale	<i>Larus michahellis</i>
bigia padovana	<i>Sylvia nisoria</i>	gallinella d'acqua	<i>Gallinula chloropus</i>
bigiarella	<i>Sylvia curruca</i>	gazza	<i>Pica pica</i>
calandro	<i>Anthus campestris</i>	germano reale	<i>Anas platyrhynchos</i>
canapino comune	<i>Hippolais polyglotta</i>	gheppio	<i>Falco tinnunculus</i>
canapino maggiore	<i>Hippolais icterina</i>	ghiandaia	<i>Garrulus glandarius</i>
cannaiola comune	<i>Acrocephalus scirpaceus</i>	gracchio alpino	<i>Pyrhocorax graculus</i>
cannaiola verdognola	<i>Acrocephalus palustris</i>	lodolaio	<i>Falco subbuteo</i>
capinera	<i>Sylvia atricapilla</i>	lucherino	<i>Carduelis spinus</i>
cardellino	<i>Carduelis carduelis</i>	lui bianco	<i>Phylloscopus bonelli</i>
cesena	<i>Turdus pilaris</i>	lui piccolo	<i>Phylloscopus collybita</i>
cincia alpestre	<i>Poecile montanus</i>	lui verde	<i>Phylloscopus sibilatrix</i>
cincia bigia	<i>Poecile palustris</i>	merlo	<i>Turdus merula</i>
cincia dal ciuffo	<i>Lophophanes cristatus</i>	merlo acquaiolo	<i>Cinclus cinclus</i>
cincia mora	<i>Periparus ater</i>	merlo dal collare	<i>Turdus torquatus</i>
cinciallegra	<i>Parus major</i>	nibbio bruno	<i>Milvus migrans</i>
cinciarella	<i>Cyanistes caeruleus</i>	Nocciolaia	<i>Nucifraga caryocatactes</i>
ciuffolotto	<i>Pyrrhula pyrrhula</i>	organetto	<i>Carduelis flammea</i>
codibugnolo	<i>Aegithalos caudatus</i>	passera d'italia	<i>Passer italiae</i>
codiroso comune	<i>Phoenicurus phoenicurus</i>	passera mattugia	<i>Passer montanus</i>
codiroso spazzacamino	<i>Phoenicurus ochruros</i>	passera scopaiola	<i>Prunella modularis</i>
codirossone	<i>Monticola saxatilis</i>	pettirosso	<i>Erithacus rubecula</i>
colombaccio	<i>Columba palumbus</i>	picchio cenerino	<i>Picus canus</i>
cornacchia grigia	<i>Corvus (corone) cornix</i>	picchio muratore	<i>Sitta europaea</i>
cornacchia nera	<i>Corvus (corone) corone</i>	picchio nero	<i>Dryocopus martius</i>
corvo imperiale	<i>Corvus corax</i>	picchio rosso maggiore	<i>Dendrocopos major</i>
coturnice	<i>Alectoris graeca</i>	picchio verde	<i>Picus viridis</i>
crociere	<i>Loxia curvirostra</i>	piccione domestico	<i>Columba livia</i>
cuculo	<i>Cuculus canorus</i>	pigliamosche	<i>Muscicapa striata</i>
culbianco	<i>Oenanthe oenanthe</i>	piro-piro culbianco	<i>Tringa ochropus</i>
cutrettola	<i>Motacilla flava</i>	poiana	<i>Buteo buteo</i>
fagiano	<i>Phasianus colchicus</i>	prispolone	<i>Anthus trivialis</i>
fagiano di monte	<i>Tetrao tetrix</i>	quaglia	<i>Coturnix coturnix</i>
falco di palude	<i>Circus aeruginosus</i>	rampichino alpestre	<i>Certhia familiaris</i>
falco pecchiaiolo	<i>Pernis apivorus</i>	rampichino comune	<i>Certhia brachydactyla</i>
re di quaglie	<i>Crex crex</i>	strillozzo	<i>Emberiza calandra</i>
regolo	<i>Regulus regulus</i>	torcicollo	<i>Jynx torquilla</i>
rigogolo	<i>Oriolus oriolus</i>	tordela	<i>Turdus viscivorus</i>
rondine	<i>Hirundo rustica</i>	tordo bottaccio	<i>Turdus philomelos</i>
rondine montana	<i>Ptyonoprogne rupestris</i>	tortora dal collare	<i>Streptopelia decaocto</i>
rondone	<i>Apus apus</i>	tortora selvatica	<i>Streptopelia turtur</i>
rondone maggiore	<i>Apus melba</i>	usignolo	<i>Luscinia megarhynchos</i>
saltimpalo	<i>Saxicola torquatus</i>	usignolo di fiume	<i>Cettia cetti</i>
scricciolo	<i>Troglodytes troglodytes</i>	venturone alpino	<i>Carduelis citrinella</i>
sparviere	<i>Accipiter nisus</i>	verdone	<i>Carduelis chloris</i>
spioncello	<i>Anthus spinoletta</i>	verzellino	<i>Serinus serinus</i>
sterpazzolina comune	<i>Sylvia cantillans cantillans</i>	zigolo giallo	<i>Emberiza citrinella</i>
stiacchino	<i>Saxicola rubetra</i>	zigolo muciatto	<i>Emberiza cia</i>
storno	<i>Sturnus vulgaris</i>	zigolo nero	<i>Emberiza cirius</i>

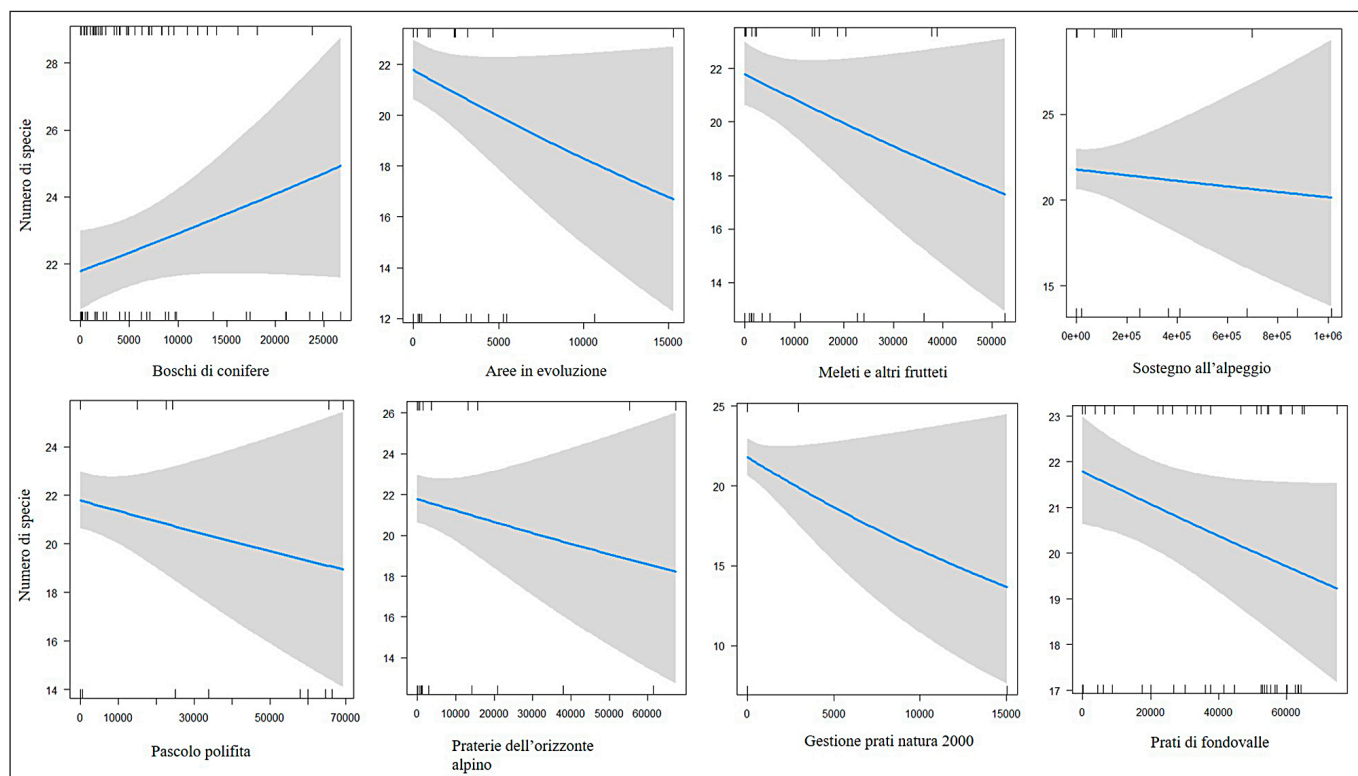


Fig. 2 – Effetto delle variabili incluse nel modello ottenuto con tutti i parametri compresi nei modelli più supportati, sulla ricchezza di specie complessiva, esclusi gli uccelli in volo sopra il transetto e in migrazione. / **Fig. 2** – Effect of variables included in the model obtained with all parameters included in the most supported models on overall species richness, excluding birds flying over the transect and migrating.

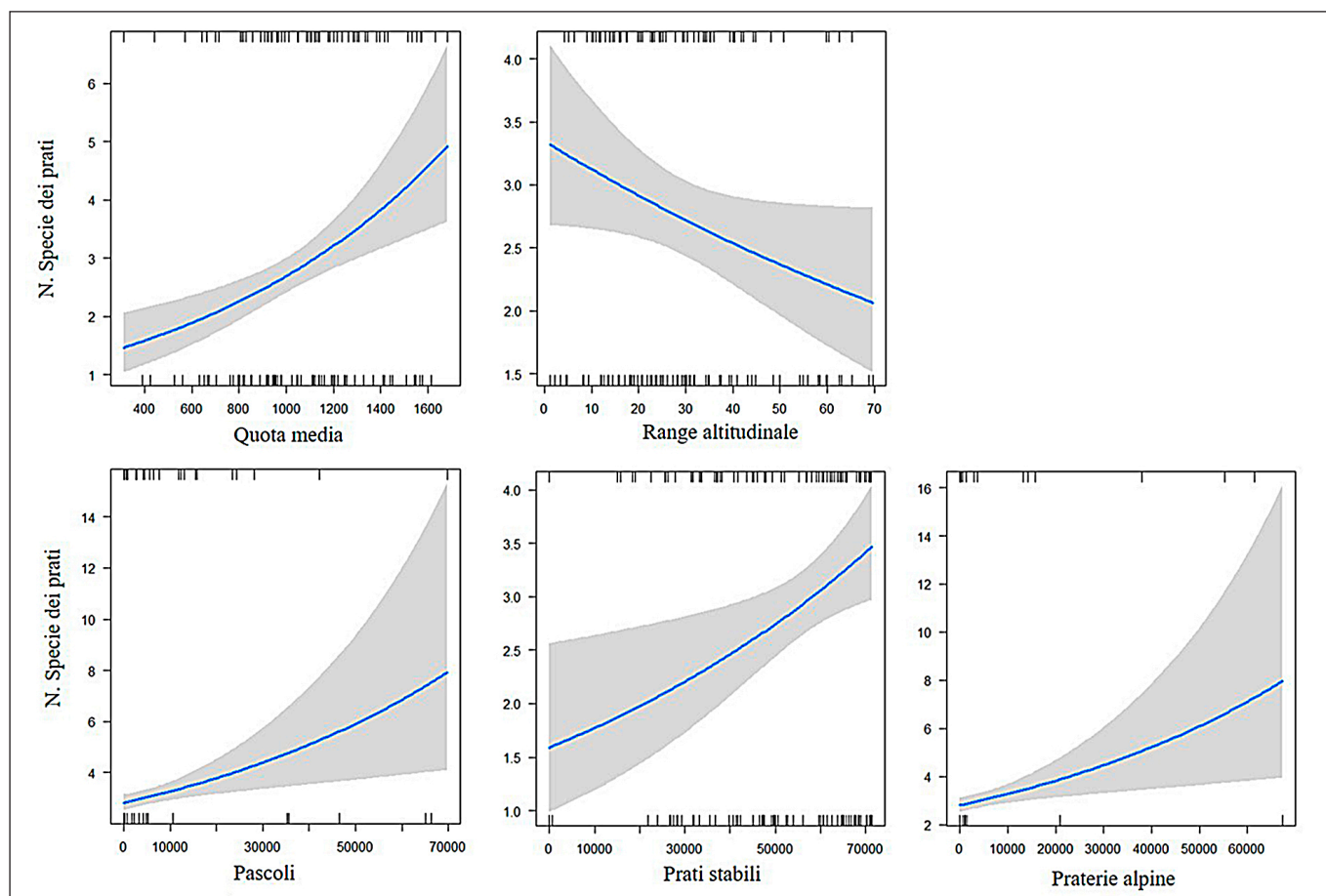


Fig. 3 – Effetto delle variabili incluse nel modello ottenuto con tutti i parametri compresi nei modelli più supportati, sulle specie specialiste di ambienti prati. / **Fig. 3** – Effetto delle variabili incluse nel modello ottenuto con tutti i parametri compresi nei modelli più supportati, sulle specie specialiste di ambienti prati.

Tab. 2 – Valori di AICc per i modelli comprendenti variabili di diverso tipo per la ricchezza specifica. / **Tab. 2** – AICc values for models including different types of variables for species richness.

Modello	AIC del modello più supportato
Topografia (nessun effetto rilevato)	872,42
Paesaggio: usi del suolo non-prativi	868,67
Paesaggio: prati e pascoli	868,59
Dettaglio degli ambienti prativi	869,00
Gestione	867,85
Tipologia prato	870,14
Complessivo	863,42

Tab. 3 – Modello sintetico complessivo dopo model averaging (full average). / **Tab. 3** – Overall synthetic model after model averaging (full average).

Variabile	Estimate ± SE	z	P
Intercetta	3,04 ± 0,02		
Anni	0,20 ± 0,02	10,20	<0,001
aree in evoluzione	-0,02 ± 0,02	0,80	0,424
boschi di conifere	0,02 ± 0,02	0,98	0,325
frutteti e meleti	-0,02 ± 0,02	0,75	0,455
operazione 1011 prati N2000	-0,03 ± 0,03	0,98	0,329
prati di fondovalle	-0,03 ± 0,03	1,22	0,223
pascolo polifita	-0,02 ± 0,03	0,79	0,427
praterie dell'orizzonte alpino	-0,02 ± 0,03	0,61	0,543
operazione 1012	-0,01 ± 0,02	0,49	0,626

Tab. 4 – Elenco delle specie specializzate per gli ambienti prativi rilevate durante i censimenti. / **Tab. 4** – List of grassland specialist species detected during the surveys.

Specie	Nome scientifico
allodola	<i>Alauda arvensis</i>
coturnice	<i>Alectoris graeca</i>
calandro	<i>Anthus campestris</i>
spioncello	<i>Anthus spinoletta</i>
prispolone	<i>Anthus trivialis</i>
fanello	<i>Carduelis cannabina</i>
quaglia	<i>Coturnix coturnix</i>
re di quaglie	<i>Crex crex</i>
strillozzo	<i>Emberiza calandra</i>
zigolo giallo	<i>Emberiza citrinella</i>
averla piccola	<i>Lanius collurio</i>
culbianco	<i>Oenanthe oenanthe</i>
stiacchino	<i>Saxicola rubetra</i>
saltimpalo	<i>Saxicola torquatus</i>
bigia padovana	<i>Sylvia nisoria</i>
cesena	<i>Turdus pilaris</i>

Tab. 5 – Valori di AICc per i modelli comprendenti variabili di diverso tipo per il numero di specie specializzate per ambienti prativi. / **Tab. 5** – AICc values for models including different types of variables for the number of species of grassland specialists.

Modello	AIC del modello più supportato
Topografia	515,96
Paesaggio: usi del suolo non-prativi	527,83
Paesaggio: prati e pascoli	522,83
Dettaglio degli ambienti prativi	544,78
Gestione	539,74
Tipologia prato	550,14
Complessivo	511,91

Tab. 6 – Modello sintetico complessivo dopo model averaging (full average). / **Tab. 6** – Overall synthetic model after model averaging (full average).

Variabile	Estimate ± SE	Z	0.000
intercetta	1,08 ± 0,05	21,36	
range altitudinale	-0,08 ± 0,07	1,1	0,270
quota media	0,24 ± 0,07	3,47	0,001
pascoli	0,18 ± 0,06	2,93	0,003
praterie dell'orizzonte alpino	0,15 ± 0,05	2,83	0,005
prati stabili	0,23 ± 0,08	2,71	0,007
anni	0,06 ± 0,05	1,16	0,248

Tab. 7 – Elenco delle specie inserite nell'Allegato I della Direttiva Uccelli rilevate lungo i transetti (* = specie prevalentemente o esclusivamente osservata in volo). / **Tab. 7** – List of species included in Annex I of the Birds Directive detected along transects (* = species predominantly or exclusively observed in flight).

Specie	nome scientifico
coturnice	<i>Alectoris graeca</i>
calandro	<i>Anthus campestris</i>
biancone*	<i>Circaetus gallicus</i>
falco di palude*	<i>Circus aeruginosus</i>
re di quaglie	<i>Crex crex</i>
picchio nero	<i>Dryocopus martius</i>
falco pellegrino*	<i>Falco peregrinus</i>
averla piccola	<i>Lanius collurio</i>
nibbio bruno*	<i>Milvus migrans</i>
falco pecchiaiolo*	<i>Pernis apivorus</i>
picchio cenerino	<i>Picus canus</i>
bigia padovana	<i>Sylvia nisoria</i>
fagiano di monte	<i>Tetrao tetrix</i>

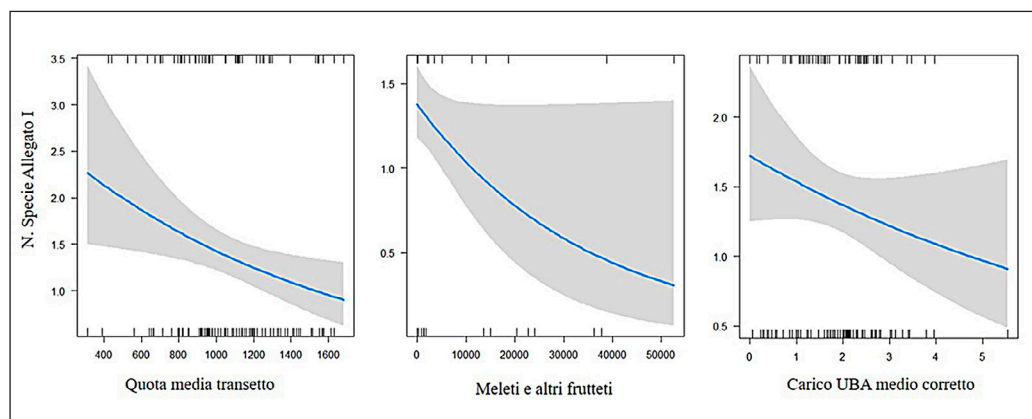


Fig. 4 – Effetto delle variabili incluse nel singolo modello più supportato, sulle specie dell'Allegato I della Direttiva Uccelli. / **Fig. 4** – Effect of the variables included in the single most supported model, on Annex I species of the Birds Directive.

Tab. 8 – Valori di AICc per i modelli comprendenti variabili di diverso tipo per il numero di specie incluse nell'Allegato I della Direttiva Uccelli. / **Tab. 8** – AICc values for models including different types of variables for the number of species listed in the Annex I of the Birds Directive.

Modello	AIC del modello più supportato
topografia	385,86
paesaggio: usi del suolo non-prativi	388,08
paesaggio: prati e pascoli	-
dettaglio degli ambienti prativi	-
gestione	387,83
tipologia prato	-
complessivo	383,10

I risultati sono leggermente differenti considerando anche i rapaci censiti presso i transetti. In questo caso, vi sono altre variabili il cui effetto risulta statisticamente supportato: anche la quota e il carico medio aziendale hanno un ruolo. Nel modello specifico per gli elementi del paesaggio (uso del suolo) non legati ai prati, compare anche un effetto negativo dei coltivi, che non si ritrova però poi a livello di modello sintetico complessivo.

Il supporto è tutto sommato simile per variabili gestionali e di paesaggio (uso del suolo) e leggermente migliore per la topografia. Il modello sintetico risulta ulteriormente più supportato, a riprova dell'effetto di variabili appartenenti a gruppi diversi (tabella 8; figura 4).

Discussione

Le caratteristiche del paesaggio, in termini sia di uso del suolo che di topografia, la gestione agricola e il loro effetto congiunto sono elementi fondamentali nel determinare le caratteristiche delle comunità biologiche di aree coltivate o pascolate (Šumrada et al. 2021). In questo lavoro, abbiamo considerato le comunità ornitiche delle aree prative trentine. Gli uccelli rappresentano un bioindicatore di primario interesse, grazie alla loro sensibilità alle variazioni ambientali, alla loro "capacità" di approssimare bene cosa succede agli altri gruppi tassonomici e alla relativa facilità di censimento su vasta scala e con modalità quantitative (Wiens 1989). Gli ambienti prativi sono invece uno dei contesti ambientali di maggior pregio a livello continentale, in termini sia di biodiversità che di valore culturale e ricreativo (Pe'er et al. 2014). Per queste ragioni, indagare i fattori che determinano la composizione delle comunità avifaunistiche nei prati trentini, che si stanno velocemente riducendo, determinando importanti trasformazioni paesaggistiche e non solo, riveste particolare importanza. Co-

noscere i fattori che concorrono a determinare le caratteristiche delle biocenosi delle aree prative può infatti aiutare a pianificare adeguatamente interventi e misure volti non solo a preservare la presenza di superfici ancora mantenute a prato (anziché convertite in colture specializzate o abbandonate o urbanizzate), ma anche a conservare ambienti prativi ecologicamente "funzionanti", in cui le diverse componenti biotiche possano ancora trovare posto e svolgere il proprio ruolo ecologico.

L'analisi comprendente tutte le specie osservate presso i transetti risente necessariamente della grandissima eterogeneità di taxa censiti, con esigenze ecologiche tra loro diverse e spesso contrastanti. Per questa ragione, i risultati ottenuti non sono particolarmente informativi e mostrano sostanzialmente un blando effetto positivo del bosco di conifere e un effetto negativo, ancora più debole, di variabili che indicano la presenza di aree coltivate, sia a prato che non. Tra queste, la superficie di prati di fondovalle (ovvero, di quelli gestiti più intensivamente) risulta esercitare un effetto negativo un po' meno "vago" rispetto alle altre variabili. Questo pattern è tutto sommato coerente con l'effetto positivo di aree boscate e dei loro margini e quello negativo delle aree agricole intensive emerso dal lavoro focalizzato sui prati da sfalcio (Assandri et al. 2019a). Gli ambienti agricoli più intensivi esercitano un effetto negativo su numerose specie, mentre la presenza di ambienti boschivi favorisce quella di specie forestali e generaliste in un contesto dominato da aree aperte e semi-aperte, come quello di prati e pascoli qui considerati e campionati attraverso i transetti. L'effetto negativo delle variabili associate ai prati va inteso infatti anche come dovuto alla minor diversità ambientale presente presso i transetti dove gli ambienti dominanti nelle realtà indagate (a causa del disegno di campionamento incentrato su prati e pascoli) sono maggiormente estesi. A superfici più estese di prati corrispondono aree inferiori coperte da altri habitat e quindi meno possibilità per le specie non-prative di essere presenti.

Più indicativi sono sicuramente i risultati forniti dall'analisi relativa alle specie "specializzate" per le aree prative. In questo caso, emerge chiaramente, sia dal confronto tra il supporto ottenuto dai modelli comprendenti diversi gruppi di variabili, sia dall'esame delle variabili che compongono il modello sintetico, come gli elementi topografici e quelli paesaggistici (soprattutto se indicativi delle aree prative) siano assolutamente preponderanti rispetto a tutti gli altri. A seguire, sono gli aspetti gestionali a essere discretamente supportati, mentre poco rilevanti appaiono tipologia di prato e il dettaglio degli ambienti prativi. Le specie legate agli ambienti prativi si rinvenivano più abbondanti in aree relativamente pianeggianti ma a quote mediamente superiori e aumentano proporzionalmente alla copertura di prati stabili, pascoli e praterie alpine. L'effetto positivo della quota è verosimilmente dovuto a due differenti ragioni. Da un lato, esso è sicuramente in parte attribuibile alla presenza di specie esclusivamente o prevalentemente legate a contesti montani, quali coturnice, spioncello, prispolone, culbianco; dall'altro, è altamente probabile che un ruolo sia giocato anche dal diverso livello di in-

tensificazione, dal momento che a quote superiori la gestione dei prati risulta nel complesso meno intensiva, con effetti sull'avifauna dei prati (Assandri et al. 2019a, 2019b). A questo elemento va senz'altro ricondotta l'estinzione dell'allodola a bassa quota, accertata come nidificante in poche località fino ai primi anni 2000 (Pedrini et al. 2005): sebbene non si tratti certo di una specie "alpina" e in altre aree in Italia settentrionale sia ancora ben rappresentata in contesti pianiziali (es. Brambilla et al. 2012), l'allodola in Trentino è attualmente limitata alla fascia montana proprio a causa della gestione troppo intensiva in termini di sfalci e concimazioni che contraddistinguono i prati a quote medie e basse.

L'effetto della "semplice" estensione delle aree prative indica, da un lato, la rilevanza del paesaggio per queste specie e, dall'altro, il fatto che la loro disponibilità rappresenti ormai un fattore limitante per le specie di ambienti aperti, a causa della rarefazione di prati e pascoli avvenuta in buona parte del territorio provinciale a seguito dell'abbandono di questa pratica colturale e/o della sostituzione con altre tipologie di coltivi alle medie e basse quote (vigneti e frutteti).

Focalizzando l'attenzione sulle specie elencate nell'Allegato I della Direttiva Uccelli, specie quindi "prioritarie" per la conservazione a livello comunitario, si ottengono risultati leggermente diversi a seconda dell'inclusione o meno dei rapaci tra le specie considerate come variabile dipendente nei modelli. In ogni caso, emerge un chiaro effetto negativo della superficie occupata da meleti e altri frutteti. Queste coltivazioni specializzate, caratterizzate da un forte livello di intensificazione delle pratiche agricole e da omogeneizzazione del paesaggio, risultano particolarmente "sgradite" alle specie più esigenti, quali sono la maggior parte di quelle inserite nell'Allegato I della direttiva, che include soprattutto specie che necessitano di particolare tutela e attenzione per la loro conservazione. Includendo anche i rapaci, oltre alla conferma dell'effetto negativo di meleti e altri frutteti, emerge un effetto negativo sia della quota media del transetto che del carico medio in UBA per ettaro (corretto per la quantità di bestiame monticato). L'effetto della quota è facilmente spiegabile con il fatto che tutti i rapaci elencati nell'allegato e censiti lungo i transetti, ovvero biancone, falco di palude, falco pellegrino, nibbio bruno e falco pecchiaiolo, seppure nella maggior parte dei casi presenti lungo un elevato gradiente altitudinale, tendono a essere più frequenti alle basse e medie quote. L'effetto negativo del carico zootecnico medio aziendale riporta in luce ancora una volta l'impatto negativo che l'intensificazione delle pratiche agricole – e della praticoltura nello specifico – esercita sulle biocenosi e sull'avifauna in particolare. Carichi più elevati corrispondono infatti a prati "banalizzati", più poveri di specie floristiche e meno diversificati dal punto di vista dei mosaici tipologici, con struttura densa e uniforme e scarsità di potenziali prede per i rapaci. Questi effetti sono peraltro in linea con quelli che ci si attenderebbe per altre specie elencate nell'Allegato I della Direttiva Uccelli e attualmente assenti come nidificanti regolari sul territorio provinciale, ovvero tottavilla e ortolano (Brambilla et al. 2017; Brambilla e Rubolini 2009; Pedrini et al. 2005).

I risultati di questo lavoro appaiono coerenti con quelli rilevati in contesti anche molto differenti, sia nell'area alpina (Laiolo et al. 2004) che in contesti più o meno differenti (Brambilla et al. 2020a; Šumrada et al. 2021).

Conclusioni e prospettive future

Gli ambienti prativi sono in forte declino in tutto il Trentino, ma il loro calo non è relativo al solo territorio provinciale: esso si inquadra in una più generale dinamica di perdita di superfici, degrado e conversione delle "praterie" che sta interessando gran parte d'Europa, con conseguenze nefaste per molte specie. Gli ambienti prativi estensivi sono infatti tra gli habitat più ricchi di specie a livello continentale, e questo quadro appare confermato anche dall'avifauna rilevata presso transetti ubicati in aree aperte durante i censimenti utilizzati per le analisi presentate in questo lavoro. Le 112 specie

censite in periodo primaverile-inizio estivo testimoniano la presenza di una ricchezza biologica ancora rilevante, nonostante le perdite in termini di superfici e il degrado in termini di qualità ecologica subiti dai prati trentini negli ultimi decenni.

Le analisi condotte sui dati confermano ulteriormente alcuni elementi già emersi nei precedenti anni di questo lavoro e in studi precedenti, svolti sia in Trentino che altrove, e in particolare merita ricordare i seguenti punti:

- a livello paesaggistico, la disponibilità e l'estensione di prati, pascoli e praterie è un fattore fondamentale per le specie legate agli ambienti aperti;
- l'intensificazione dell'agricoltura, a tutti i livelli, sia di paesaggio (con la conversione in meleti, frutteti e altre colture più redditizie) che di gestione locale (misurata attraverso il carico aziendale in unità bovine), ha effetti negativi, soprattutto sulle specie di maggior interesse conservazionistico;
- la conservazione degli elementi di margine, quali aree umide, siepi, cespugli e alberi isolati, è fondamentale per comunità ricche ed ecologicamente funzionali, nonché per diverse specie, tra cui alcune di interesse comunitario (come averla piccola e bigia padovana).

La mancanza di effetti rilevanti delle diverse misure del PSR a questa scala suggerisce che, nonostante l'impatto locale sicuramente positivo di alcune di esse (come si evince dallo studio specifico sul re di quaglie, Brambilla et al 2021), esse non siano al momento in grado, probabilmente a causa della modesta superficie impegnata dalle misure maggiormente orientate alla tutela della biodiversità, di influenzare i pattern evolutivi generali a scala provinciale. Favorire una maggior adesione alle operazioni di PSR che prevedono estensivazione, gestione degli sfalci compatibile con le specie selvatiche e miglioramenti ambientali e di conduzione, deve essere uno degli obiettivi delle prossime programmazioni. Similmente, una "revisione" in senso ambientale delle misure più diffuse dovrebbe essere intrapresa per far sì che esse possano giocare un ruolo nel mantenere prati e alpeggi ecologicamente funzionali, cosa che al momento non sembra avvenire a causa della mancanza di specifiche raccomandazioni e impegni a favore della biodiversità.

Infine, questo lavoro evidenzia i vantaggi derivanti dalla possibilità di integrare le istanze di monitoraggio ai sensi delle direttive europee (nell'ambito quindi dei programmi di monitoraggio di Natura 2000) con quelle dello studio degli effetti delle pratiche agricole e dei Programmi di Sviluppo Rurale. Tale integrazione infatti consente di massimizzare la quantità di dati e informazioni ottenibili attraverso il lavoro di campo e il loro potenziale utilizzo, abbinato a fonti di dati di altro tipo (relativi ad esempio ad aree protette o a gestione agricola). In questo modo, si può puntare ad assolvere in modo più completo alle richieste provenienti sia dagli obblighi comunitari in ambito Natura 2000, sia alla necessità di valutare gli effetti dei Programmi di Sviluppo Rurale e di pianificare adeguatamente conservazione e gestione ambientale a favore della biodiversità a scala provinciale.

Proposte per il miglioramento ambientale dei prati in Trentino nella nuova programmazione dello Sviluppo Rurale

Sulla base delle analisi condotte nel presente studio la situazione degli ambienti prativi e pascolivi in Trentino, ovvero prati stabili, pascoli, pascoli alberati e praterie alpine, presenta sostanzialmente due "facce". Da un lato, essi appaiono in progressivo calo, come del resto in gran parte d'Europa, con conseguenze nefaste per molte specie e per molti paesaggi culturalmente significativi, quando non addirittura "identitari" per certe vallate. Tale contrazione è da ascrivere in parte a processi di estensivizzazione e abbandono delle pratiche colturali, associati alla nemoralizzazione e alla successione secondaria verso formazioni boschive naturali, in parte alla conversione verso colture più intensive e redditizie.

Dall'altro lato, gli ambienti prativi e pascolivi di vario tipo rivestono ancora un ruolo fondamentale per molte specie, sebbene

riescano sempre meno ad assolvere le loro funzioni ecologiche a seguito di fenomeni opposti e polarizzati di abbandono ed intensificazione, risultanti in una semplificazione dei mosaici paesaggistici e nel degrado agronomico e ambientale del contesto rurale.

Questo quadro suggerisce chiaramente l'opportunità di un ripensamento delle politiche a favore dei prati e dei pascoli, che dovrebbe interessare tutti i livelli, da quello europeo a quello nazionale e locale, in particolare con il Complemento di Programmazione per lo Sviluppo Rurale del Piano Strategico della PAC 2023-2027 (CSR) per la Provincia di Trento.

Le ricerche svolte in questi anni sul territorio provinciale forniscono degli spunti su cui è importante soffermarsi:

- a livello paesaggistico, la disponibilità di prati, pascoli, praterie e pascoli alberati è un fattore fondamentale per un'ampia "fetta" della biodiversità trentina, e in particolare per le specie legate agli ambienti aperti, ma non risulta di per sé sufficiente per la loro tutela;
- l'intensificazione dell'agricoltura, a tutti i livelli, sia di paesaggio (con la conversione in meleti, frutteti e altre colture più redditizie) che di gestione locale (misurata attraverso il carico medio aziendale di bestiame), ha effetti negativi sulla biodiversità specifica, soprattutto sulle specie di maggior interesse conservazionistico;
- le misure previste dal PSR vigente per il periodo 2014-2020 hanno avuto, in alcuni casi, un impatto positivo su specie e habitat (soprattutto quelle volte a garantire pratiche gestionali compatibili con le esigenze delle specie selvatiche) ma, a larga scala, non sono state in grado, probabilmente a causa della modesta superficie impegnata dalle misure maggiormente orientate alla tutela diretta della biodiversità, di influenzare i pattern generali a livello provinciale. Le misure più largamente adottate, che prevedono l'erogazione di premi economici "a pioggia", non sono sufficientemente caratterizzate da requisiti e output attesi di tipo ambientale e non hanno sostanzialmente rivolti positivi per la biodiversità.

In base a queste considerazioni, si possono ipotizzare alcune linee lungo cui articolare proposte per la programmazione locale dello Sviluppo Rurale 2023-2027, da declinare in potenziali azioni/misure a livello provinciale. Tali linee di proposta riguardano azioni sia di tipo diretto, finalizzate alla tutela mirata della biodiversità specifica e di habitat alle diverse scale spaziali, sia di tipo indiretto, volte a contrastare i fenomeni sopra citati di polarizzazione tra intensificazione ed abbandono e a riavvicinare la filiera agro-zootecnica al territorio in un'ottica di più ampia sostenibilità e tutela della biodiversità.

Azioni di tipo diretto a tutela della biodiversità

In linea generale, si rende necessario promuovere misure che premiano la qualità della gestione del prato-pascolo, superando modelli orizzontali di incentivo all'utilizzazione "a qualsiasi prezzo", che hanno sì l'effetto di limitare l'abbandono ma producono distorsioni di tipo agronomico ed ambientale.

In particolare può essere elaborato, quale strumento pratico di tutela della biodiversità a più scale, un set codificato di misure/obiettivi ambientali a cui le aziende possono aderire e per le quali vengono remunerate, nella forma di "pacchetti" o "contratti ambientali" aziendali. In tale set di misure possono rientrare azioni quali:

1. l'individuazione a livello aziendale di un pool di superfici da dedicare alla conservazione della biodiversità secondo l'applicazione di linee guida gestionali specifiche - può essere definito ad esempio un valore percentuale delle superfici aziendali (5% della superficie foraggera) o identificato il patrimonio aziendale in prati magri e ricchi di specie, da condurre secondo un protocollo gestionale che regola il regime di sfalcio, la concimazione e le altre operazioni colturali;
2. il mantenimento e la creazione di elementi "marginali" di estrema rilevanza per la biodiversità, attraverso incentivi a favore di siepi, macchie di arbusti, alberi isolati, piccoli stagni o raccolte

d'acqua semi-naturali - la presenza di questi elementi, sebbene molto ridotta rispetto al passato, rappresenta un fattore chiave per la conservazione di molte specie esigenti e/o legate a mosaici di habitat a piccola scala;

3. l'introduzione di premialità aggiuntive per prati da sfalcio particolarmente lontani e fisicamente marginali rispetto al centro aziendale e/o al fondovalle, secondo un criterio di distanza chilometrica e/o dislivello altitudinale legato ai più elevati aggravii gestionali;
4. la definizione di progetti di tutela ambientale a livello di singola valle e/o distretto (dove le Reti di Riserve potrebbero giocare un ruolo di coordinamento), superando la complessità dell'operazione 16 del PSR 2014-2020 (cooperazione) e definendo dei set di misure specifiche e codificate a cui le aziende possono attingere sulla base delle esigenze particolari di tutela ambientale dei singoli territori (es. tutela mirata di determinate specie/habitat);
5. l'introduzione, per superfici prative o pascolive particolarmente sensibili o di eccezionale pregio ambientale, di premialità specifiche secondo un approccio orientato al risultato (definizione di obiettivi conservazionistici specifici che vengono remunerati solo se raggiunti);
6. introduzione di premialità aggiuntive per la gestione del prato finalizzata alla conservazione del re di quaglie, con impegni legati allo sfalcio posticipato (nessun taglio fino a tutto luglio), al mantenimento di "isole" di erba alta o fasce non falciate di larghezza non inferiore a 10 m, alla conduzione di uno sfalcio a bassa velocità a partire dal centro del prato;
7. introduzione di premialità aggiuntive per interventi finalizzati alla conservazione di averla piccola, bigia padovana e altre specie legate ad ambienti a mosaico, con impegni legati al mantenimento di fasce non falciate attorno a siepi e macchie di arbusti di almeno tre metri di larghezza e al mantenimento di porzioni di prato non falciate di dimensioni non inferiori a 500 m²;
8. introduzione dell'obbligo formativo, per chi aderisce ai "pacchetti" o "contratti ambientali", su tematiche di tipo ambientale (definizione di un numero di ore formative per programmazione dedicate a temi quali la biodiversità, la sostenibilità, la gestione ambientale del prato-pascolo, etc.).

Azioni di tipo indiretto a tutela della biodiversità

Le azioni di tipo indiretto a tutela della biodiversità sono mirate al contrasto dei fenomeni di degrado agronomico-ambientale dei contesti prativi e pascolivi, al mantenimento dei mosaici paesaggistici e al ri-equilibrio della gestione in un'ottica di maggiore sostenibilità della filiera foraggero-zootecnica. Nelle azioni di tipo indiretto possono rientrare:

1. l'impegno aziendale al mantenimento delle superfici a prato attraverso un rapporto stabile tra superfici a prato e le altre colture presenti all'interno dell'azienda, in modo da limitare l'erosione del prato stabile dovuta alla conversione in frutticole, vigneti o seminativi (inclusi il mais, gli erbai e le colture avvicendate);
2. l'impegno aziendale al mantenimento delle superfici a prato secondo la loro rispettiva vocazionalità, garantendo il mantenimento della quota di prati di versante e/o magri e ricchi di specie rispetto a quelli di fondovalle;
3. la ri-definizione del metodo di computo del carico zootecnico medio aziendale (UBA/ha) secondo un approccio che superi la visione del prato come entità omogenea ma che introduca la differenziazione del prato a seconda della sua effettiva capacità produttiva e di valorizzazione agronomica dei nutrienti (es. discriminare la capacità di carico di un prato di fondovalle da quella di un prato di versante e/o magro e ricco di specie);
4. la previsione, per le aziende dotate di un "corredo prativo" di particolare pregio ambientale (es. elevata quota di prati magri e ricchi di specie), di sistemi di premialità che compensino i

- maggiori costi/minori ricavi legati alla minore produzione foraggera, alla più onerosa gestione e ai minori carichi zootecnici ammessi;
5. l'introduzione del concetto di auto-provvigionamento foraggero come parametro di legame della produzione con il territorio di riferimento, differenziando nel computo del livello di auto-provvigionamento le diverse tipologie di superficie foraggera relativamente al loro potenziale produttivo e prevedendo premialità aggiuntive per le aziende con maggiore autonomia foraggera;
 6. l'introduzione di ulteriori premialità per le aziende che si dotano di un piano di concimazione delle superfici foraggere e che ne attestano l'implementazione per la restituzione aliquotaria dei nutrienti al campo (bilancio aziendale dell'azoto);
 7. l'incentivazione di filiere e produzioni di qualità che promuovono la sostenibilità, la qualità ambientale e la salubrità di prodotti locali, ottenuti con procedure rispettose della natura e che sostengano il mantenimento dei paesaggi tradizionali - queste iniziative potrebbero essere promosse da apposite misure del PSR, ad esempio attraverso il sostegno alla certificazione di filiera e/o prodotto (che vada oltre il mero metodo biologico), in modo da essere anche pubblicamente controllate e certificate, e garantite attraverso un marchio o una certificazione per il produttore che consenta un'immediata associazione con il suo impegno a favore dell'ambiente e della biodiversità.

Ringraziamenti

Si ringrazia dr. Riccardo Mologni del Servizio politiche sviluppo rurale PAT e dr. Pietro Molfetta dell'Agenzia provinciale per i pagamenti PAT (APPAG) e loro collaboratori per il supporto e la trasmissione dei dati necessari alla ricerca; Sonia Endrizzi e Chiara Fedrigotti del Muse per il grande aiuto nell'organizzazione e rendicontazione, e ad Aaron lemma del Muse per il supporto nell'elaborazione della specifica "Carta dell'uso del suolo". Per aver contribuito negli anni ai monitoraggi ornitologici: Alessandro Franzoi, Luigi Marchesi, Franco Rizzolli, Davide Scridel. Questo studio è stato finanziato da: PSR-PAT nell'ambito del progetto AviPAT 2018-20 (Avifauna dei Paesaggi Agricoli Trentini); parte dei dati sono stati rilevati nel corso dei monitoraggi avifaunistici della Rete Natura 2000 (A. 5 - Life+ T.E.N.; <http://www.lifeten.tn.it/>) e il postdoc di Giacomo Assandri presso l'Università di Pavia con finanziamento MUSE.

Bibliografia

- Arnold, T.W., 2010 - Uninformative Parameters and Model Selection Using Akaike's Information Criterion. *J. Wildl. Manage* 74, 1175-1178. <https://doi.org/10.1111/j.1937-2817.2010.tb01236.x>
- Assandri, G., Bogliani, G., Pedrini, P., Brambilla, M., 2019a - Toward the next Common Agricultural Policy reform: Determinants of avian communities in hay meadows reveal current policy's inadequacy for biodiversity conservation in grassland ecosystems. *J. Appl. Ecol.* 56, 604-617. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13332>
- Assandri, G., Bogliani, G., Pedrini, P., Brambilla, M., 2019b - Species-specific responses to habitat and livestock management call for carefully targeted conservation strategies for declining meadow birds. *J. Nat. Conserv.* 52, 125757. <https://doi.org/10.1016/J.JNC.2019.125757>
- Assandri G., Pedrini P., Franzoi A., Marchesi L., Rizzolli F. & Brambilla M., 2023 - Gli uccelli nidificanti negli ambienti prativi e pascolati del Trentino: caratterizzazione delle comunità e status delle specie indicatrici. *Studi Trentini di Scienze Naturali*, 102: 83-100.
- Brambilla, M., 2019 - Six (or nearly so) big challenges for farmland bird conservation in Italy. *Avocetta* 43, 101-113. <https://doi.org/https://doi.org/10.30456/AVO.2019201>
- Brambilla, M., Casale, F., Bergero, V., Bogliani, G., Crovetto, G.M., Falco, R., Roati, M., Negri, I., 2010 - Glorious past, uncertain present, bad future? Assessing effects of land-use changes on habitat suitability for a threatened farmland bird species. *Biol. Conserv.* 143, 2770-2778. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2010.07.025>
- Brambilla, M., Falco, R., Negri, I., 2012 - A spatially explicit assessment of within-season changes in environmental suitability for farmland birds along an altitudinal gradient. *Anim. Conserv.* 15, 638-647. <https://doi.org/10.1111/j.1469-1795.2012.00561.x>
- Brambilla M., Gubert F. & Pedrini P., 2021 - The effects of farming intensification on an iconic grassland bird species, or why mountain refuges no longer work for farmland biodiversity. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 319: 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2021.107518>.
- Brambilla, M., Gustin, M., Cento, M., Ilahiane, L., Celada, C., 2020a - Habitat, climate, topography and management differently affect occurrence in declining avian species: Implications for conservation in changing environments. *Sci. Total Environ.* 742, 140663. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140663>
- Brambilla, M., Gustin, M., Vitulano, S., Falco, R., Bergero, V., Negri, I., Bogliani, G., Celada, C., 2017 - Sixty years of habitat decline: impact of land-cover changes in northern Italy on the decreasing ortolan bunting *Emberiza hortulana*. *Reg. Environ. Chang.* 17, 323-333. <https://doi.org/10.1007/s10113-016-1019-y>
- Brambilla, M., Rizzolli, F., Franzoi, A., Caldonazzi, M., Zanghellini, S., Pedrini, P., 2020b - A network of small protected areas favoured generalist but not specialized wetland birds in a 30-year period. *Biol. Conserv.* 248, 108699. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108699>
- Brambilla, M., Rubolini, D., 2009 - Intra-seasonal changes in distribution and habitat associations of a multi-brooded bird species: implications for conservation planning. *Anim. Conserv.* 12, 71-77. <https://doi.org/10.1111/j.1469-1795.2008.00226.x>
- Burnham, K.P., Anderson, D.R., 2002 - Model Selection and Multimodel Inference, Book. Springer, New York, NY. https://doi.org/10.1007/978-3-319-02868-2_3
- Chamberlain, D.E., Negro, M., Caprio, E., Rolando, A., 2013 - Assessing the sensitivity of alpine birds to potential future changes in habitat and climate to inform management strategies. *Biol. Conserv.* 167, 127-135. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2013.07.036>
- Humbert, J.Y., Dwyer, J.M., Andrey, A., Arlettaz, R., 2016 - Impacts of nitrogen addition on plant biodiversity in mountain grasslands depend on dose, application duration and climate: A systematic review. *Glob. Chang. Biol.* 22, 110-120. <https://doi.org/10.1111/gcb.12986>
- Korner, P., Graf, R., Jenni, L., 2018 - Large changes in the avifauna in an extant hotspot of farmland biodiversity in the Alps. *Bird Conserv. Int.* 28, 263-277. <https://doi.org/10.1017/S0959270916000502>
- Laiolo, P., Dondero, F., Ciliento, E., Rolando, A., 2004 - Consequences of pastoral abandonment for the structure and diversity of the alpine avifauna. *J. Appl. Ecol.* 41, 294-304. <https://doi.org/10.1111/j.0021-8901.2004.00893.x>
- Pe'er, G., Dicks, L. V., Visconti, P., Arlettaz, R., Báldi, A., Benton, T.G., Collins, S., Dieterich, M., Gregory, R.D., Hartig, F., Henle, K., Hobson, P.R., Kleijn, D., Neumann, R.K., Robijns, T., Schmidt, J., Shwartz, A., Sutherland, W.J., Turbé, A., Wulf, F., Scott, A. V., 2014 - EU agricultural reform fails on biodiversity. *Science* (80). 344: 1090-1092. <https://doi.org/10.1126/science.1253425>
- Pedrini, P., Caldonazzi, M., Zanghellini, S., 2005 - Atlante degli Uccelli nidificanti e svernanti in provincia di Trento. *Stud. Trentini di Sci. Nat. Acta Biol.* 80, suppl. 2 pp 674.

- Pedriani P., Brambilla M., Bertolli A. & Prosser F., 2014 - Definizione di "linee guida provinciali" per l'attuazione dei monitoraggi nei siti trentini della Rete Natura 2000 - Azione A5. pp. 144, <http://www.lifeten.tn.it>.
- Pykälä, J., 2000 - Mitigating human effects on European biodiversity through traditional animal husbandry. *Conserv. Biol.* 14, 705-712. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2000.99119.x>
- Rete Rurale Nazionale, Lipu, 2018 - Uccelli comuni delle zone agricole in Italia. Aggiornamento degli andamenti di popolazione e del Farmland Bird Index per la Rete Rurale Nazionale dal 2000 al 2017.
- Scotton, M., Pecile, A., Franchi, R., 2012 - I tipi di prato permanente in Trentino. Tipologia agroecologica della praticoltura con finalità zootecniche, paesaggistiche e ambientali. Fondazione Edmund Mach, San Michele all'Adige (Trento).
- Šumrada, T., Kmecl, P., Erjavec, E., 2021 - Do the EU's Common agricultural policy funds negatively affect the diversity of farmland birds? Evidence from Slovenia. *Agric. Ecosyst. Environ.* 306, 107200. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2020.107200>
- Wiens, J.A., 1989 - The ecology of bird communities. Cambridge University Press.