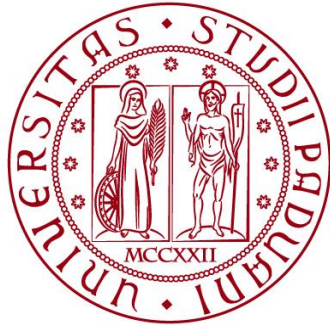


UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

DIPARTIMENTO DI BIOLOGIA

Corso di Laurea in Biologia



ELABORATO DI LAUREA

**EFFETTI DEI FATTORI AMBIENTALI E DELLA
GEOMETRIA ANTROPOGENICA SULLA
DISTRIBUZIONE E L'ATTIVITA' DELLE
LUCERTOLE *PODARCIS***

Tutor: Prof. Gil Guastoni Rosenthal
Dipartimento di Biologia

Co-tutor: PhD Candidate Breann Richey
Department of Ecology and Conservation Biology, Texas A&M University

Laureanda: Beatrice Magarotto

ANNO ACCADEMICO 2023/2024

INDICE

1. INTRODUZIONE	1
1.1 Storia della specie <i>Podarcis muralis</i>	1
1.2 Antropizzazione.....	2
2. OBIETTIVI	3
3. METODI E MATERIALI	4
3.1 Campionamento.....	4
3.2 Analisi dati	6
4. RISULTATI	8
4.1 Distribuzione maschi e femmine nei due ambienti	8
4.2 Grafici a dispersione.....	8
4.3 Box-plot per temperature di posatoio, muretto e ambiente	9
4.4 Analisi delle Componenti Principali (PCA).....	11
4.5 ANOVA a Misure Ripetute.....	13
4.6 ANCOVA	14
5. DISCUSSIONI E CONCLUSIONI	16
6. RINGRAZIAMENTI	19
7. BIBLIOGRAFIA	20

1. INTRODUZIONE

1.1 Storia della specie *Podarcis muralis*

Il genere *Podarcis*, nome introdotto dallo zoologo tedesco Wagler nel 1830, identifica un gruppo di piccoli rettili della famiglia dei Lacertidae (Squamata, Rettili), comunemente note come lucertole (<https://eol.org/pages/18702/articles>). Il genere raggruppa varie specie di lucertole native dell'Europa e Nord Africa poi successivamente introdotte anche in Nord America, tra cui *Podarcis muralis* (Laurenti, 1768) ovvero la lucertola muraiola (*Foto 1*), il soggetto di questo studio.



Foto 1: *Podarcis muralis* (B. Magarotto)

P. muralis è un piccolo rettile diurno che può arrivare a una lunghezza totale di 20 cm. La colorazione del dorso è molto variabile in base alla regione, generalmente è tra il marrone e il grigio, ma può esibire anche del verde. Sono visibili anche strisce laterali continue scure in individui femminili e giovanili, mentre nei maschi il disegno è più complesso. Presenta dimorfismo sessuale che ha permesso il riconoscimento a vista del sesso dell'individuo in questo studio. I maschi possiedono una mandibola molto pronunciata e la testa più grossa mentre le femmine hanno una testa più piccola e il tronco più largo. I giovanili si distinguono, invece, per le dimensioni ridotte e la colorazione bruna senza tracce di verde, più comune in individui adulti.

Questa specie è ovipara con riproduzione sessuata, in genere la femmina depone le uova due volte l'anno. La loro alimentazione comprende insetti e aracnidi o piccoli invertebrati, meno comunemente di bacche. Loro sono preda di animali come serpenti, vipere e gatti (<https://eol.org/pages/47045459>).

Sono termoregolatrici comportamentali (Braña, 1991), quindi è facile trovarle a crogiolarsi al sole nelle ore diurne, ad eccezione delle ore più calde e in base alle condizioni climatiche. Possono essere osservate tutto l'anno con un calo di avvistamenti in inverno. Prediligono habitat rocciosi, ambienti aperti o semi aperti come prati o boschi con interruzione della copertura, ma è normale trovarle anche in ambienti urbani dove può correre tra marciapiedi, detriti e edifici (http://www.areeprotette.provincia.tn.it/rete_ecologica_europea_Natura_2000/specie_animali_natura_2000/pagina86.html#:~:text=Si%20riproduce%20in%20primavera%20deponendo,manca%20in%20Sicilia%20e%20Sardegna;https://www.iucn.it/scheda.php?id=-463475364).

1.2 Antropizzazione

L'antropizzazione è un fenomeno sempre più diffuso e in ecologia consiste “nell'intervento dell'uomo sull'ambiente naturale, allo scopo di adattarlo, trasformarlo e alterarlo [...] al servizio di interessi umani” (<https://www.treccani.it/vocabolario/ricerca/antropizzazione/>). Questo evento può avere ricadute dirette o indirette nella fauna selvatica locale. I principali fattori di stress per le popolazioni urbane possono essere legati al consumo di suolo per la costruzione di strutture (cementificazione) o per l'attività agricola che necessita di prodotti chimici con cui possono venire a contatto ed avere effetti sul metabolismo. Inoltre, l'introduzione di predatori esotici spesso associati agli umani come gatti e ratti (Megía-Palma et al., 2020).

È stato scientificamente provato che questo fenomeno influenza negativamente molte specie di artropodi. Anche i vertebrati sono minacciati, come gli anfibi dato l'inquinamento di suolo, acqua e aria che ne deriva. Tuttavia, le specie in grado di adattarsi maggiormente sono meno coinvolte (Verderame & Scudiero, 2019).

La presenza dell'uomo e delle sue strutture non influisce soltanto nelle attività diurne, ma può anche modificare il comportamento notturno di vari animali ed anche il loro sonno, disturbato dalle luci artificiali (Mohanty et al., 2021).

Ma non vi sono solo aspetti negativi. La lucertola muraiola ha saputo sfruttare il nuovo habitat che, presentando un ridotto rischio di predazione, le permette di

beneficiare delle abbondanti risorse alimentari e dei rifugi disponibili in queste aree, aiutando la sua sopravvivenza e riproduzione (Pellitteri-Rosa et al., 2017).

In conclusione, l'urbanizzazione rappresenta sia sfide che opportunità per la fauna selvatica, purché sia in grado di gestire efficacemente questo disturbo.

2. OBIETTIVI

Podarcis muralis è un rettile molto studiato nella comunità scientifica, grazie anche alla sua distribuzione ubiquitaria nel territorio nazionale e non solo. In quanto animale eterotermo molti studi si sono concentrati sulla sua capacità di termoregolazione, sulla sua attività estiva e il consumo di cibo (Avery, 1978; Braña, 1991). Altri si sono interessati delle sue relazioni sociali, delle interazioni tra membri all'interno di una popolazione (Boag, 1973), della territorialità che può portare a un sistema sociale gerarchico e degli areali che questi animali occupano (Brown et al., 1995). Molti lavori la confrontano anche con la specie affine *Podarcis siculus*. Ed infine, lavori più recenti si sono concentrati sull'attività anti predatoria di questa lacertide (Diego-Rasilla, 2003; Pellitteri-Rosa et al., 2017).

Questo studio di propone di valutare nuove correlazioni sulla distribuzione di *Podarcis muralis*, prendendo in considerazione gli effetti che hanno i fattori ambientali e la geometria antropogenica sulla dislocazione di questi individui. Pertanto, proverà a misurare le conseguenze ecologiche della presenza dell'uomo nei nuovi habitat colonizzati dalla lucertola muraiola. Quindi la diversa patchness tra individui maschili e femminili.

Con l'analisi dei dati raccolti riguardanti l'habitat e l'ambiente in cui questi rettili vivono, si cercherà di ipotizzare le preferenze del tipo di territorio per la loro sopravvivenza. Infine, tutti i valori raccolti saranno in grado di spiegare quali di questi hanno un'influenza maggiore nella distribuzione di questa specie e spiegano la maggior parte della variabilità riscontrata.

3. METODI E MATERIALI

3.1 Campionamento

Questo studio è stato condotto in siti urbani e suburbani. I siti urbani (città di Padova), sono caratterizzati da abitazioni senza giardini privati, i luoghi verdi sono rappresentati dai parchi pubblici. I siti suburbani (Comune di Due Carrare e Battaglia Terme), possiedono molto più verde e si trovano a chilometri dal centro urbano, dove le case presentano giardini privati e nelle vicinanze vi sono campi agricoli coltivati.

La raccolta dati è stata svolta tra maggio e giugno, tra le ore 9:00 e 18:00 evitando le ore più calde, dalle 12:00 alle 14:00, perché le alte temperature avrebbero impedito l'avvistamento di lucertole.

Per ogni sito sono state condotte tre analisi: sulle condizioni metereologiche, sull'incontro visivo (VES) e l'analisi sull'habitat. Ogni sito era contrassegnato univocamente per poterlo riconoscere.

Analisi metereologiche. Prima di ogni transetto vengono raccolti i seguenti dati: lunghezza dello stesso, tipo di copertura del terreno (agricoltura, comunità/quartiere, parco/giardino, aperto, boschivo, ripariale), data, orario di inizio e fine del campionamento, coordinate (latitudine e longitudine), copertura nuvolosa, altitudine, temperatura (°C), velocità del vento (km/h), umidità, stima del disturbo antropogenico (con incrementi del 25 %. Esempio: 0 % area naturale senza attività o strutture antropiche, 25 % area invasa da vegetazione senza tracce di attività umana, 50 % strada trafficata con poche strutture circondata da terreni incolti, 75 % comunità o quartieri con giardini, 100 % centro di una comunità senza giardini, per lo più strutture in cemento) e l'esposizione del muretto (nord, sud, est, ovest). Per le misurazioni sono stati utilizzati strumenti portatili e tra questi l'anemometro (TopTes TS-301 Anemometro) per le misurazioni di temperatura, umidità e velocità del vento. Mentre gli aspetti geografici sono stati misurati con l'ausilio di Maps e Google Earth. I dati sono raccolti nell'apposita tabella a ogni campionamento.

Analisi sull'incontro visivo (VES). Mentre si percorre il transetto vengono identificati gli individui e contemporaneamente raccolti i dati che vengono inseriti nell'opportuna scheda. Per ogni individuo è stato registrato:

1. Specie. Sono state registrate solo lucertole del genere *Podarcis*.
2. Sesso.
3. Tipo di attività. Le attività più comuni sono: termoregolazione, alimentazione, accoppiamento.

Non sono state fatte misurazioni degli individui in fuga se non si era fatto a tempo a identificare questi parametri. Ogni volta che un individuo veniva localizzato si raccoglievano dati legati all'habitat utilizzato:

4. Tipo di posatoio. Ad esempio: erba, roccia, terra, strada, albero, cespuglio, muretto o altre superfici antropogeniche.
5. Altezza del posatoio.
6. Temperatura del posatoio dove si trovava l'individuo. Misurata utilizzando una pistola termometro (termometro a infrarossi Etekcity 1080).
7. Distanza stimata dal rifugio più vicino dove l'individuo scappa. Se questo non si muove viene segnato 0 m.

Al termine del rilievo venivano poi annotate altre informazioni importanti che potevano aver influito nel campionamento, ad esempio: passaggio di macchine, ciclisti o pedoni, lavori in corso nei campi vicino, presenza di pedoni all'ultima percentuale di transetto, ecc.

Analisi dell'habitat. I rilevamenti vengono condotti a 1/2 del transetto a 1 m dal muretto per coprire un'area indicativa di un cerchio con diametro di 2 m, durante il percorso di ritorno. Si annotano le seguenti misurazioni:

1. Copertura vegetale (%) dove vengono stimate le percentuali di copertura nel cerchio di 2 m con incremento del 10 % nelle seguenti quattro categorie:
 - Strutture antropiche, cioè un qualsiasi struttura costruita dall'uomo. Ne viene menzionato la tipologia nella sezione note;
 - Chioma degli alberi. Gli alberi hanno un'altezza > 2,5. Se questi sono presenti viene anche misurata la circonferenza all'altezza del seno dell'albero medio presente nel cerchio;
 - Arbusti. Questi sono < 2,5 m di altezza;
 - Piante erbacee.
2. Stima dell'altezza della vegetazione nelle quattro categorie precedenti: media strutture antropiche; media alberi (> 2,5 m); media arbusti (< 2,5 m); media piante erbacee.

3. Determinazione della classe di copertura maggioritaria del suolo all'interno del cerchio di misurazione. I più comuni sono: terreno nudo, ciottoli/ghiaia (2-256 mm), massi (> 256 mm), antropici (poi specificati nella sezione note), lettiera di foglie (se presente viene misurata l'altezza), detriti, erba.
4. Rugosità del muretto. Vengono prese due misurazioni mediante l'utilizzo di un metro e di una catena. Con la catena si segue il profilo ondulato del muretto e la lunghezza che si ottiene viene nominata come L_{catena} , mentre la distanza lineare tra il punto iniziale e finale della catena, D_{catena} , viene misurata con il metro. La rugosità, r_{catena} , è il rapporto tra queste due misure (Friedman, 2012):

$$r_{catena} = \frac{L_{catena}}{D_{catena}}$$

5. Dati relativi a potenziali posatoio e rifugi:
 - Tipologia di rifugio più vicina. Ad esempio: sentiero, erba, albero, rocce, arbusti, muro, altre superfici antropiche (specificate nella sezione note);
 - Altezza della muretta lungo il transetto, quindi il posatoio;
 - Temperatura del posatoio;
 - Due temperature casuali;
 - Numero di potenziali rifugi in 1 m² (in genere sono fessure nel muretto dove si può inserire il mignolo).

3.2 Analisi dati

I dati sono stati raccolti in tabelle Excel per la visualizzazione dei risultati. Sono state elaborate ricostruzioni grafiche per meglio comprendere i risultati emersi:

- Grafici a dispersione per mettere in correlazione il numero di lucertole al metro (per normalizzare il fatto che i transetti avevano tutti lunghezze diverse tra loro) e la rugosità del muretto (log lucertole per rendere non parametrici i dati) o il numero di rifugi presenti per 1 m²;
- Box-plot per visualizzare le differenze tra le temperature di posatoio, habitat e ambiente tra i siti urbani e suburbani;
- Test del chi-quadrato per la distribuzione di maschi e femmine nei siti urbani e suburbani e la loro visualizzazione in istogramma con dati normalizzati.

Con l'ausilio del programma Jamovi (versione 2.3.28) sono state elaborate delle analisi statistiche sulla base di una matrice che comprendeva i seguenti dati: sito di campionamento, data, ora di inizio, maschi e femmine se presenti, temperatura del posatoio, temperatura del muretto (habitat), temperatura dell'ambiente, copertura nuvolosa, altitudine, velocità del vento, umidità, disturbo antropico, categoria (urbano o suburbano) ed esposizione; le analisi svolte sono le seguenti:

- Analisi delle componenti principali. Per vedere la correlazione tra le variabili, con verifica delle ipotesi con “misura di idoneità al campionamento KMO” e gli autovalori per quantificare il peso che ogni componente ha sulla variazione complessiva;
- ANOVA a misure ripetute, mettendo in relazione la temperatura del muretto con la temperatura ambientale per eliminare l'influenza che ha la grande variabilità del meteo e poter paragonare dati diversi. Le ipotesi sono state verificate visualizzandole nel grafico Q-Q;
- ANCOVA con variabile dipendente la temperatura del muretto, fattori fissi la categoria e covariabile l'ora di inizio campionamento. Per verificare le ipotesi sono stati effettuati il test di normalità Shapiro-Wilk e il grafico Q-Q per la visualizzazione.

4. RISULTATI

In questa sezione si espongono i risultati per poi essere esaminati e commentati nel capitolo successivo.

4.1 Distribuzione maschi e femmine nei due ambienti

Sono state osservate un totale di n. 16 lucertole in ambiente urbano su n. 29 campionamenti e n. 19 lucertole in ambiente suburbano su n. 35 campionamenti. La distribuzione tra maschi e femmine è rappresentata dal *Grafico 1*. Successivamente è stato eseguito il test del chi-quadrato da cui è stato ottenuto il valore di 0,1268, quindi la probabilità di ottenere qualcosa di così sbilanciato è del 12,68%, 1/8 di probabilità che sia casuale.

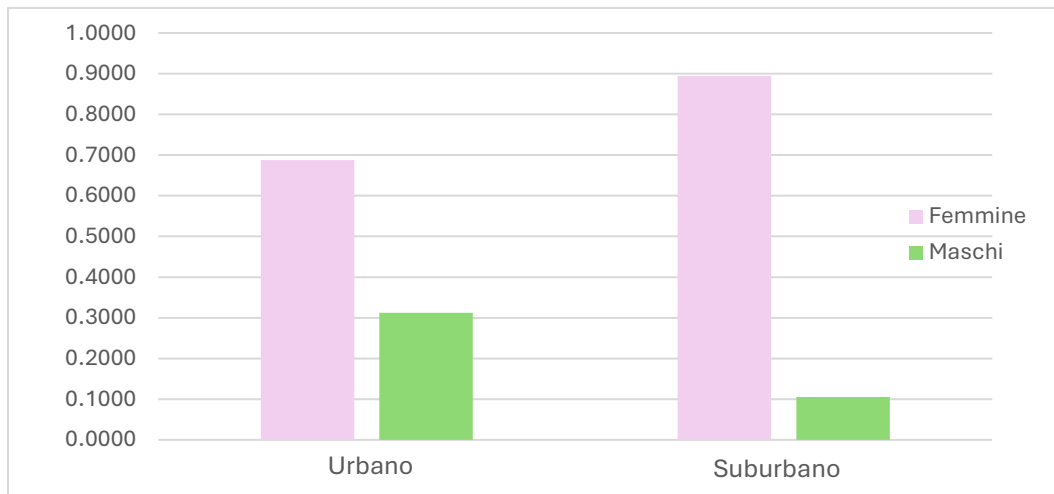


Grafico 2: Distribuzione maschi (verde) e femmine (rosa) nei due ambienti urbano e suburbano.

4.2 Grafici a dispersione

I successivi grafici a dispersione (*Grafico 2*, *Grafico 3*) mettono in relazione il logaritmo del numero di lucertole per metro (i dati sono stati normalizzati vista la lunghezza diversa tra i transetti) e la rugosità del muretto presa a metà del transetto durante l'analisi dell'habitat per il *Grafico 2*, ed il numero di rifugi presenti in 1 m² per il *Grafico 3*.

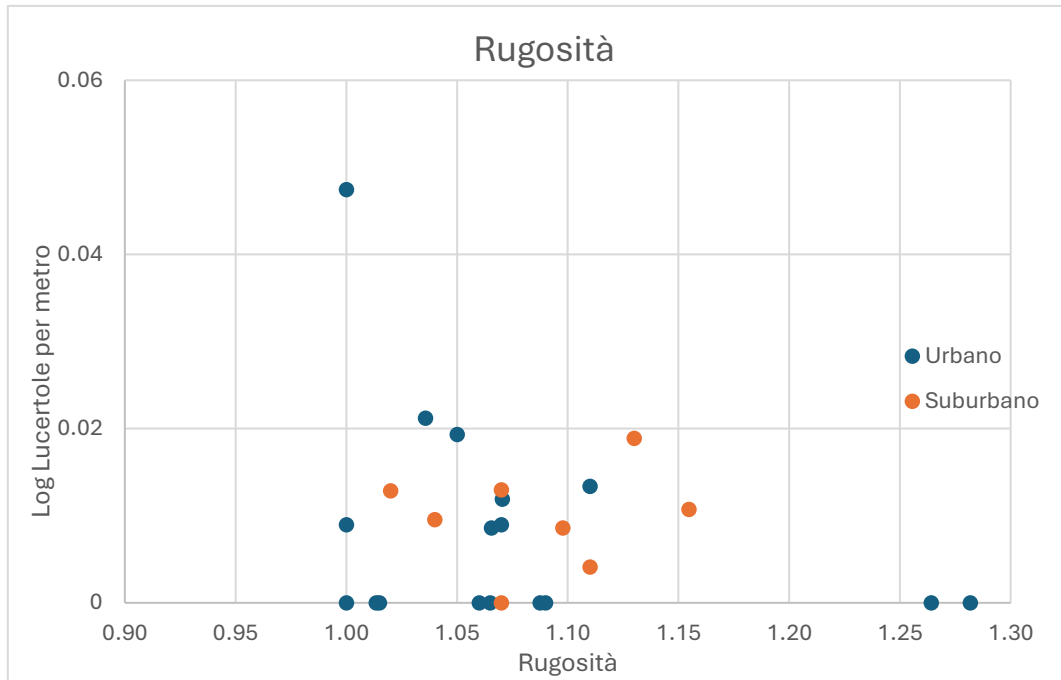


Grafico 2: relazione tra la rugosità del muretto e il logaritmo del numero di lucertole per m, nei siti urbani (blu) e in quelli suburbani (arancione).

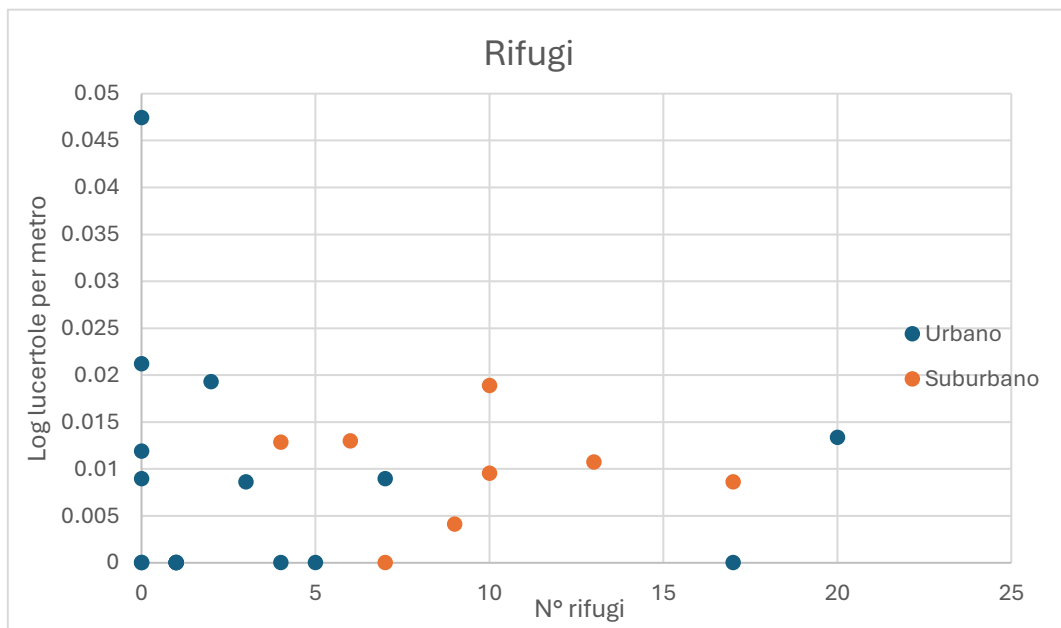


Grafico 3: relazione tra numero di rifugi e il logaritmo del numero di lucertole per metro.

4.3 Box-plot per temperature di posatoio, muretto e ambiente

Il grafico più sotto rappresenta, mediante il box-plot, le temperature di posatoio, muretto e ambiente nei siti urbano e suburbani (Grafico 4a).

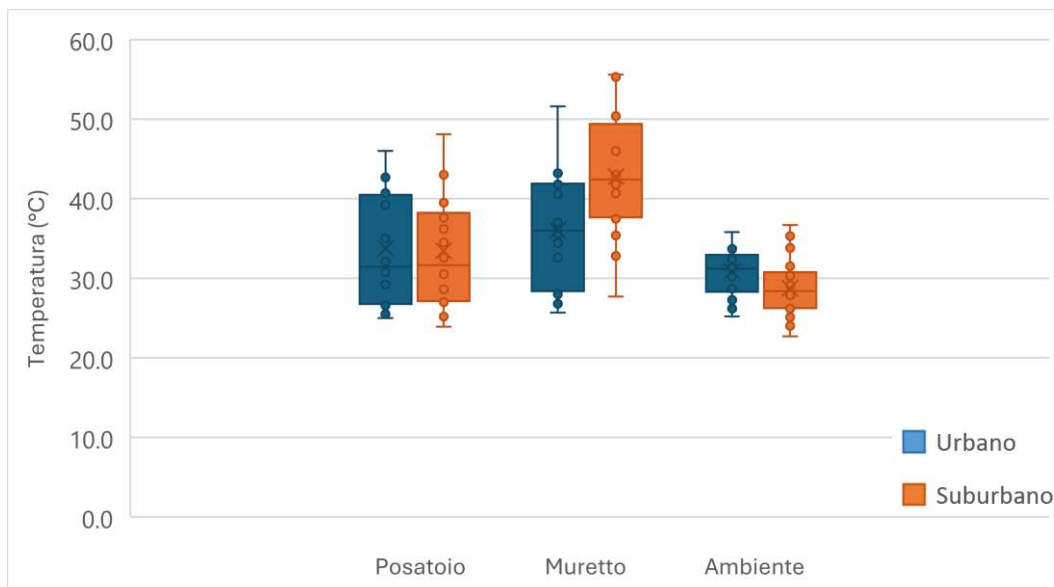


Grafico 4a: box-plot delle temperature di posatoio, muretto e ambiente divide per urbano (blu) e suburbano (arancione).

	POSATOIO		MURETTO		AMBIENTE	
	Urbano	Suburbano	Urbano	Suburbano	Urbano	Suburbano
MIN	25,00	23,90	25,70	27,70	25,20	22,70
Q1	27,13	27,55	29,53	38,03	28,58	26,35
MEDIANA	31,45	31,65	36,00	42,40	31,20	28,40
Q3	40,10	37,75	41,50	47,40	32,85	30,73
MAX	46,00	48,10	51,60	55,60	35,80	36,70

Tabella 1a: minimo, quartile 1 (Q1), mediana, quartile 3 (Q3), massimo dei valori delle temperature di posatoio, muretto e ambiente.

I seguenti box-plot confrontano la distribuzione delle temperature misurate nella muretta quando erano presenti lucertole e quando invece erano assenti (Grafico 4b).

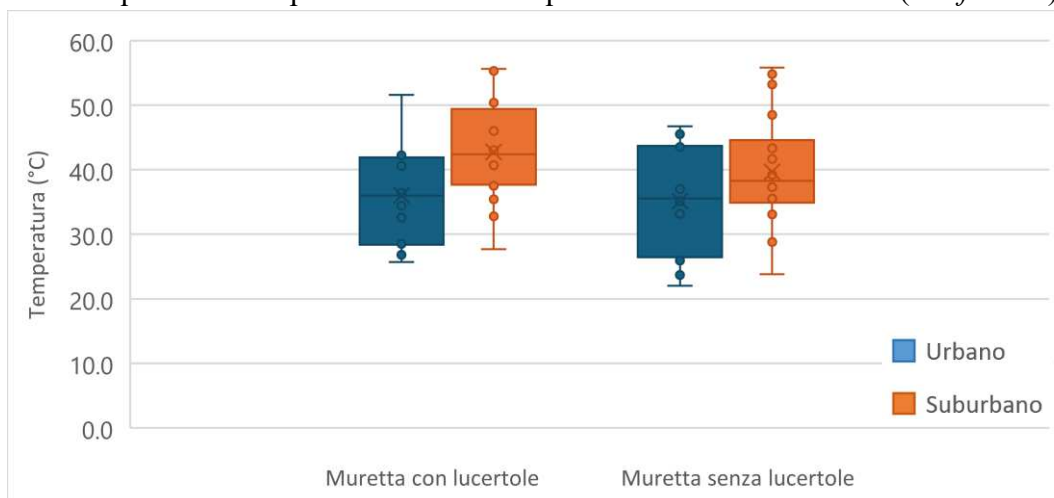


Grafico 4b: distribuzione mediante box-plot delle temperature misurate nella muretta quando presenti lucertole e quando assenti. Divise per urbano (blu) e suburbano (arancione).

	MURETTA CON LUCERTOLE		MURETTA SENZA LUCERTOLE	
	Urbano	Suburbano	Urbano	Suburbano
MIN	25,70	27,70	22,00	23,80
Q1	29,53	38,03	28,25	35,70
MEDIANA	36,00	42,40	35,55	38,25
Q3	41,50	47,40	42,08	42,90
MAX	51,60	55,60	46,70	55,80

Tabella 1b: minimo, quartile 1 (Q1), mediana, quartile 3 (Q3), massimo dei valori delle temperature della muretta quando erano presenti delle lucertole e della muretta quando queste erano assenti.

4.4 Analisi delle Componenti Principali (PCA)

L'analisi delle Componenti Principali o PCA (*Tabella 2*) permette di riconoscere le correlazioni tra le variabili e indicare quale percentuale della variazione complessiva viene spiegata da ogni componente presente nella matrice di dati.

Per verificarne l'attendibilità viene utilizzata la "misura di idoneità al campionamento KMO". Quando $KMO > 0,5$ il risultato viene ritenuto accettabile, mentre se è superiore di 0,6 si ritiene sufficiente. Infine, se maggiore di 0,8 è buono (*Tabella 3*).

I punteggi nelle diverse componenti indicano l'influenza che ha quel determinato parametro sulla componente 1 o 2, che può essere positivo o negativo. La colonna Unicità rappresenta la proporzione della varianza della variabile che non è spiegata dalle componenti principali; quindi, quanto bene le componenti principali catturano la variabilità di ciascuna variabile. Un valore alto di unicità indica che la variabile non è ben rappresentata dalle componenti estratte, un esempio è la velocità del vento (0,772).

I dati presi in considerazione sono stati: (1) temperatura del posatoio, (2) temperatura ambientale, (3) copertura nuvolosa, (4) altitudine, (5) velocità del vento, (6) umidità, (7) disturbo antropico, (8) temperatura del muretto, (9) numero del sito, (10) ora di inizio campionamento.

Caricamenti delle Componenti

	Componente		Unicità
	1	2	
T perch		0.580	0.631
T amb	0.756		0.412
Cloud cover		-0.670	0.465
Elevation	0.876		0.231
Wind speed	0.412		0.772
Humidity	-0.768	-0.480	0.180
Anthro disurbance		0.577	0.667
T muretto	-0.386	0.802	0.209
Sito	0.760		0.417
Ora inizio		0.779	0.309

Nota. È stata utilizzata la rotazione 'Varimax'

Tabella 2: Analisi delle componenti principali. Al di sotto di 0,3 i punteggi delle componenti non vengono mostrati.

Misura di Idoneità al Campionamento KMO

	MSA
Globale	0.599
T perch	0.524
T amb	0.549
Cloud cover	0.773
Elevation	0.620
Wind speed	0.471
Humidity	0.667
Anthro disurbance	0.764
T muretto	0.454
Sito	0.542
Ora inizio	0.664

Tabella 3: Verifica delle ipotesi con il parametro KMO

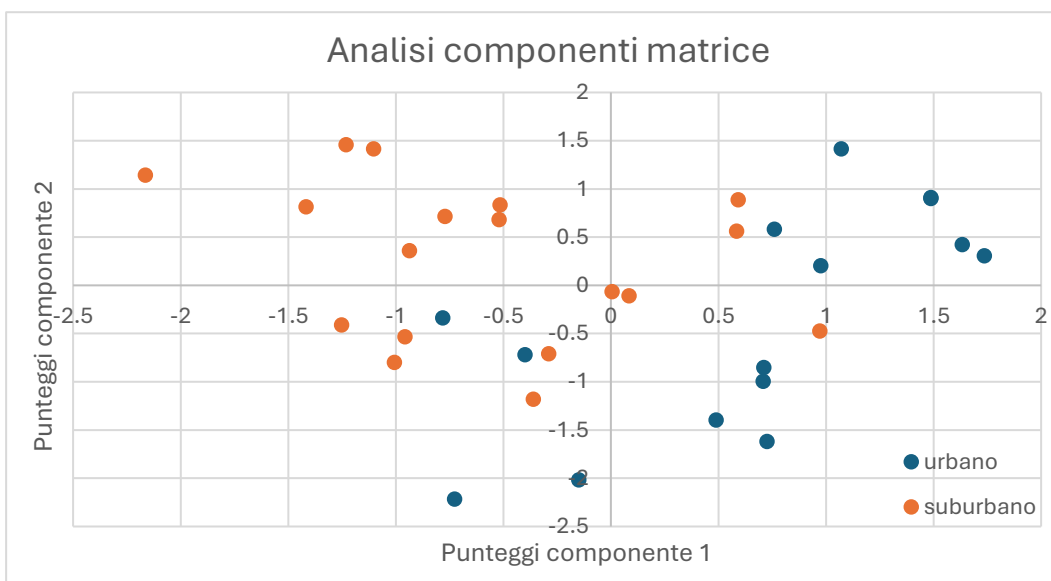


Grafico 5: Rappresentazione dei punteggi ottenuti con l'analisi delle componenti principali. In ascissa i punteggi della componente 1, in ordinata i punteggi della componente 2. Divisi in urbano (blu) e suburbano (arancione).

Gli autovalori (*Tabella 4*) permettono di decidere tra tutte le componenti quelle che hanno più peso e spiegano la variazione complessiva. (1) Temperatura del posatoio, (2) temperatura dell'ambiente e (3) copertura nuvolosa pesano rispettivamente il 36,4 %, il 20,7 % e il 11,6 % della variazione complessiva.

Autovalori Iniziali

Componente	Autovalore	% della Varianza	% Cumulata
1	3.6431	36.431	36.4
2	2.0650	20.650	57.1
3	1.1637	11.637	68.7
4	0.9454	9.454	78.2
5	0.7342	7.342	85.5
6	0.6357	6.357	91.9
7	0.3819	3.819	95.7
8	0.2093	2.093	97.8
9	0.1246	1.246	99.0
10	0.0971	0.971	100.0

Tabella 4: autovalori delle componenti della matrice. (1) temperatura del posatoio, (2) temperatura ambientale, (3) copertura nuvolosa, (4) altitudine, (5) velocità del vento, (6) umidità, (7) disturbo antropico, (8) temperatura del muretto, (9) sito, (10) ora di inizio campionamento.

4.5 ANOVA a Misure Ripetute

L'ANOVA a Misure Ripetute è un test statistico che permette di utilizzare più variabili (per questo test viene assunto che le variabili siano con distribuzione normale). La temperatura del muretto e del posatoio sono stati selezionati come celle di misure ripetute, mentre la categoria (urbano, suburbano) è il fattore tra i soggetti. La *Tabella 5* mostra i risultati del test per i fattori entro i soggetti, ossia le variabili che cambiano per lo stesso soggetto in diverse condizioni. La *Tabella 6* riporta i risultati per l'effetto principale tra i soggetti, ossia come le differenze tra i gruppi di soggetti influenzano la variabile dipendente. Il test risulta significativo qualora p sia minore di 0,05.

Effetti Entro i Sggetti

	Somma dei Quadrati	gdl	Media Quadratica	F	p
MR Fattore 1	584	1	584.4	27.95	< .001
MR Fattore 1 * Categoria	196	1	196.4	9.39	0.004
Residuo	669	32	20.9		

Nota. Somma dei quadrati Tipo 3

Tabella 5: ANOVA a misure ripetute, effetti entro i soggetti. Misure ripetute sono la temperatura del muretto e del posatoio, mentre il fattore tra i soggetti è la categoria.

Effetti Tra Soggetti

	Somma dei Quadrati	gdl	Media Quadratica	F	p
Categoria	165	1	165.3	1.99	0.168
Residuo	2655	32	83.0		

Nota. Somma dei quadrati Tipo 3

Tabella 6: ANOVA a misure ripetute, effetto tra i soggetti. Misure ripetute sono la temperatura del muretto e del posatoio, mentre il fattore tra i soggetti è la categoria.

La rappresentazione grafica della verifica dell'ipotesi svolta con l'analisi statistica ANOVA viene fatta col Grafico Q-Q (*Grafico 6*) che mostra i valori ottenuti vicini alla distribuzione dei quantili teorici di una normale.

Grafico Q-Q

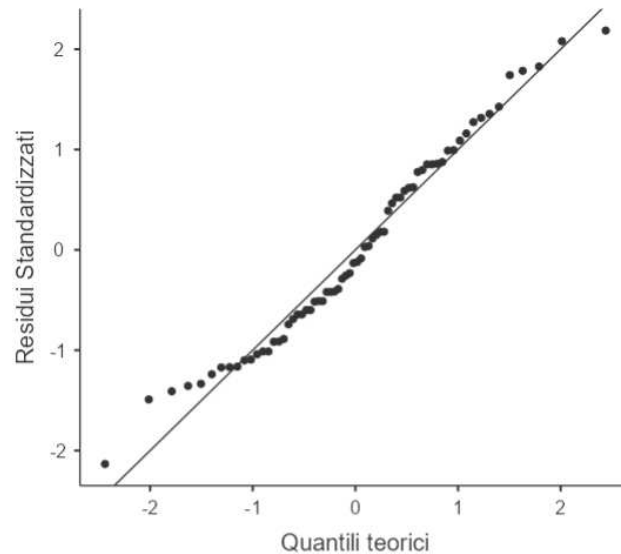


Grafico 6: Grafico Q-Q dell'ANOVA a Misure Ripetute

4.6 ANCOVA

L'ANCOVA, o Analisi della covarianza, viene svolta inserendo come variabile indipendente la temperatura del muretto, come fattore fisso la categoria (urbano, suburbano) e come covariabile l'ora di inizio campionamento (*Tabella 7*).

ANCOVA - T muretto

	Somma dei Quadrati	gdl	Media Quadratica	F	p
Categoria	687	1	687.2	13.7	< .001
Ora inizio	862	1	861.9	17.2	< .001
Residui	3149	63	50.0		

Tabella 7: ANCOVA. Variabile indipendente: T muretto. Fattori fissi: categoria (urbano e suburbano). Covariabile: ora inizio.

Essendo in entrambi i casi il $p < 0,05$, significa che il test è significativo e si rifiuta l'ipotesi che i dati non abbiano differenze rilevanti, perciò le due categorie di temperature del muretto urbano e suburbano hanno differenze significative.

Per la verifica dell'ipotesi di cui sopra è stato svolto il Test di Normalità (Shapiro-Wilk). Lo stesso indica come la distribuzione dei dati sia normale dato che $p > 0,05$ (Tabella 8); mentre il Grafico Q-Q per la visualizzazione (Grafico 7).

Test di Normalità (Shapiro-Wilk)

Statistiche	p
0.984	0.528

Tabella 8: Verifica ipotesi con Test di Normalità (Shapiro-Wilk).

Grafico Q-Q

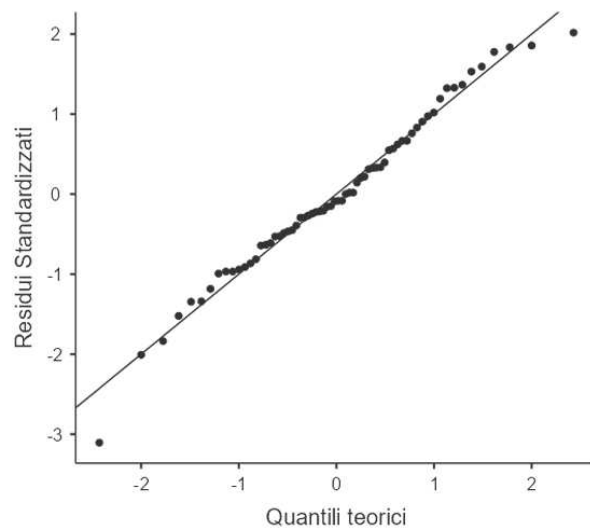


Grafico 7: Grafico Q-Q per l'analisi dell'ANCOVA.

5. DISCUSSIONI E CONCLUSIONI

Il lavoro di campionamento, durante i mesi di maggio e giugno 2024 è stato rallentato e influenzato dal clima molto piovoso del periodo, alternato da giornate torride. Ovviamente in caso di pioggia e di troppo caldo le lucertole non uscivano dai propri rifugi.

La distribuzione delle lucertole nei due ambienti (*Grafico 1*) è chiaramente diversa ed il numero di avvistamenti, normalizzati per compensare il diverso quantitativo di campionamento nelle due categorie di siti, è risultato 0,6875 di lucertole femmine e 0,3125 di maschi nel habitat urbano contro rispettivamente 0,8947 e 0,1053 nell'habitat suburbano. Con questi elementi il test del chi-quadrato ha chiarito che c'è la possibilità del 12,68% di casualità nella distribuzione. Naturalmente un numero maggiore di dati avrebbe potuto abbassare questa probabilità.

I siti suburbani possono essere più in vista, essendo circondati da campi coltivati o prati incolti; perciò l'avvistamento da parte di un potenziale predatore è agevolata dall'ampia visibilità. In aggiunta in queste aree sono presenti i normali predatori silvestri di *Podarcis muralis*, come serpenti e vipere. A causa del comportamento maschile e degli scontri che possono avvenire tra diversi individui per il controllo del territorio o nella ricerca di un partner, i maschi sono più esposti al pericolo di essere catturati. Questo spiegherebbe perché in ambiente suburbano sono stati contati molti meno maschi dei siti urbani (0,1053 contro 0,3125). Dal campionamento (dati non mostrati), a livello sociale, era comune la presenza di più individui femminili che condividevano un territorio mentre quasi mai più di un maschio insieme. Non è stato possibile sostenere questa ipotesi a livello statistico, ma altri studi provano che la sovrapposizione degli habitat era comune tra areali femminili piuttosto che tra areali maschili (Boag, 1973; Brown et al., 1995).

I grafici a dispersione con scala semilogaritmica, che correlavano le lucertole al metro con la rugosità (*Grafico 2*) e il numero di rifugi presenti (*Grafico 3*), non hanno mostrato una grande variazione tra urbano e suburbano. Il parametro rugosità presenta tutti i valori superiori a 1, in quanto al valore 1 corrisponde una superficie liscia senza fessure o avvallamenti.

I due punti outliers (*Grafico 2*: 0, 0,47; *Grafico 3*: 0, 0,47) riconoscibili in entrambi i grafici sono dovuti all'habitat dove questi dati sono stati raccolti. Entrambi

provengono dai campionamenti fatti nel sito 13, in zona Centro Direzionale La Cittadella (Comune di Padova) in un muretto con esposizione nord/ovest, molto corto (13 m) ma sempre ricco di lucertole per la vicinanza di bassi cespugli dove si nascondevano appena la gente passava accanto. In genere tutta la zona urbana del Centro Direzionale La Cittadella era ricca di questi piccoli rettili.

La temperatura è un fattore importante per i rettili, in quanto eterotermi, cioè incapaci di mantenere costante la temperatura corporea. Il loro comportamento è regolato dalla necessità di acquisire abbastanza calore per le loro abituali attività come: l'alimentazione (Avery, 1978), la ricerca del partner e la fuga dai predatori (Diego-Rasilla, 2003). Tutte queste azioni sono, quindi, influenzate dal clima.

La mediana delle temperature dove le lucertole decidevano di posarsi (*Tabella 1a*), esponendosi spesso al sole, non è variata di molto tra siti urbani (31,45 °C) e suburbani (31,65 °C), ma in entrambi i casi queste privilegiavano temperature superiori a quelle ambientali (urbane: 31,20 °C; suburbane 28,40 °C). La scelta selettiva delle lucertole è riscontrabile dalla distribuzione delle temperature misurate nel muretto, la cui mediana (urbano: 36,00 °C; suburbano: 42,40 °C) è molto maggiore rispetto a quella preferita dalle lucertole. Pertanto, anche se in tutta la lunghezza del muretto la temperatura della superficie poteva variare in base alla composizione del transetto, se erano presenti arbusti, alberi o cielo coperto, le lucertole si posavano nel substrato con temperature ottimali prossime ai 31,55 °C. Come ci si poteva aspettare l'ambiente urbano è accompagnato da temperature climatiche superiori a quello suburbano. Questo habitat crea un'isola di calore che potrebbe limitare la presenza di *P. muralis* o altri animali.

In tutte e tre le categorie: posatoio, muretto e ambiente, le temperature urbane possiedono maggiore distribuzione dei dati, suggerendo che durante il giorno sia più comune avere fluttuazione di temperatura in ambienti cittadini rispetto a quelli suburbani, magari con clima più moderato (*Grafico 4a*).

Le differenze tra ambiente urbano e suburbano sono ulteriormente sostenute dalle analisi statistiche di ANCOVA e ANOVA a Misure ripetute.

L'ANCOVA (*Tabella 7*), che mette in relazione la temperatura del muretto pesata sulla categoria di habitat, suggerisce, con $p < 0.001$, che ci sia una differenza

significativa tra i valori di temperatura del muretto dei due ambienti. Ipotesi verificata dal grafico Q-Q (*Grafico 7*) i cui valori ottenuti sperimentalmente si distribuiscono molto vicino ai quantili teorici di una normale.

I risultati dell'ANOVA a Misure Ripetute concludono che il Fattore 1 e l'interazione tra Fattore 1 e Categoria sono entrambi statisticamente significativi, il che indica che vi è un effetto importante delle temperature del posatoio e del muretto e della loro interazione con la categoria, quando ottenuti in spazi urbani o suburbani (*Tabella 5*). Mentre la variabile Categoria non è rappresentativa tra i soggetti perché non si rileva una differenza significativa tra i gruppi di soggetti (*Tabella 6*).

Il grafico, che mette in relazione le temperature del muro dove sono state trovate le lucertole e dove invece erano assenti (*Grafico 4b*), mostra che con temperature moderatamente più basse non vi sono stati avvistamenti. La quantità di dati comunque non può garantire che la temperatura sia l'unico fattore che determina la presenza o assenza di questo rettile, anzi, possono esserci ulteriori variabili che ne influenzano la distribuzione.

Il prospetto, ottenuto dall'Analisi delle Componenti Principali (*Tabella 2 e Tabella 3*), evidenzia chiaramente una separazione tra i gruppi urbani e suburbani, provando ulteriormente una significativa differenza tra i due (*Grafico 5*). Tutte le classi di dati selezionate influenzavano, più o meno positivamente o negativamente, le 2 componenti principali. La temperatura ambientale ha avuto un'importante rilievo positivo nella Componente 1 così come l'altitudine e il sito, a differenza dell'umidità che influenzava negativamente entrambe le componenti. Infine, la temperatura del posatoio, dell'ambiente e la copertura nuvolosa spiegano il 68,7 % della variazione complessiva, con i rispettivi pesi del 36,4 %, il 20,7 % e il 11,6 % (*Tabella 4*).

In conclusione, dal presente studio emergono evidenti differenze ecologiche sulla distribuzione di maschi e femmine a seguito dell'urbanizzazione del territorio, ma anche sulla loro capacità di adattarsi nei due ambienti che, naturalmente, hanno delle differenze climatiche significative. La temperatura del posatoio e

dell'ambiente sono, infatti, le maggiori responsabili della variazione complessiva misurata e ne spiegano la distribuzione degli individui di *Podarcis muralis*.

I molti dati raccolti in questo studio sono stati presi in considerazione solo parzialmente. Per permettere di abbassare la probabilità della casualità dei risultati, in futuro, con il loro utilizzo completo unito ad una maggiore raccolta, possono essere svolti altri studi che evidenzino correlazioni diverse da quelle qui proposte, quale ad esempio la relazione tra la distribuzione delle lucertole e la predazione, come nel lavoro svolto da Pellitelli-Rosa et al. (2017).

6. RINGRAZIAMENTI

Vorrei ringraziare le persone che mi sono state a fianco in questo percorso, in particolar modo le compagne di università, gli amici e la famiglia.

Ringrazio il professore Gil Guastoni Rosenthal per la sua disponibilità, soprattutto perché durante il periodo estivo.

Infine, ringrazio mia nonna Clarice che, anche se è venuta a mancare a metà anno accademico, sono sicura abbia continuato a dire le preghiere per me prima di ogni esame come era solita fare.

7. BIBLIOGRAFIA

- Avery, R. A. (1978) Activity Patterns, Thermoregulation and Food Consumption in two Sympatric Lizard Species (*Podarcis muralis* and *P. sicula*) from Central Italy. *Journal of Animal Ecology*, 47(1), 143–158. <https://doi.org/10.2307/3928>
- Boag, D.A. (1973) Spatial relationships among members of a population of wall lizards. *Oecologia* 12, 1–13. <https://doi.org/10.1007/BF00345467>
- Braña, F. (1991) Summer activity patterns and thermoregulation in the wall lizard. *Podarcis muralis*. *Herpetological journal*, 50, 544-549.
- Brown, R. M., Gist, D. H., & Taylor, D. H. (1995) Home Range Ecology of an Introduced Population of the European Wall Lizard *Podarcis muralis* (Lacertilia; Lacertidae) in Cincinnati, Ohio. *The American Midland Naturalist*, 133(2), 344–359. <https://doi.org/10.2307/2426399>
- Diego-Rasilla, F.J (2003) Influence of predation pressure on the escape behaviour of *Podarcis muralis* lizards. *Behavioural Processes*, 63(1), 1-7. [https://doi.org/10.1016/S0376-6357\(03\)00026-3](https://doi.org/10.1016/S0376-6357(03)00026-3)
- Encyclopedia of Life (EOL). *Podarcis muralis*. <https://eol.org/pages/47045459>. Sito consultato il 30 luglio 2024.
- Encyclopedia of Life (EOL). *Podarcis* Wagler 1830. <https://eol.org/pages/18702/articles>. Sito consultato il 30 luglio 2024.
- Friedman, A., Pizarro, O., Williams, SB., Johnson-Roberson, M. (2012) Multi-Scale Measures of Rugosity, Slope and Aspect from Benthic Stereo Image Reconstructions. *PLoS ONE* 7(12): e50440. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0050440>
- IUCN, Unione Mondiale per la Conservazione della Natura. *Podarcis muralis*. <https://www.iucn.it/scheda.php?id=-463475364>. Sito consultato il 31 luglio 2024.
- Megía-Palma, R., Arregui, L., Pozo, I., Žagar, A., Serén, N., Carretero, M.A., Merino, S. (2020) Geographic patterns of stress in insular lizards reveal

- anthropogenic and climatic signatures. *Science of The Total Environment*, 749, 141655. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141655>
- Mohanty, N.P., Joshi, M. & Thaker, M. (2021) Urban lizards use sleep sites that mirror the structural, thermal, and light properties of natural sites. *Behav Ecol Sociobiol*, 75, 166. <https://doi.org/10.1007/s00265-021-03101-5>
- Pellitteri-rosa, D., Bellati, A., Cocca, W., Gazzola, A., Martín, J., Fasola, M. (2017) Urbanization affects refuge use and habituation to predators in a polymorphic lizard. *Animal Behaviour*, 123, 359-367. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2016.11.016>
- Provincia Autonoma di Trento. Aree protette del trentino. *Podarcis muralis*. http://www.areeprotette.provincia.tn.it/rete_ecologica_europea_Natura_2000/specie_animali_natura_2000/pagina86.html#:~:text=Si%20riproduce%20in%20primavera%20deponendo,manca%20in%20Sicilia%20e%20Sardegna. Sito consultato il 31 luglio 2024.
- Treccani. Antropizzazione. <https://www.treccani.it/vocabolario/ricerca/antropizzazione/>. Sito consultato il 31 luglio 2024.
- Verderame, M., Scudiero, R. (2019) Health status of the lizard *Podarcis siculus* (Rafinesque-Schmaltz, 1810) subject to different anthropogenic pressures. *Comptes Rendus Biologies*, 342(3-4), 81-89. <https://doi.org/10.1016/j.crv.2019.04.001>

