

INTERAZIONE TRA CINGHIALE E ATTIVITA' AGRICOLE IN FRIULI VENEZIA GIULIA: EFFICACIA DEL PRELIEVO VENATORIO NEL CONTENIMENTO DEI DANNI

Cecchini V.¹, Franchini M.¹, Benfatto M.², Bovolenta S.¹

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

² SERVIZIO CACCIA E RISORSE ITTICHE - Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia

Riassunto

Il cinghiale è la specie faunistica responsabile del maggior numero di danni all'agricoltura sia a livello nazionale che europeo. I danni non riguardano solo i prodotti agricoli, ma anche i terreni e le strutture annesse. I dati utilizzati per la stesura del presente lavoro riguardano le stime di consistenza, gli abbattimenti venatori, nonché quelli effettuati durante le operazioni di controllo faunistico, e le richieste di risarcimento dei danni causati alle colture agricole. Le stime di consistenza e gli abbattimenti venatori sono riferiti al decennio 2011-2020, mentre le richieste di risarcimento danni e i prelievi in controllo fanno riferimento al triennio 2018-2020. Il lavoro ha lo scopo di verificare se l'abbattimento diretto è in grado di contenere i danni alle colture. I dati relativi al periodo 2011-2020 hanno consentito di delineare la tendenza demografica della specie e di quantificare la mortalità legata alla caccia, mentre quelli del triennio 2018-2020 di evidenziare, a livello comunale, la relazione tra indice di abbondanza, numero di abbattimenti e numero di richieste di risarcimento danni. L'andamento demografico è risultato stabile, mentre si è evidenziato un aumento della pressione venatoria, una maggiore frequenza dei danni a particolari colture (mais e prato/pascolo), una relazione positiva tra numero dei cinghiali (presenti e abbattuti), e l'aumento dei danni durante il periodo di apertura della caccia. Da questi risultati si deduce che l'attività venatoria, così come programmata, costituisce un metodo scarsamente efficace nel contenimento dei danni.

Abstract

Interaction between wild boar and agricultural activities in Friuli Venezia Giulia Region: effectiveness of hunting levy in containing damages - *The wild boar is the wild species responsible for the highest number of damages to agricultural crops. Such damages do not only affect agricultural products, but also lands and infrastructures. The data used to carry out this work refer to an estimate of the species abundance, hunting practices (including those realized during wildlife management practices) and claims for damages caused to agricultural crops. Data referring to wild boar estimate and hunting activities, range from 2011 to 2020, while claims for damages and hunting realized during wildlife control operations range from 2018 to 2020. The aim of this work was to assess if hunting can limit damages by wild boar on agricultural crops. Hunting data allowed us to delineate the demographic trend of the species, and to quantify the mortality associated to hunting. All data (consistency estimates, total culls, damages), referring to the period 2018-2020, were collected at a Municipal level and merged into a database. The results highlighted a stable demographic trend of the species, an increasing hunting pressure, a higher frequency of damages towards certain crops (maize and pastures), a positive relationship between the number of wild boars (present and hunted), and an increasing trend of damages during the hunting period. These results highlighted that the hunting activity, as scheduled, seems to be poorly effective in reducing wild boar damages.*

Introduzione

La consistenza del cinghiale *Sus scrofa* è aumentata, a partire dagli anni Sessanta, sia in Europa (Tack & Williams, 2018) sia in Italia (Carnevali *et al.*, 2009). Il cinghiale è responsabile della maggior parte dei danni arrecati alle colture agricole (Riga *et al.*, 2011) e su di esso convergono anche interessi economici e sociali (Monaco *et al.*, 2003, Marsan & Mattioli, 2013). In Friuli Venezia Giulia (FVG), i dati bibliografici disponibili indicano un andamento demografico coerente con quello europeo e nazionale (Colombi *et al.*, 2008), almeno fino al 2010 (Rucli *et al.*, 2011). In questa Regione, che in virtù della sua autonomia ha potestà legislativa primaria in materia di caccia, l'attività venatoria viene esercitata in forma individuale dal 15 maggio al 15 gennaio, e tramite tipi di caccia collettivi dal 1 settembre al 31 dicembre (LR (FVG) n. 24/1996 e n. LR (FVG) n. 6/2008). Sul territorio regionale sono previste due zone con regimi di gestione diversi: la "zona di caccia" e la "zona di rimozione", richiamati nel *Piano Faunistico Regionale* (Decreto n. 0140 / Pres del 10/07/2015). Nella prima, la pianificazione del prelievo è vincolata al risultato delle stime di abbondanza (censimenti) e al completamento dei piani di abbattimento. Nella seconda, invece, la pianificazione del prelievo non è vincolata al risultato delle stime di consistenza; questa scelta gestionale per la "zona di rimozione" è determinata dalla volontà di ridurre e prevenire gli effetti negativi della presenza della specie nelle zone di pianura fortemente antropizzate. Da ottobre 2021, inoltre, è entrato in vigore un *Piano quadriennale di controllo del cinghiale in Friuli Venezia Giulia* (Delibera n. 1584 del 15/10/2021, Bollettino Ufficiale della Regione (FVG) n. 43 del 27/10/2021), che permette ulteriori abbattimenti oltre a quelli eseguiti ordinariamente con la caccia.

Obiettivo del presente lavoro è quello di studiare l'andamento del numero di cinghiali censiti e abbattuti, di alcuni indici gestionali e del numero delle richieste di risarcimento per danni alle diverse colture agricole. Inoltre, è stata indagata la relazione tra la consistenza della specie, gli abbattimenti e il numero di richieste di risarcimento danni.

Materiale e Metodi

Origine dei dati

I dati di consistenza ottenuti con le operazioni di censimento e il numero di abbattimenti venatori relativi al decennio 2011-2020, sono stati scaricati dal sito della Regione FVG nella sezione dedicata alla Gestione venatoria (<https://www.regione.fvg.it/rafvfg/cms/RAFVG/ambiente-territorio/tutela->

[ambiente-gestione-risorse-naturali/gestione-venatoria/FOGLIA9/](#)). I dati sono stati elaborati per ricavare due indici: il tasso di accrescimento (λ), calcolato secondo la formula proposta da Sinclair *et al.*, (2004), e il rapporto tra capi abbattuti e censiti.

Le informazioni riguardanti i danni alle colture, corrispondenti alle relative richieste di risarcimento, e il numero dei cinghiali prelevati con le operazioni di controllo faunistico, disponibili solo per il triennio 2018-2020, sono state ottenute rispettivamente dall'Ufficio Caccia e Risorse ittiche della Regione FVG e dalla banca dati INFOFAUNA FVG, frutto di una collaborazione tra Regione FVG e Università degli Studi di Udine (<https://infofaunafvg.com/cras/web/app.php/login>). I dati, unitamente a quelli disponibili per lo stesso periodo su censimenti e abbattimenti, sono stati raccolti all'interno di un *database* e riferiti a livello comunale. I suddetti dati hanno consentito di calcolare un indice di abbondanza della specie, considerando caso per caso il valore più alto relativo ai censimenti o agli abbattimenti, l'incidenza dei danni provocati dal cinghiale rispetto ai danni complessivi arrecati all'agricoltura dalla fauna, i tipi di colture colpite e il periodo dell'anno nel quale si sono verificati i danni stessi. Ai fini della realizzazione di opportuni confronti statistici e alla presentazione dei risultati, sono state considerate le colture per le quali è stato registrato un numero di richieste di risarcimento danni superiore a dieci. Tutte quelle con valori inferiori a dieci sono state invece incluse all'interno della categoria "altro-altre colture e strutture".

Analisi statistica

Per testare la relazione tra numero di cinghiali censiti e abbattuti all'interno dell'arco temporale che va dal 2011 al 2020 sono stati utilizzati modelli lineari generalizzati (GLMs) con residui mostranti una distribuzione binomiale negativa. La famiglia di distribuzione dei residui, così come le assunzioni dei modelli lineari, sono state testate utilizzando rispettivamente i pacchetti 'fitdistrplus' (Delignette-Muller & Dutang, 2015) e 'gvlma' (Pena & Slate, 2019). Per testare la relazione sia tra tasso di crescita del cinghiale sia tra il rapporto tra numero di animali censiti e abbattuti all'interno dell'arco temporale che va dal 2011 al 2020, sono stati utilizzati, invece, modelli di regressione lineare (LMs). Per testare la differenza in termini di (i) numero di richieste di risarcimento danni dal 2018 al 2020 e (ii) numero di danni nei confronti dei differenti tipi di colture è stato utilizzato dapprima il test di Fisher (Fisher, 1932) e, successivamente, la *pairwise nominal independence function* utilizzando il pacchetto 'rcompanion' (Mangiafico, 2016). La differenza in termini di numero di danni registrati per anno all'interno o all'esterno della stagione di caccia è stata valutata mediante lo z-test ad una proporzione.

Per testare la relazione fra l'indice di abbondanza, del cinghiale, i cinghiali abbattuti e i danni alle colture corrispondenti a ogni anno sono stati utilizzati sia LMs, sia modelli additivi generalizzati (GAMs) (Zuur *et al.*, 2009). Il numero di richieste di risarcimento danni è stato trasformato mediante il metodo del logaritmo in base 10, al fine di ridurre l'effetto di eventuali valori anomali (*outliers*) e incoraggiare la distribuzione normale dei dati. Per quanto concerne i GAMs, l'eventuale presenza di sovradisersione (*overdispersion*) dei dati è stata testata effettuando il rapporto fra la devianza residua e i corrispettivi gradi di libertà. Inoltre, la bontà del modello (*goodness-of-fit*) è stata testata utilizzando la funzione *gam.check*.

Le analisi statistiche sono state realizzate mediante il Software R (R Development Core Team, 2021) e il livello di significatività (i.e., *alpha*) è stato fissato a 0.05.

Risultati e Discussione

L'elaborazione dei dati relativi alla consistenza del cinghiale stimata nel decennio 2011-2020 hanno evidenziato una decrescita significativa del numero di cinghiali censiti (GLM, $ResD = 10,02$, $p = 0,004$). A questa decrescita demografica non corrispondono né una variazione significativa del tasso di crescita della popolazione a livello regionale (LM, $R^2 = 0,0003$, $p = 0,96$) né quella del numero di cinghiali abbattuti (GLM, $ResD = 10,05$, $p = 0,14$) (Tabella 1 e Figura 1). Si evidenzia, invece, una crescita significativa del rapporto tra stime di consistenza e cinghiali abbattuti (LM, $R^2 = 0,38$, $p = 0,96$) (Tabella 1 e Figura 2).

Tabella 1 - Cinghiali censiti, valori del tasso di crescita, cinghiali abbattuti e rapporto abbattuto/censito.

Annata venatoria	Cinghiali censiti (n)	Tasso di crescita (λ)	Abbattimenti (n)	Rapporto abbattuto/censito
2011/2012	4.637	-	2.195	0,47
2012/2013	4.604	0,99	3.484	0,76
2013/2014	4.733	0,99	2.597	0,55
2014/2015	4.292	1,03	1.952	0,45
2015/2016	3.834	0,91	2.293	0,60
2016/2017	3.733	0,89	2.857	0,77
2017/2018	4.059	0,97	3.084	0,76
2018/2019	4.062	1,09	2.846	0,70
2019/2020	4.302	1,00	3.764	0,87
2020/2021	3.837	1,06	2.880	0,75
Media	4.209	0,89	2.795	0,66

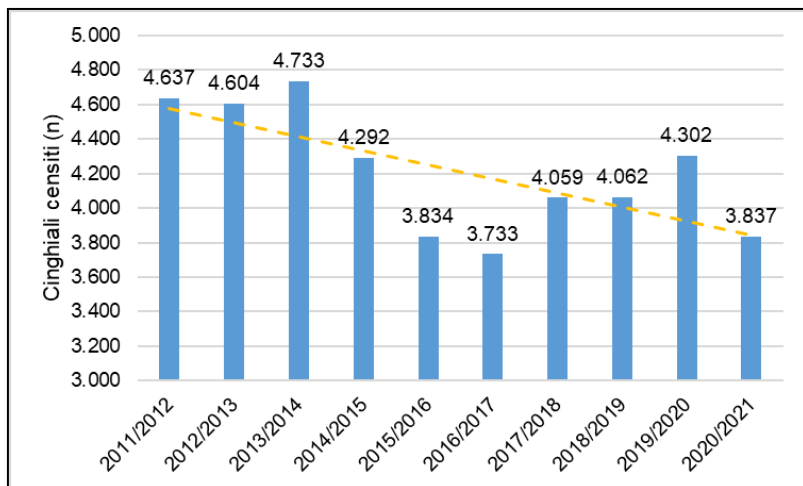


Figura 1 - Censimenti nelle diverse annate venatorie

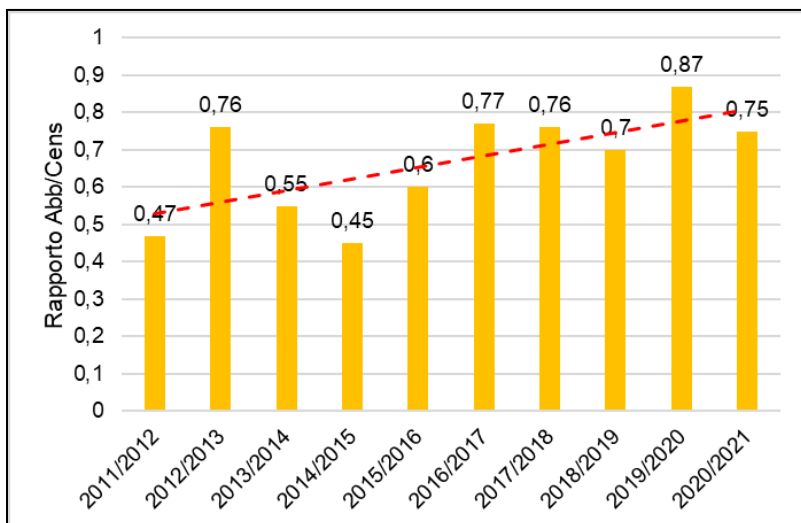


Figura 2 - Rapporto tra numero dei cinghiali abbattuti e censiti

Relativamente al triennio 2018-2020 non è stato possibile considerare tutti i casi di danneggiamento archiviati poiché alcuni di essi risultavano troppo carenti di informazioni. Il cinghiale si conferma la specie maggiormente responsabile dei danni alle colture agricole rispetto ad altre specie selvatiche (Tabella 2): nel 2018 (64,3%) e nel 2020 (76,5%) il cinghiale infatti supera nettamente i danni causati dalle altre specie, rispettivamente pari a 35,7% e 23,5%. Soltanto nel 2019 i danni da esso causati corrispondono a poco meno della metà dei casi (48,5%) contro il 51,5% di casi attribuiti ad altre specie. I Comuni in cui si sono verificati danni alle colture sono stati 45 nel 2018, 84 nel 2019 e 76 nel 2020, rispetto al totale delle 218 unità amministrative presenti in Regione FVG. La gran parte dei Comuni ha subito un numero di danni compreso tra uno e quattro casi. Dei 668 casi totali di danni, 663 sono stati arrecati a colture e cinque a strutture e/o attrezzature aziendali. Il test di Fisher ha mostrato una differenza significativa ($\chi^2 = 1866.8$, $p < 0,001$) tra il numero dei danni riportato dalle diverse categorie colturali. In particolare, si rilevano nette differenze rispetto alle altre categorie colturali quali mais (*pnif*, $p < 0,001$) e prati/pascoli (*pnif*, $p < 0,001$) (Figura 3). In particolare, mais ($n = 453$, 67,8%) e prato/pascolo ($n = 88$, 13,2%) rappresentano le colture maggiormente danneggiate. La categoria “altro-altre colture e strutture” (Figura 4), comprendente 38 casi totali, fa riferimento alle categorie colturali frumento ($n = 7$, 18,4%), pisello proteico ($n = 6$, 15,8%) e girasole ($n = 5$, 13,2%). La diversa frequenza dei danni arrecati a colture differenti non consente di formulare un giudizio di preferenza da parte del cinghiale per un particolare tipo di coltura, in quanto non è stato possibile raffrontare il dato di superficie interessato dal danno con la superficie totale occupata da ogni categoria colturale rispetto a tutto il territorio regionale nel periodo considerato.

Tabella 2 – Danni alle colture causati dalla fauna selvatica, casi attribuiti al cinghiale e ad altre specie.

Anno di riferimento	Totale danni da fauna (n)	Danni da cinghiale (n)	Danni da cinghiale (%)	Danni da altre specie (n)	Danni da altre specie (%)
2018	129	83	64,3	46	35,7
2019	641	311	48,5	330	51,5
2020	358	274	76,5	84	23,5
Totale	1.128	668	59,2	460	40,8

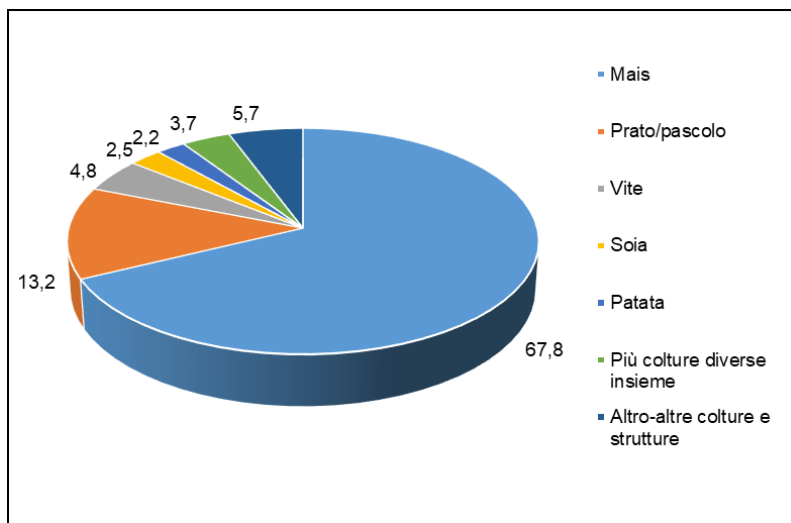


Figura 3 – Danni alle colture (% del totale).

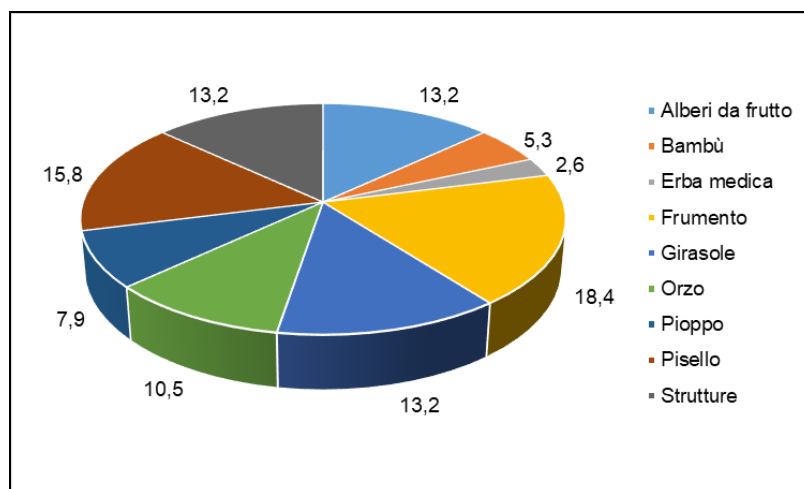


Figura 4 – Altre colture soggette a danno (% di “altro-altre colture e strutture”).

In ognuno degli anni considerati, i danni si concentrano maggiormente nel periodo 16 maggio-15 gennaio (Figure 5, 6 e 7).

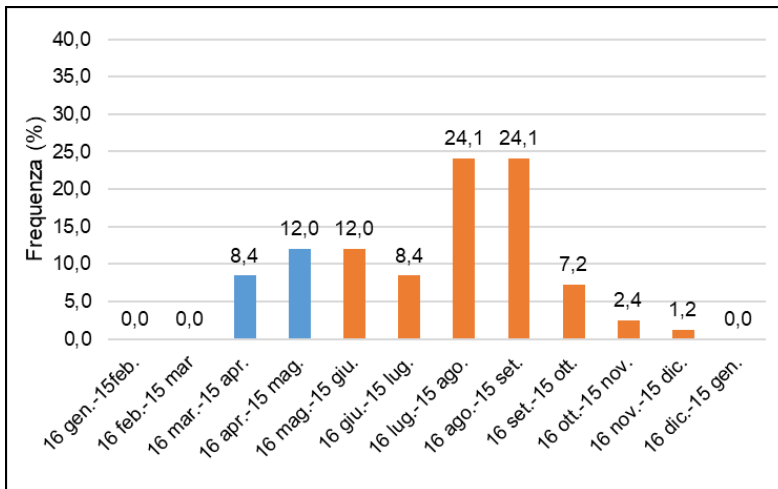


Figura 5 - Frequenza dei danni alle colture causati dal cinghiale nel 2018. I dati inclusi nella stagione di caccia sono evidenziati in arancione.

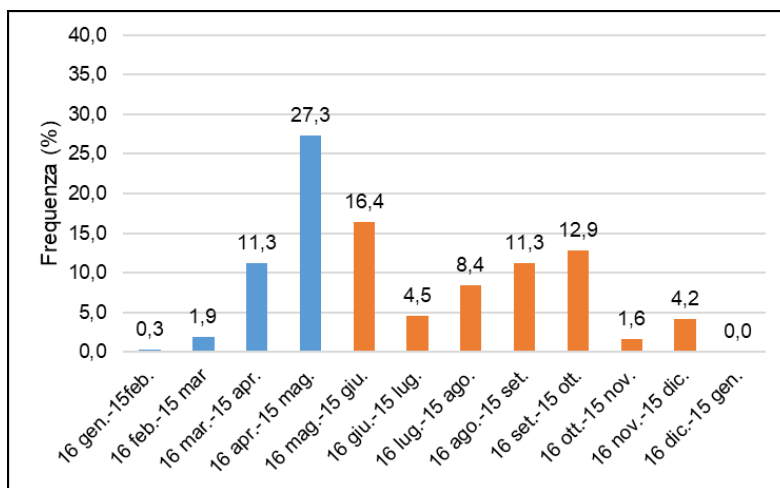


Figura 6 - Frequenza dei danni alle colture causati dal cinghiale nel 2019. I dati inclusi nella stagione di caccia sono evidenziati in arancione.

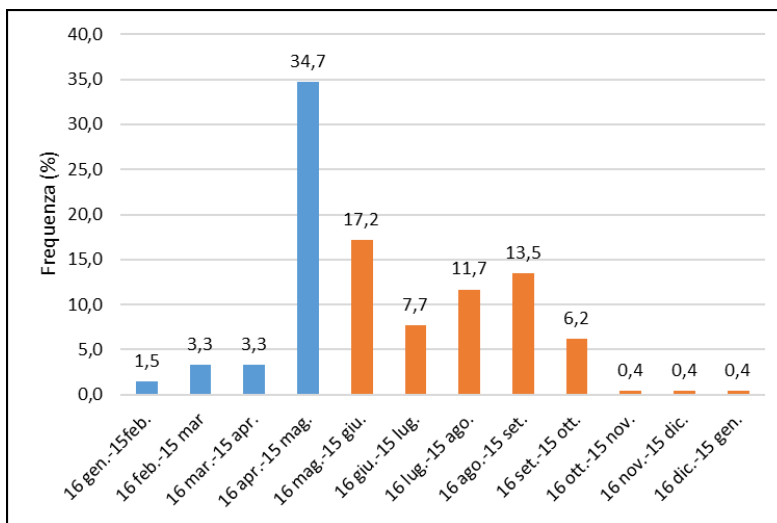


Figura 7 - Frequenza dei danni alle colture causati dal cinghiale nel 2020. I dati inclusi nella stagione di caccia sono evidenziati in arancione.

All'interno del periodo indicato, nel 2018 si sono verificati 66 casi di danneggiamento alle colture (79,5%) (Figura 5), 184 (59,2%) nel 2019 (Figura 6) e 157 (57,3%) nel 2020 (Figura 7).

Nel 2018 è stato stimato un indice di abbondanza pari a 4.510 cinghiali. Durante lo stesso anno si evidenzia una crescita significativa (GAM, $expDev = 18,30\%$, $p < 0,001$) del numero danni in relazione all'indice di abbondanza (Figura 7). Nel 2019 è stato stimato un valore di indice di abbondanza di 5.121 cinghiali. Anche per il 2019 si conferma la relazione significativa (GAM, $expDev = 9,72\%$, $p = 0,002$) tra le due variabili considerate. Nel 2020 l'indice di abbondanza è pari a 4.422 cinghiali, e si conferma l'aumento significativo (GAM, $expDev = 14,20\%$, $p < 0,001$) del numero delle richieste di risarcimento danni.

Durante i tre anni considerati, i danni aumentano all'aumentare dell'indice di abbondanza dei cinghiali.

Nel 2018 sono stati abbattuti 2.846 cinghiali. In questo caso si è evidenziata una crescita significativa (GAM, $expDev = 27,10\%$, $p < 0,001$) delle richieste di risarcimento danni in relazione al numero di cinghiali abbattuti. Nel 2019 sono stati abbattuti complessivamente 3.877 cinghiali con una crescita significativa (GAM, $expDev = 7,78\%$, $p = 0,005$) delle richieste di risarcimento danni all'aumentare del numero dei cinghiali abbattuti.

Nel 2020 sono stati abbattuti in totale 3.216 cinghiali. Come per i due anni precedenti, il modello evidenzia una crescita significativa (GAM, $expDev = 23,50\%$, $p < 0,001$) delle richieste di risarcimento danni in relazione al numero dei cinghiali abbattuti. Sia nel caso dell'indice di abbondanza sia del numero totale degli abbattimenti si nota che i risultati sono affetti da un'ampia variabilità. L'attività venatoria può modulare la struttura della popolazione per contenere i danni, privilegiando l'abbattimenti dei soggetti di età inferiore o uguale a un anno rispetto agli esemplari maturi (Monaco *et al.*, 2003; Bieber & Ruf, 2005; Keuling *et al.*, 2013). Il prelievo venatorio influenza anche l'andamento demografico della popolazione. In ambienti favorevoli per la specie, l'abbattimento delle femmine adulte non limita l'incremento numerico della popolazione (Servanty *et al.*, 2011). I risultati del presente studio mostrano che l'attività venatoria, così come programmata, non opera un efficace contenimento dei danni. Allo stesso tempo si sottolinea che le analisi compiute non considerano la composizione del prelievo in termini di classi di sesso ed età.

Le Figure 8, 9 e 10 illustrano il totale dei danni a carico delle colture agricole registrati ogni anno. Le Figure 11, 12 e 13 mostrano il numero totale di abbattimenti realizzato ogni anno. I dati sono riferiti ai singoli Comuni e alla maggiore intensità di colore corrisponde una maggiore quantità di danni o abbattimenti. La presenza di vegetazione naturale nei pressi delle colture, utilizzata come rifugio dal cinghiale, predispone le stesse al danno (Brangi & Meriggi, 2003, Ficetola *et al.*, 2014; Cappa *et al.*, 2020). A fronte delle considerazioni di questi autori, la raccolta di informazioni territoriali consentirebbe di identificare le aree in cui intervenire per prevenire o contenere i danni, fornendo anche un supporto alla programmazione della caccia, che verrebbe attuata, in queste aree, con il medesimo scopo.

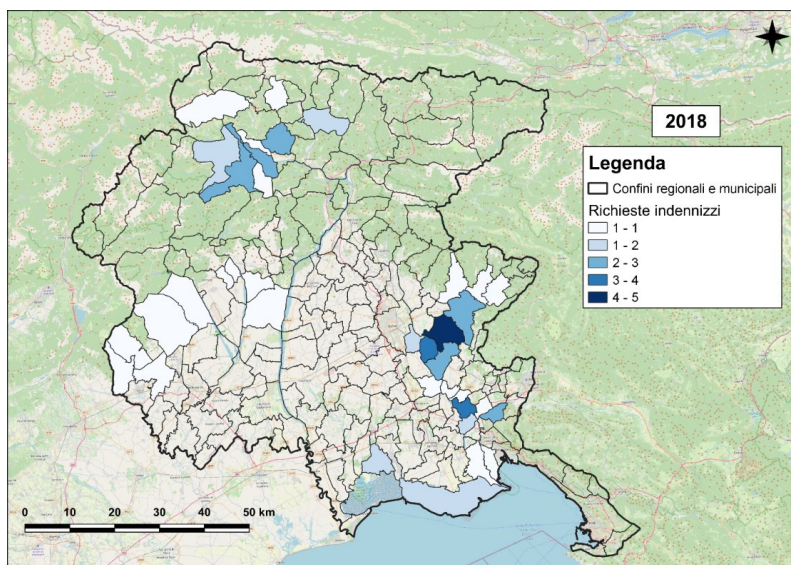


Figura 8 – Danni causati dal cinghiale nel 2018 nei vari Comuni.

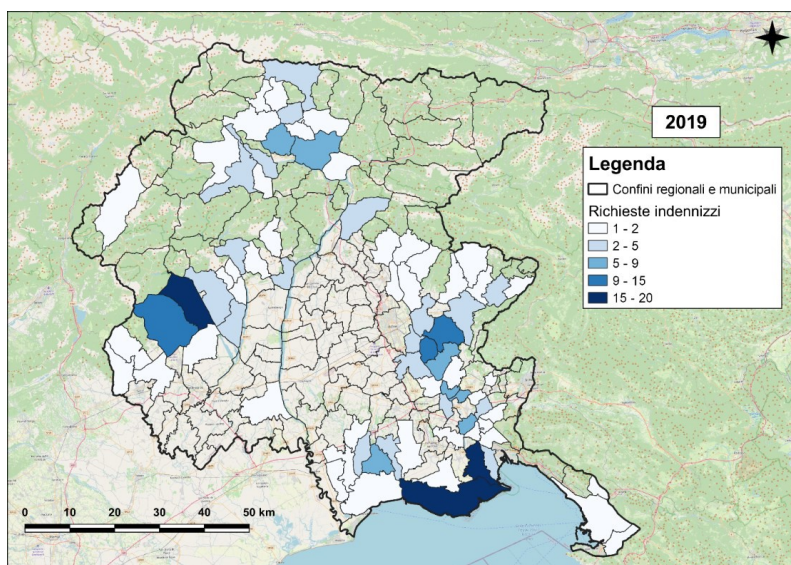


Figura 9 - Danni causati dal cinghiale nel 2019 nei vari Comuni.

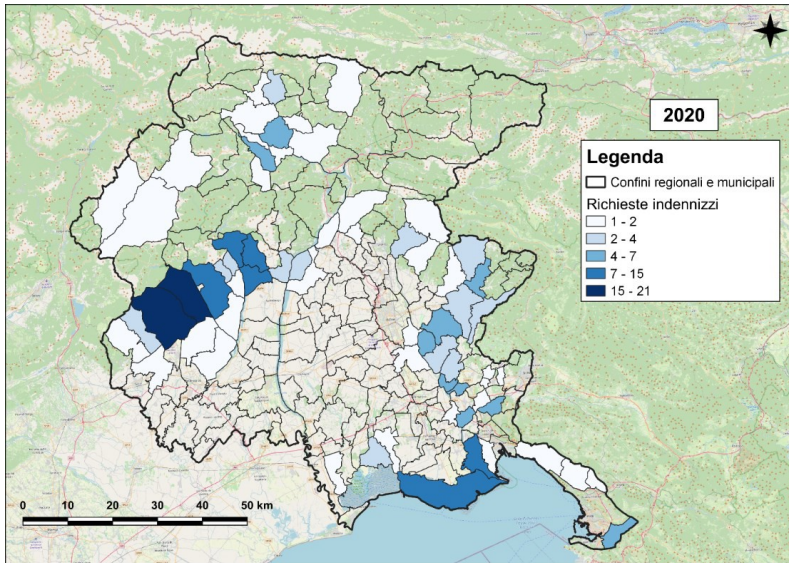


Figura 10 - Danni causati dal cinghiale nel 2020 nei vari Comuni.

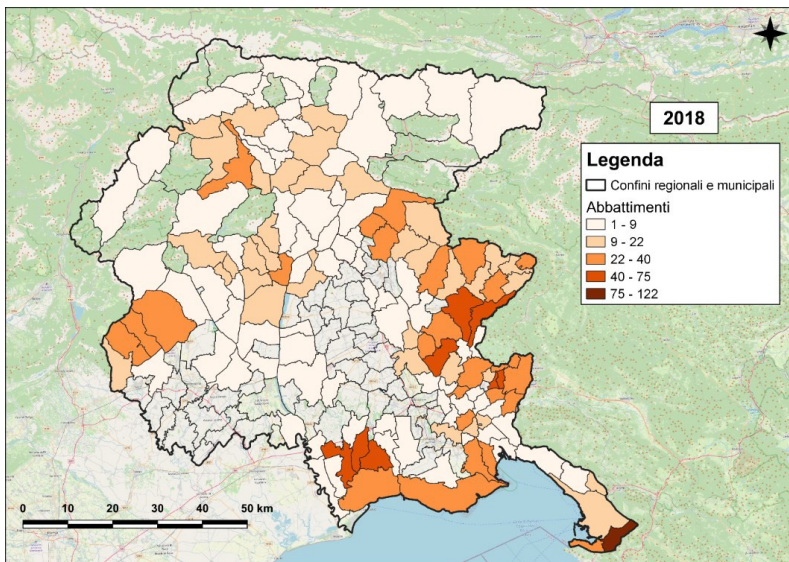


Figura 11 – Abbattimenti di cinghiale effettuati nel 2018 nei vari Comuni.

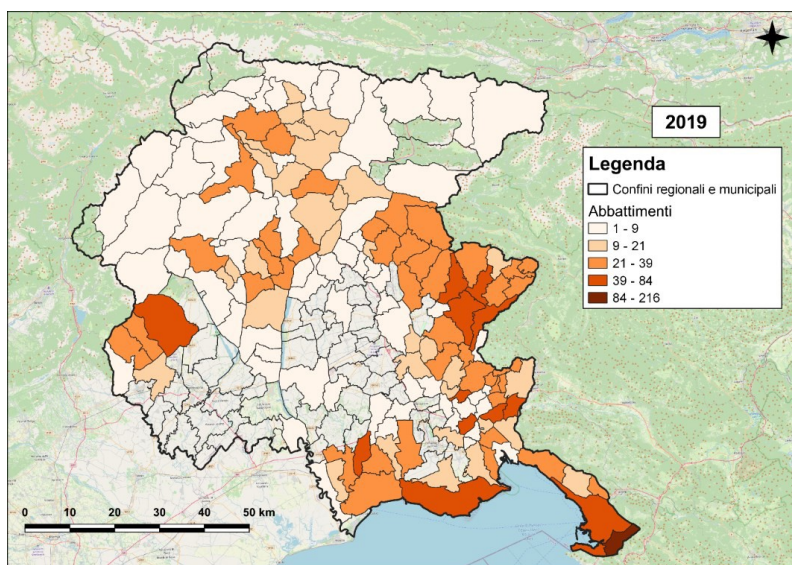


Figura 12 – Abbattimenti di cinghiale effettuati nel 2019 nei vari Comuni.

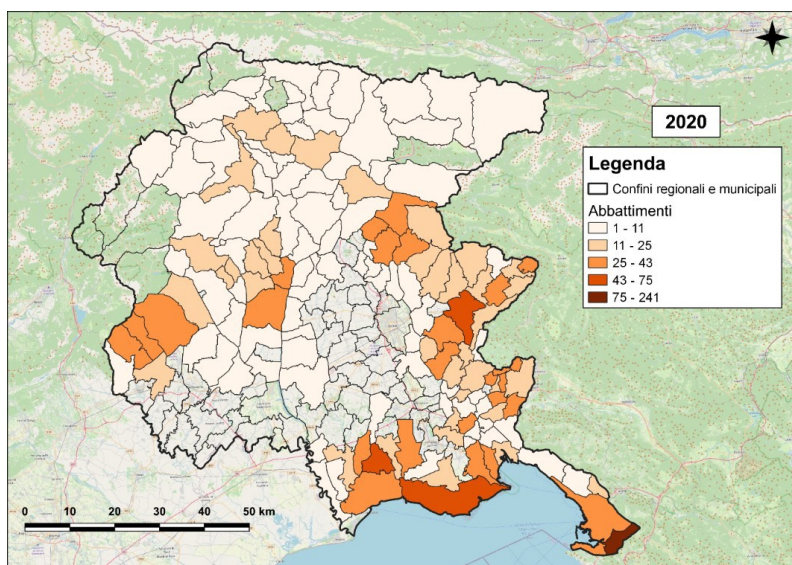


Figura 13 - Abbattimenti di cinghiale effettuati nel 2020 nei vari Comuni.

Conclusioni

Gli indici elaborati a partire dai dati venatori (stime di consistenza e abbattimenti) riferiti al periodo 2011-2020 suggeriscono, a livello regionale, la stabilità demografica della popolazione di cinghiale e un aumento della pressione venatoria nei confronti di questa specie.

Nel triennio 2018-2020 le richieste di risarcimento per danni alle colture sono aumentati sia relazione all'indice di abbondanza sia agli abbattimenti totali. Questi risultati evidenziano che l'attività venatoria nei confronti del cinghiale, così come programmata a livello regionale, è scarsamente efficace nel contenimento dei danni.

Lo studio mette in evidenza che la maggior parte dei dati relativi ai casi di danneggiamento e alla popolazione di cinghiale vengono raccolti per finalità soprattutto amministrative e sono carenti di indicazioni riguardo alle condizioni in cui si verificano i danni e alla condizione fisica degli animali abbattuti. La raccolta di ulteriori informazioni, come ad esempio la georeferenziazione del danno, l'estensione della superficie danneggiata, le misure biometriche sui capi abbattuti, ecc., è il presupposto necessario per creare una base comune per approfondire l'analisi del fenomeno, oltre a colmare l'assenza di sinergia in termini di scambi di informazioni tra ricercatori, enti gestori e amministratori locali volte ad elaborare possibili ed efficaci strategie di gestione.

Bibliografia

- Bieber C., Ruf T., 2005. *Population dynamics in wild boar Sus scrofa: ecology, elasticity of growth rate and implications for the management of pulsed resource consumers*, Journal of Applied Ecology, 42: 1203-1213.
- Brangi A., Meriggi A., 2003. *Espansione del cinghiale (Sus scrofa) e danni alle coltivazioni in un'area delle prealpi occidentali*, Hystrix It. J. Mamm. 14 (1-2): 95-105.
- Cappa F., Bani L., Meriggi A., 2020. *Factors affecting the crop damage by wild boar (Sus scrofa) and effects of population control in the Ticino and Lake Maggiore Park (North-western Italy)*, Mammalian Biology, 101: 451-463.
- Carnevali L., Pedrotti, L., Riga F., Toso S., 2009. *Banca Dati Ungulati. Status, distribuzione, consistenza, gestione e prelievo venatorio delle popolazioni di Ungulati in Italia. Rapporto 2001-2005*. Biologia e Conservazione della Fauna, 117: 1-168.
- Colombi D., Zanetti M., Nadalin G., Cristofoli L., 2008. *Il cinghiale. La specie, la sua gestione e la prevenzione dei danni*, Regione Autonoma Friuli-Venezia Giulia, Servizio tutela ambienti naturali e fauna, Ufficio studi faunistici, Udine: 1-28.
- Delignette-Muller M.L., Dutang C., 2015. *fitdistrplus: An R Package for Fitting Distributions*. Journal of Statistical Software 64 (4):1-34.
- Ficetola G. F., Bonardi A., Mairota P., Leronni V., Padoa-Schioppa E., 2014. *Predicting wild boar damages to croplands in a mosaic of agricultural and natural areas*, Current Zoology 60 (2): 170-179.
- Fisher R. A., 1932. *Statistical Methods for Research Workers* (4th ed.). Oliver and Boyd: London, UK:1-319.

- Keuling O., Baubet E., Duscher A., Ebert C., C. Fischer, Monaco A., Podgórski T., Prevot C., Ronnenberg K., Sodeikat G., Stier N., Thurfjell H., 2013. *Mortality rates of wild boar Sus scrofa L. in central Europe*, Eur J Wildl Res 59: 805-814.
- Mangiafico S., 2016. Summary and Analysis of Extension Program Evaluation in R, Version 1.18.8. Rutgers Cooperative Extension: New Brunswick, NJ, USA.
- Marsan A., Mattioli S., 2013. *Il cinghiale*, Il Piviere:1-146.
- Monaco A., Franzetti B., Pedrotti L., Toso S., 2003. *Linee guida per la gestione del cinghiale*, Min. delle Politiche Agricole e Forestali-Istituto Nazionale per la Fauna Selvatica: 5-107.
- Pena E. A., Slate E.H., 2019, *Package "gvlma"*. CRAN Repository.
- R Development Core Team, 2021. *R: A language and environment for statistical computing*, R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Riga F., Genghini M., Cascone C., Di Luzio P. (a cura di), 2011. Impatto degli Ungulati sulle colture agricole e forestali: proposta per linee guida nazionali, ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale), Manuali e linee guida 68/2011: 3-243.
- Rucli A., Cristofoli L., Colombi D., 2011. Le specie cacciabili. Consistenze e prelievi in Friuli-Venezia Giulia, 2001-2010, Regione Autonoma Friuli-Venezia Giulia, Udine: 1-22.
- Servanty S., Gaillard J.-M., Ronchi F., Focardi S., Baubet E., Gimenez O., 2011. Influence of harvesting pressure on demographic tactics: implications for wildlife management, J Appl Ecol 48: 835-843.
- Sinclair A. R. E., Fryxell J. M., Caughley G., 1994. *Wildlife ecology, conservation and management* (2° edizione), Blackwell Publishing, Oxford: 1-450.
- Tack, J., Williams J., 2018. *Le popolazioni di cinghiale (Sus scrofa) in Europa. Un'analisi scientifica sulla dimensione e distribuzione della popolazione, i principali fattori ambientali responsabili, gli impatti e le implicazioni per la gestione*, Organizzazione europea dei proprietari terrieri, Bruxelles: 1-56.
- Zuur A.F., Ieno E.N., Walker N.J., Saveliev A.A., Smith G.M., 2009. *Mixed Effects Models and Extensions in Ecology with R*, Springer, New York, USA.

