



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI MILANO



# MANIPOLAZIONE DEL COMPORTAMENTO MEDIATA DA PARASSITI? L'INFEZIONE DA TOXOPLASMA GONDII FAVORISCE L'ADOZIONE DI COMPORTAMENTI RISCHIOSI NEI CERVI ROSSI (CERVUS ELAPHUS) FACILITANDONE L'ABBATTIMENTO

Matteo Nava

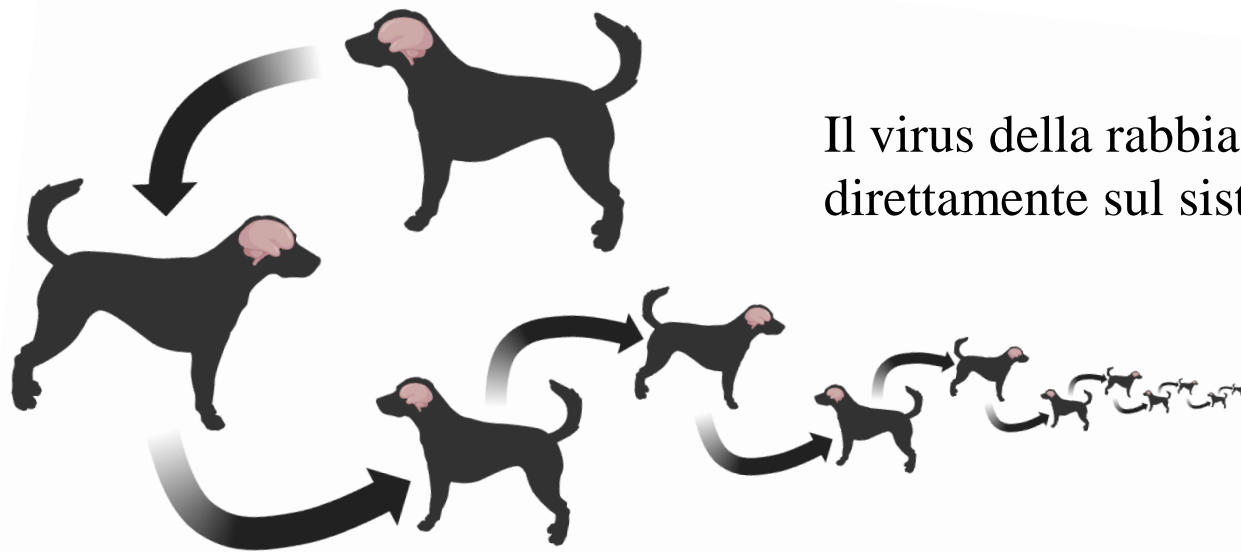
Università degli Studi di Milano – Dipartimento di Medicina Veterinaria e Scienze Animali  
Parco Nazionale dello Stelvio Lombardo  
Istituto Zooprofilattico Sperimentale della Lombardia e dell'Emilia Romagna



40èmes Rencontres du GEEFSM Saluzzo 21-24 settembre 2023

# Background

Diversi agenti patogeni hanno sviluppato **strategie per aumentare** le loro possibilità di **trasmissione** all'interno delle popolazioni animali<sup>1</sup>. Una di queste strategie è la **manipolazione del comportamento** dell'ospite attraverso meccanismi diretti o indiretti<sup>2</sup>.



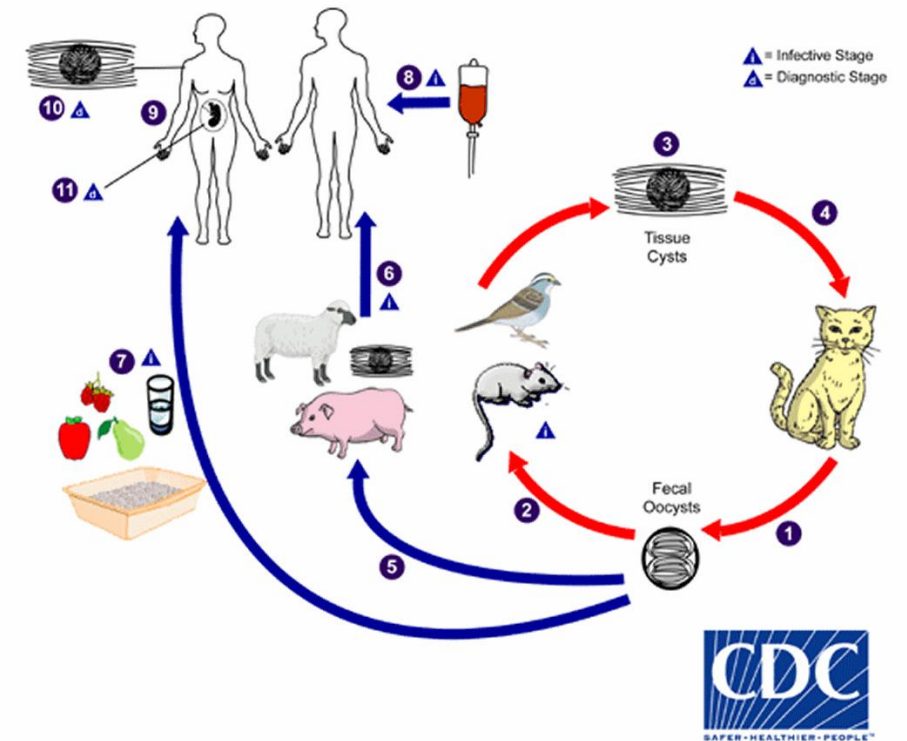
Il virus della rabbia (*Rabies lyssavirus*), ad esempio, agisce direttamente sul sistema nervoso dell'ospite<sup>3</sup>.

1. Adamo SA. 2002 Modulating the modulators: Parasites, neuromodulators and host behavioral change. *Brain Behav. Evol.*
2. Moore J. 2002 *Parasites and the behavior of animals*. Oxford; New York: Oxford University Press.
3. Rupprecht et al., 2002 Rabies re-examined. *The Lancet Infect. Dis*

# *Toxoplasma gondii*

Questo patogeno agisce a livello del sistema nervoso centrale, **abbassando la percezione del rischio** attraverso la diminuzione dell'ansia, della paura e della vigilanza in diverse specie.

Nei ratti, ad esempio, è stata osservata **un'attenuazione della risposta alla paura**<sup>4</sup>



# Ipotesi

Sfruttando una popolazione di cervi (*Cervus elaphus*) soggetta a un programma di abbattimento abbiamo studiato i potenziali effetti dell'esposizione a *T. gondii* **sull'alterazione del comportamento** dei cervi.



**il comportamento dei cervi è alterato?**



# Area di studio



Il **Parco Nazionale dello Stelvio** si trova nelle Alpi centrali italiane. La popolazione di cervo rosso nell'area di studio ha una densità di circa **30 cervi/km<sup>2</sup>** in inverno, con un numero stimato di cervi di circa 1400 individui <sup>6</sup>.



<sup>6</sup>. Corlatti et al., 2016 Spring spotlight counts provide reliable indices to track changes in population size of mountain-dwelling red deer *Cervus elaphus*. *Wildl. Bio.*

# Campionamenti

Il “**culling rank index**” degli abbattimenti è inteso come una proxy per indagare la probabilità che gli individui vengano abbattuti in un determinato momento<sup>7</sup>.

Abbiamo indagato la sua presenza nei cervi attraverso il test **ELISA** dopo aver raccolto il sangue dalla vena giugulare.

Per ogni animale abbiamo raccolto dati su **sex**, **età**, **lunghezza della mandibola**<sup>8</sup>, **massa corporea eviscerata**, **percentuale di grasso midollare**<sup>9</sup> e **sottozona di abbattimento**.



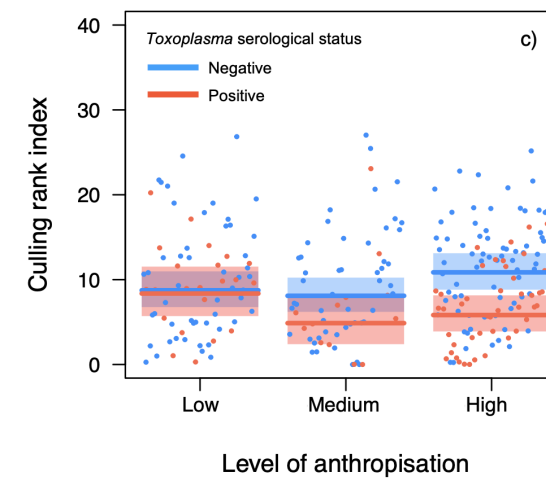
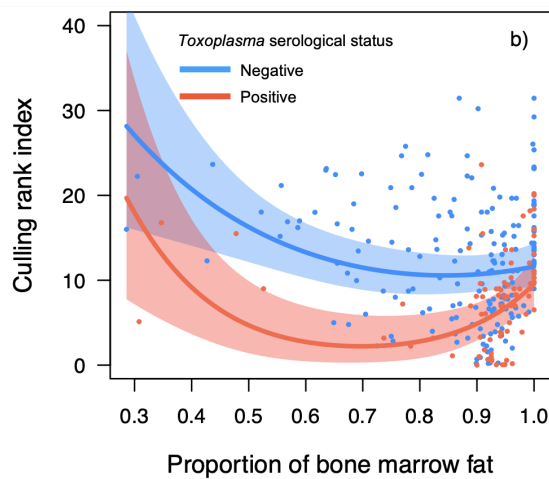
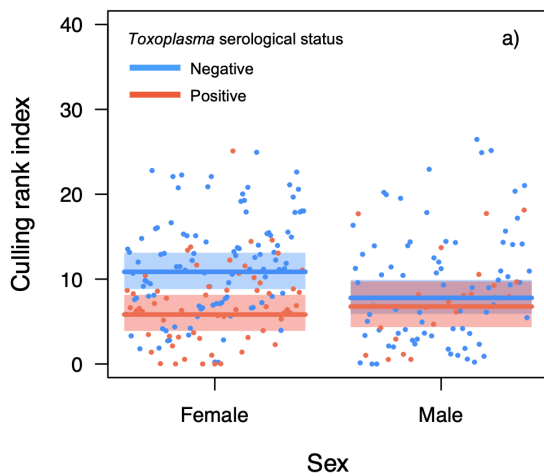
7. Webster et al., 1994 Effect of *Toxoplasma gondii* upon neophobic behaviour in wild brown rats, *Rattus norvegicus*. *Parasitology*

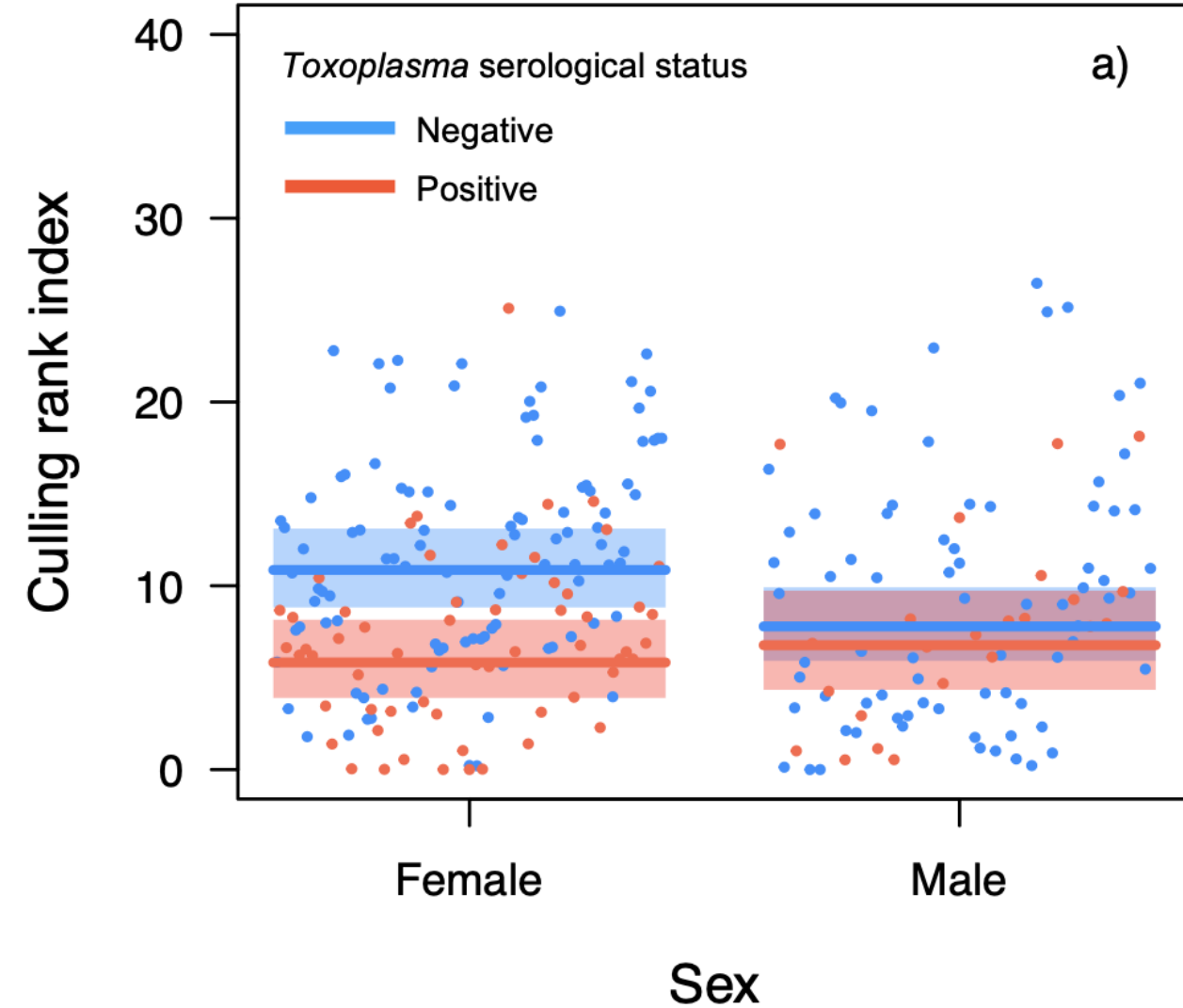
8. Langvatn et al., 2004 Relationships in red deer *Cervus elaphus* mandibles. *Acta Theriol.*

9. Husseman et al., 2003 Correlation Patterns of Marrow Fat in Rocky Mountain Elk Bones. *J.Wildl. Manag.*

# Risultati

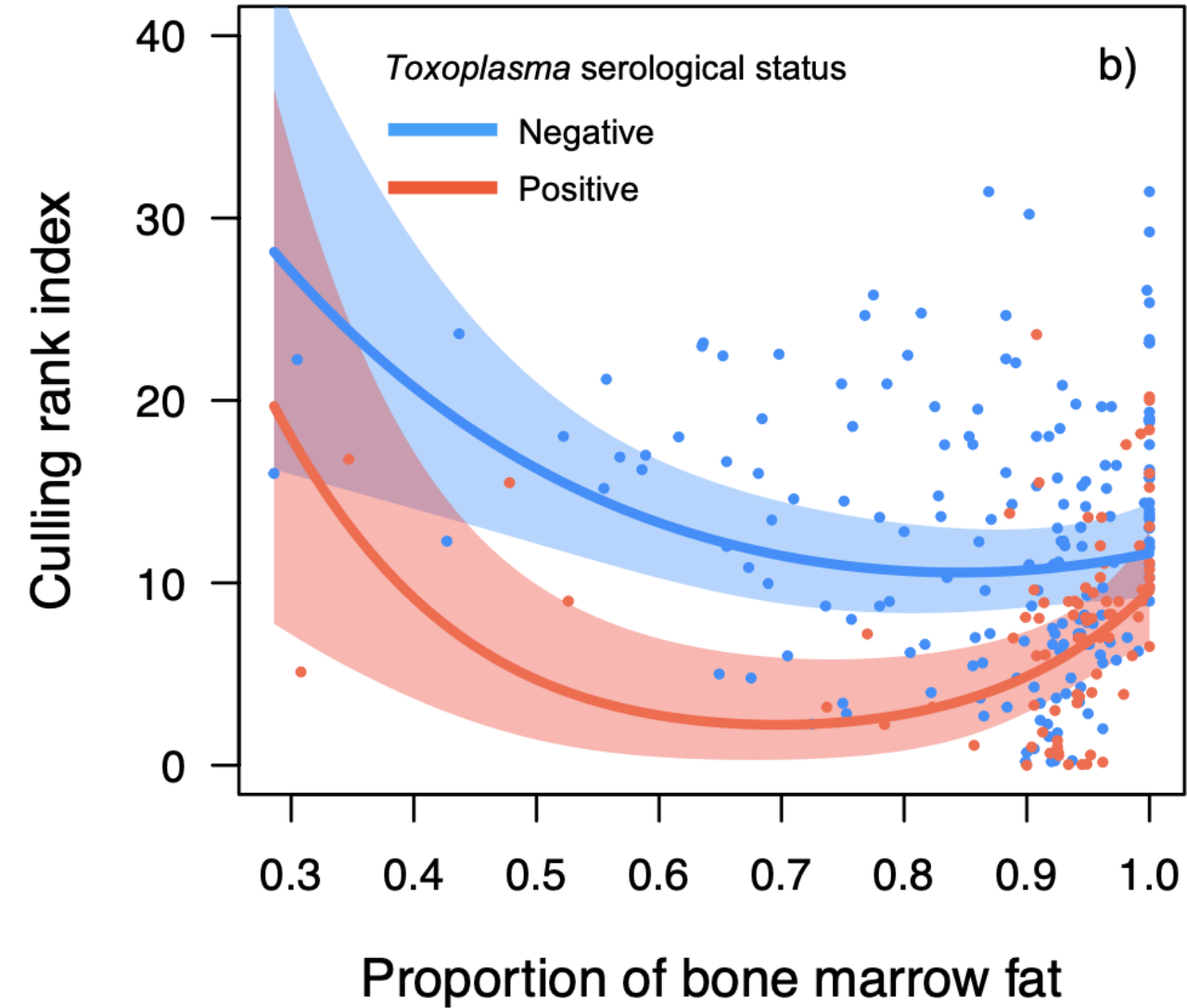
Sono stati abbattuti 260 individui, **82 dei quali sono risultati positivi** agli anticorpi di *T. gondii*, determinando una prevalenza media del 31,5% (95% CI: 26,1-37,3).



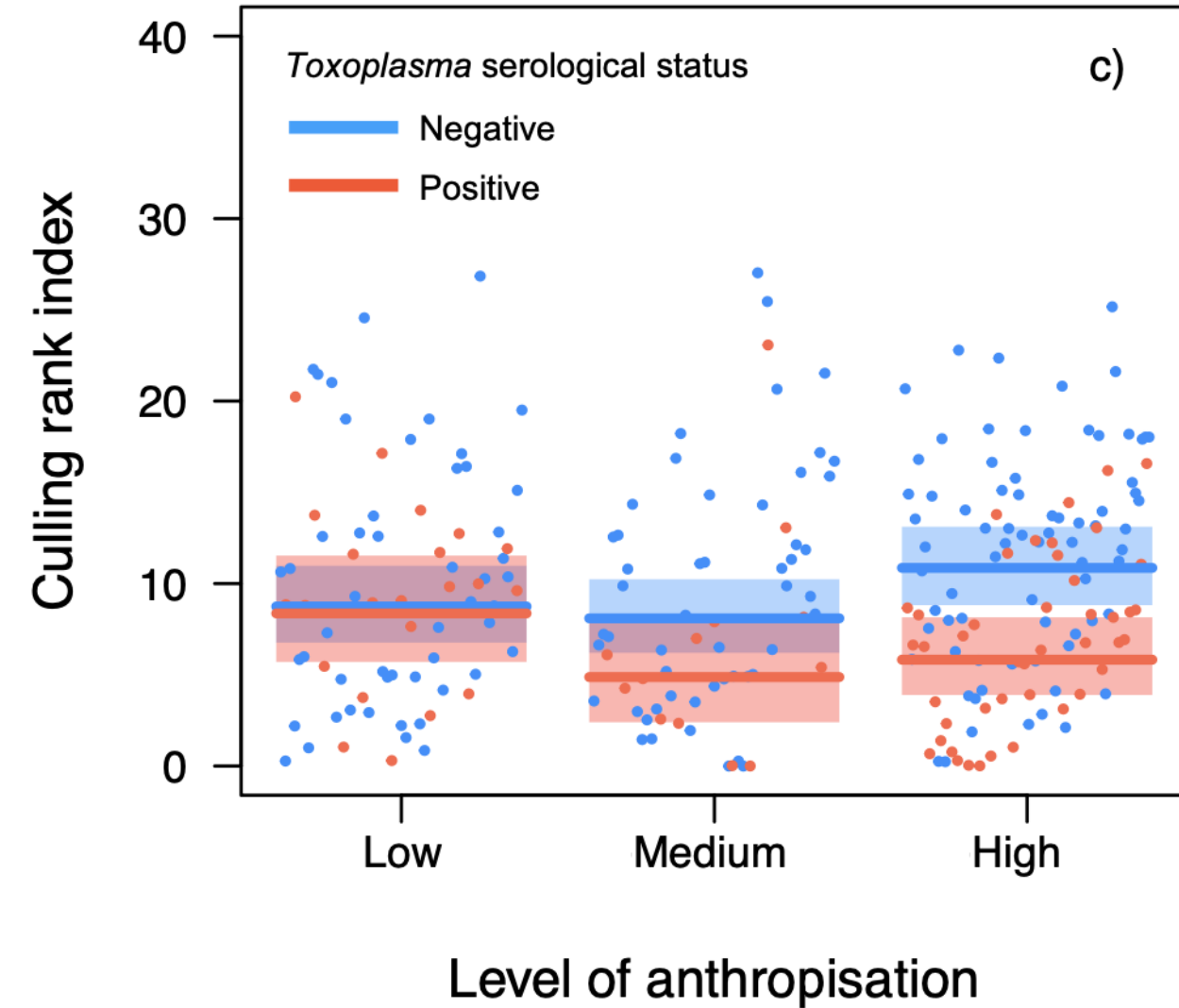


Nel cervo l'infezione da *T. gondii* potrebbe aver favorito una **riduzione della percezione del rischio** nelle femmine, portando così all'adozione di un comportamento più audace.





Dato un numero limitato di dati è possibile che **gli effetti di *T. gondii* siano meno evidenti negli animali che versano in cattive condizioni** perché questi effetti sono sopraffatti da fattori più forti che agiscono sull'animale.



**I cervi sieronegativi** nelle aree maggiormente antropizzate tendono ad essere maggiormente timorosi per tendenze antipredatorie<sup>10</sup> e sono **abbattuti dopo rispetto ai positivi.**

# Discussione



Durante l'ispezione **nessun animale ha mostrato segni patologici.**

L'azione di *T. gondii* porta così una potenziale "**maggiore suscettibilità alla predazione**" testimoniata anche in altre specie selvatiche<sup>11,12</sup>.

11. Poirotte et al., 2016 Morbid attraction to leopard urine in Toxoplasma-infected chimpanzees. *Curr. Biol.*

12. Gering et al., 2021 *Toxoplasma gondii* infections are associated with costly boldness toward felids in a wild host. *Nat. Commun.*

# Prospettive future

Vista l'attuale espansione del lupo sul territorio alpino, si può prevedere che l'esposizione a *T. gondii* possa diventare un possibile **facilitatore della predazione del cervo da parte del lupo**.



**Indagare il rischio di predazione in relazione ai cervi, ed eventualmente sugli effetti a cascata associati sulle altre componenti dell'ecosistema.**



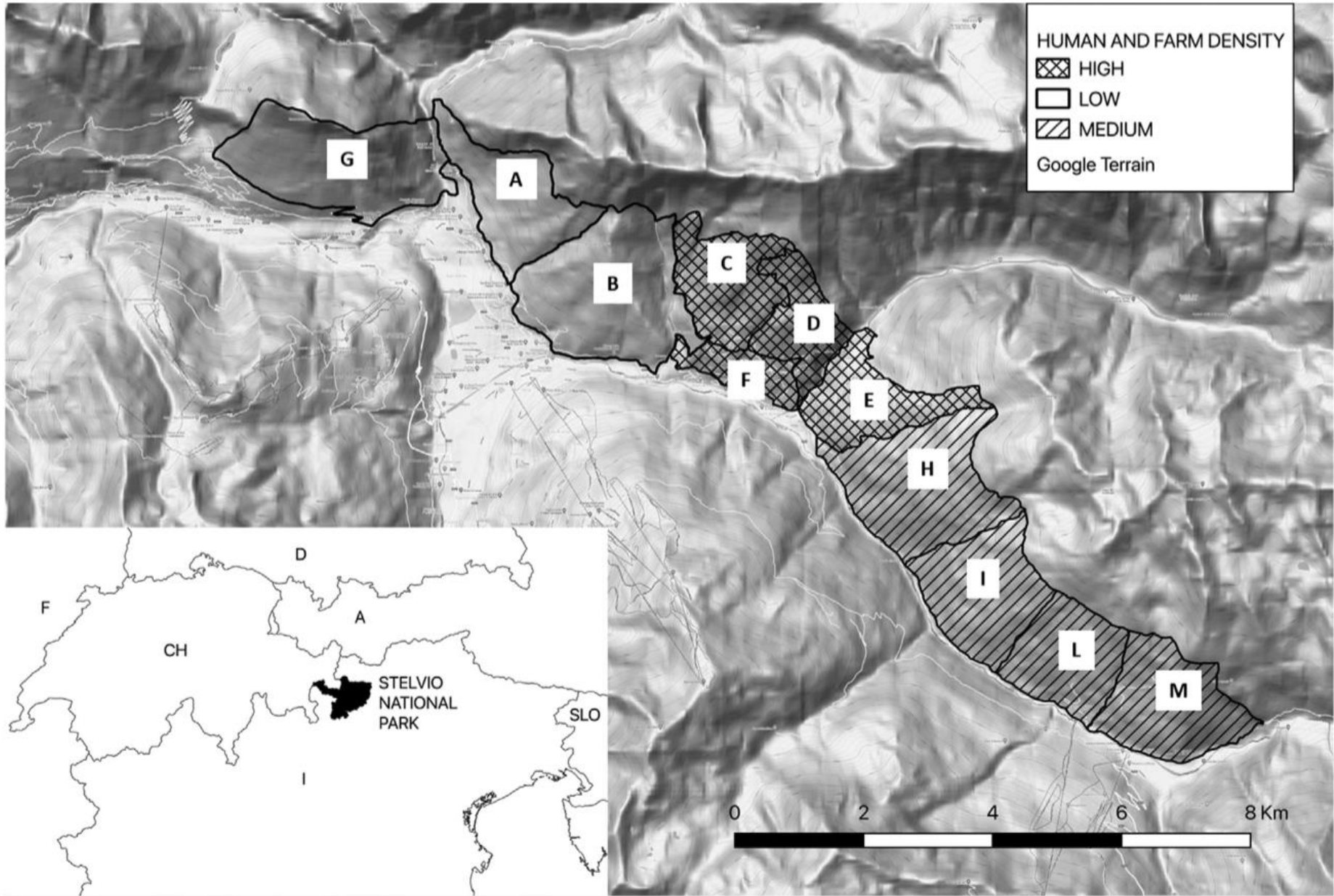


**Merci pour votre attention**  
**Grazie per l'attenzione**  
**Gracias por la atención prestada**

# TABLE

The table reports parameter estimates with associated lower and upper bounds of 95% confidence interval (95LCL and 95UCL, respectively).

| Parameter  | Coefficient | SE    | 95LCL  | 95UCL  |
|--|-------------|-------|--------|--------|
| (Intercept)  | 4.086       | 0.184 | 3.724  | 4.447  |
| T. gondii serological status [Positive]  | -0.266      | 0.403 | -1.056 | 0.525  |
| Sex [Male]   | -0.477      | 0.175 | -0.819 | -0.135 |
| Proportion of bone marrow fat  | -2.896      | 1.437 | -5.712 | -0.079 |
| Proportion of bone marrow fat <sup>2</sup>   | 3.181       | 1.321 | 0.592  | 5.770  |
| Level of anthropisation [Medium]   | -0.154      | 0.222 | -0.589 | 0.281  |
| Level of anthropisation [High]   | 0.275       | 0.225 | -0.166 | 0.716  |
| Year [2017-18]   | -0.995      | 0.141 | -1.270 | -0.719 |
| T. gondii serological status [Positive] × Sex [Male]                                 | 0.673       | 0.343 | 0.000  | 1.346  |
| T. gondii serological status [Positive] × Proportion of bone marrow fat              | 6.718       | 2.837 | 1.158  | 12.278 |
| T. gondii serological status [Positive] × Proportion of bone marrow fat <sup>2</sup> | 4.697       | 2.765 | -0.723 | 10.117 |
| T. gondii serological status [Positive] × Level of anthropisation [Medium]           | -0.553      | 0.434 | -1.404 | 0.298  |
| T. gondii serological status [Positive] × Level of anthropisation [High]             | -0.817      | 0.341 | -1.486 | -0.148 |



# Statistical analysis

To investigate the relationship between temporal rank of culling and *T. gondii* seropositivity status, a **regression modelling approach** was used.

Culling rank index was the **response variable**, and *T. gondii* serological status (negative/positive) was the **main explanatory variable** in interaction with sex, age-class, jaw length, proportion of bone marrow fat, level of anthropisation of culling area and year of culling.

$$\mu_i = \text{infection status}_i \times \left( \text{sex}_i + \text{age}_i^2 + \text{bone marrow fat}_i^2 + \text{jaw length}_i^2 \right) + \text{anthropisation level}_i + \text{year}_i$$





