

**L'influenza delle condizioni  
riproduttive e dei fattori  
ambientali concomitanti sul  
torpore e sui modelli di  
foraggiamento nelle femmine  
di serotino bruno (*Eptesicus  
fuscus*)**

---

Jody L. Rintoul, R. Mark Brigham

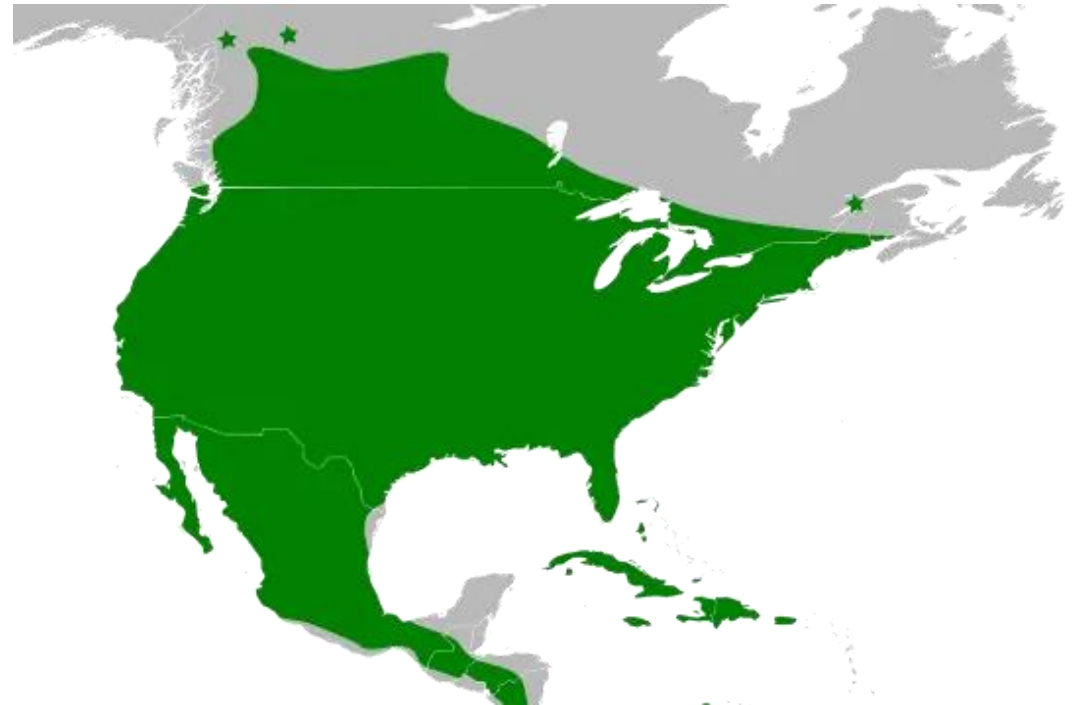


## Obiettivo dello studio

Valutare come le condizioni riproduttive, insieme ai fattori ambientali, influenzano il bilancio energetico in *E. fuscus*

## Biologia di *E. fuscus* – Serotino bruno

- È un chiroterro della famiglia dei Vespertilionidi
- Diffuso in America del nord, Canada e Messico
- In estate si ripara in alberi o sottotetti
- Si nutre principalmente di insetti
- Si accoppia prevalentemente in autunno con parto in tarda primavera



# Introduzione

- Gli animali devono mantenere un bilancio di energia positivo, anche durante le dispendiose fasi della riproduzione attuando diverse strategie
- *E. fuscus* affronta più limiti nell'accumulo di energia rispetto ad altri piccoli mammiferi a causa di:
  1. Metodo di locomozione
  2. Taglia
  3. Dieta

# Introduzione

- Durante le fasi della riproduzione *E. fuscus* impiega **cicli di torpore** per mantenere il bilancio energetico positivo

Riduzione del tasso metabolico

Riduzione della temperatura corporea

- Ci sono possibili conseguenze negative nell'impiego del torpore
- L'uso del torpore è influenzato da: sesso, condizione riproduttiva, temperatura ambientale, tipo di posatoio e disponibilità di cibo
- È importante capire quali di questi fattori abbiano un impatto maggiore per valutare i potenziali costi fisiologici del torpore in periodo riproduttivo

# Introduzione

- Lo sforzo di foraggiamento è influenzato da:
  - Disponibilità di insetti
  - Condizioni atmosferiche
  - Condizione riproduttiva
- La relazione tra la disponibilità di energia e la sua conservazione dovrebbe essere lineare ipotizzando l'assenza di costi fisiologici associati al torpore



# Previsioni dello studio

---

1. Le modalità di sfruttamento del torpore dovrebbero variare tra pipistrelli gravidi e in fase di allattamento a causa della variabilità dei fabbisogni e dei costi energetici delle due fasi
2. La durata del foraggiamento dovrebbe influenzare la termoregolazione essendo la fonte primaria di energia
3. La durata del foraggiamento dovrebbe essere influenzata dalle condizioni ambientali e dalla condizione riproduttiva
4. È prevista una relazione inversa tra il successo del foraggiamento e l'impiego del torpore

# Materiali e metodi

- Selezionati due siti (est e ovest) nella regione del Saskatchewan in Canada
- Situati a meno di 1 Km da un fiume, in zona collinare di prati da pascolo
- 32 femmine di *E. fuscus* sono state equipaggiate di un radiotrasmettitore sensibile alla temperatura per misurare la temperatura corporea ( $T_{sk}$ ) ogni 10 minuti
- Ne è stata misurata la massa e valutata la condizione riproduttiva (allattanti o gravidi)
- È stata misurata la temperatura ambientale ( $T_a$ ) vicino al posatoio facendo una media tra quattro termometri posti nei punti cardinali che misuravano ogni 10 minuti



# Materiali e metodi

- È stata calcolata la temperatura limite del torpore ( $T_{\text{onset}}$ ) da  $T_{\text{sk}}$  tramite l'equazione sviluppata da Willis (2007) per ogni *bat day* (un trasmettitore attivo in un individuo per un giorno)
- La condizione di torpore inizia quando  $T_{\text{sk}}$  risultava  $> 0,1$  °C sotto  $T_{\text{onset}}$  per almeno 20 minuti
- La profondità del torpore è definita dalla differenza tra  $T_{\text{onset}}$  e  $T_{\text{sk}}$
- La posizione dei pipistrelli durante il foraggiamento è stata ottenuta attraverso la triangolazione. Rilevamenti sul campo hanno permesso di determinare lo stato di moto o di quiete dell'animale

## Materiali e metodi – analisi

Variabili incluse per il torpore	Variabili incluse per il foraggiamento
Condizione riproduttiva	Condizione riproduttiva
Min $T_a$ (giorno)	Numero di viaggi
Tipo di posatoio	Durata del torpore
Durata del foraggiamento precedente	Min $T_a$ (notte)
	Velocità media del vento

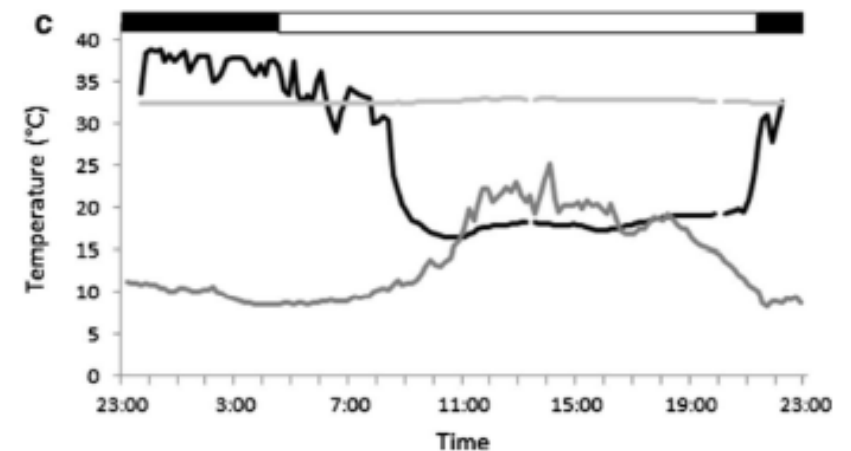
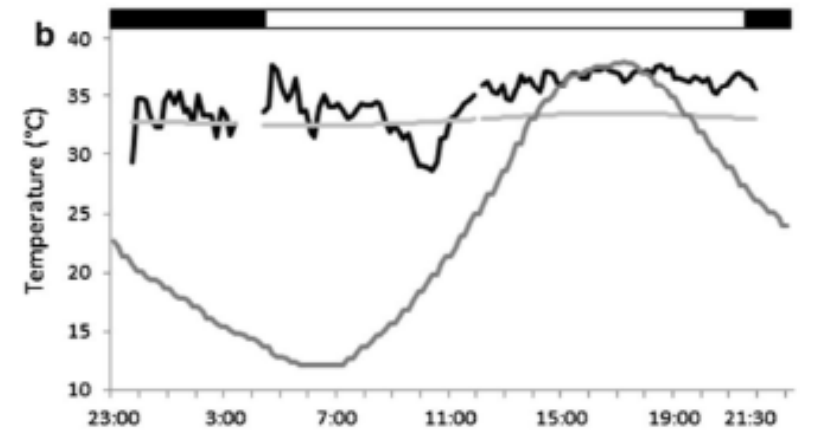
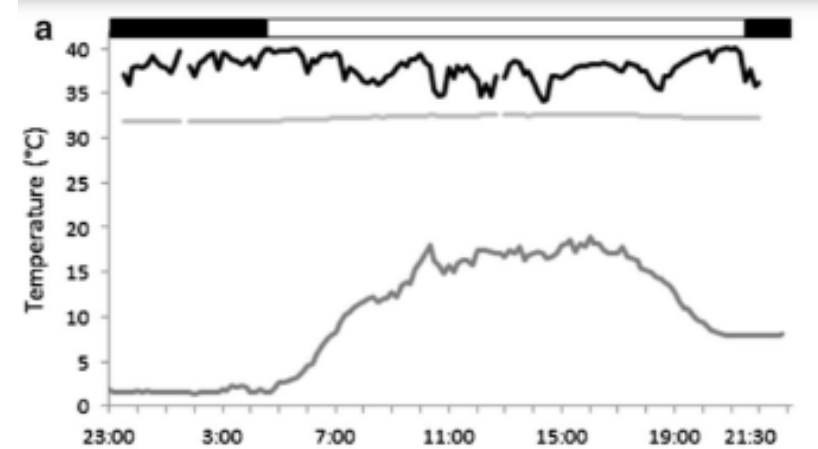
- Sono stati generati dei modelli a priori, basati sulle ipotesi, per prevedere quali variabili influenzavano da sole le caratteristiche di foraggiamento e torpore
- Questi modelli sono stati usati per valutare la significatività dei modelli ottenuti con i dati raccolti sul campo

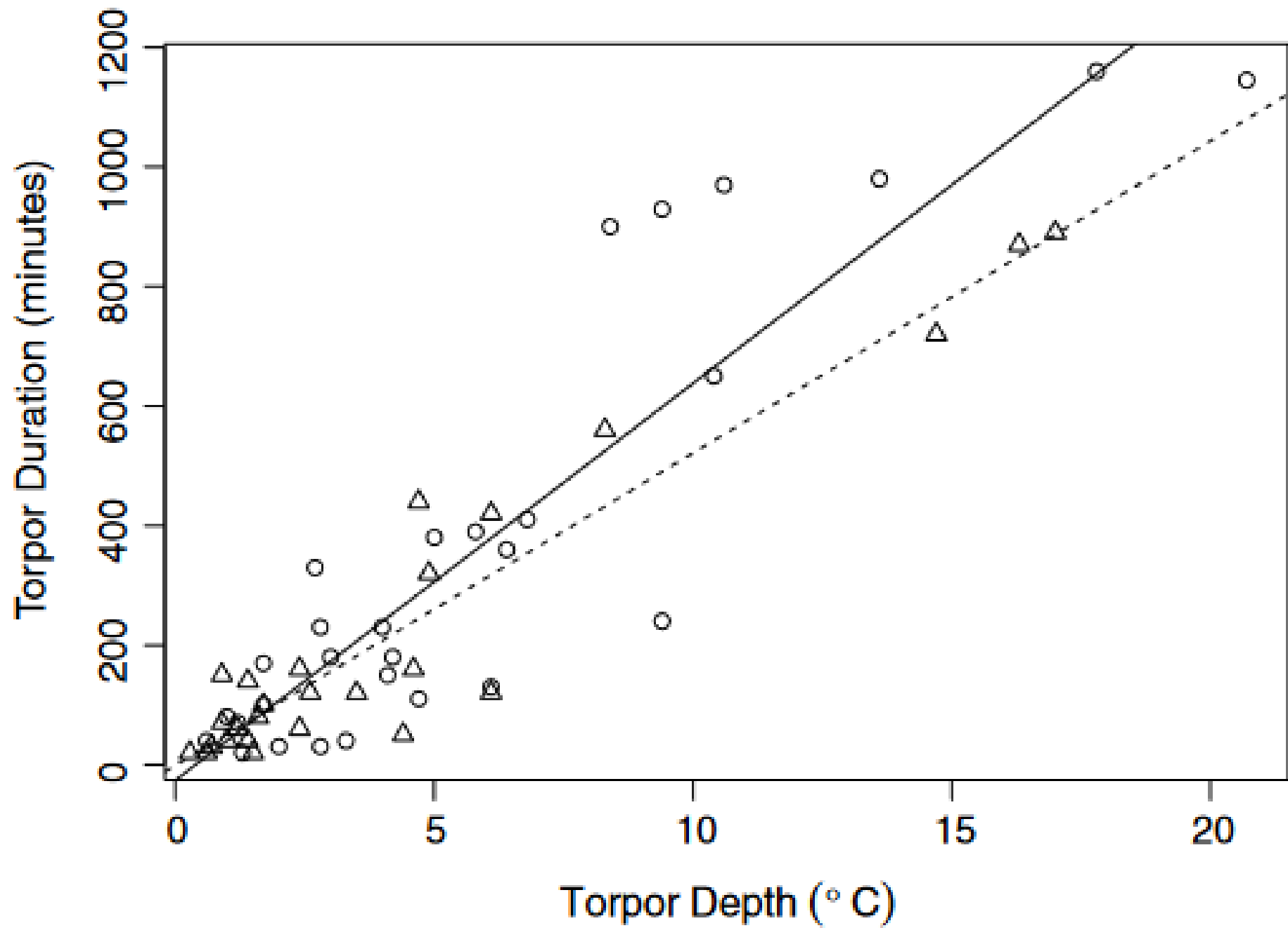
# **RISULTATI**

---

# Termoregolazione

- Sono stati notati tre pattern termoregolatori:
  - Pattern normotermici con minime fluttuazioni di  $T_{sk}$
  - Occasionale differenza tra  $T_{onset}$  e  $T_{sk}$  inferiore a  $7^{\circ}\text{C}$
  - Stabile differenza tra  $T_{onset}$  e  $T_{sk}$  superiore a  $10^{\circ}\text{C}$
- Almeno un ciclo di torpore nel 65% dei *bat days*, con una media di 2,4 cicli giornalieri
- È presente una relazione lineare tra profondità e durata del torpore.





# Termoregolazione – dati

I pipistrelli appollaiati negli alberi hanno avuto torpori lunghi più del doppio e più profondi rispetto a quelli appollaiati negli edifici.

**Table 1** Summary of daily thermoregulatory characteristics of pregnant and lactating *Eptesicus fuscus*

Thermoregulatory characteristic	Overall		Pregnant		Lactating		House		Tree	
	$\bar{x} \pm SD$ (range)	<i>n, N</i>	$\bar{x} \pm SD$ (range)	<i>n, N</i>	$\bar{x} \pm SD$ (range)	<i>n, N</i>	$\bar{x} \pm SD$ (range)	<i>n, N</i>	$\bar{x} \pm SD$ (range)	<i>n, N</i>
HI (°C)	<u>3.1 ± 3 (0.8–13.7)</u>	30, 79	3.4 ± 3.5 (0.7–17.0)	13, 45	3.6 ± 3.3 (0.8–14.3)	18, 52	2.8 ± 2.4 (1.1–13.3)	22, 55	4 ± 4 (0.8–13.7)	11, 24
Time after return to first torpor bout (min)	301.2 ± 316.6 (0–1,256)	25, 55	427 ± 306 (10–1,256)	11, 34	248 ± 334 (0–1,023)	16, 36	356.6 ± 342.2 (0–1,256)	16, 40	153.6 ± 168 (0–570)	9, 15
Total duration of torpor (min)	298.5 ± 328.3 (20–1,160)	25, 55	234 ± 267 (20–890)	11, 34	386 ± 392 (20–1,160)	16, 36	200.8 ± 219.2 (20–890)	16, 40	559 ± 426.6 (20–1,160)	9, 15
Depth of torpor ( $T_{\text{onset}} - T_{\text{sk}}$ ) (°C)	<u>5.1 ± 4.9 (0.3–20.7)</u>	25, 55	4.2 ± 5 (0.4–18)	11, 34	5.5 ± 4.9 (0.2–20.7)	16, 36	4.1 ± 4 (0.3–17)	16, 40	7.8 ± 6.2 (0.9–20.7)	9, 15
Minimum torpid $T_{\text{sk}}$ (°C)	27.6 ± 4.9 (12–32.4)	25, 55	28.1 ± 5.3 (14.5–32.4)	11, 34	27.1 ± 4.9 (12–32.2)	16, 36	28.6 ± 4 (15.6–32.4)	16, 40	24.9 ± 6.2 (12–32)	9, 15
$T_{\text{a}}$ at minimum torpid $T_{\text{sk}}$ (°C)	17.4 ± 5.8 (2.6–37.6)	25, 55	15.3 ± 5.4 (2.6–24.1)	11, 34	19 ± 4.2 (11.3–28.1)	16, 36	16.9 ± 6 (2.6–37.6)	16, 40	18.9 ± 4.9 (7.6–25.5)	9, 15
Torpor degree-minutes (°C min)	1,452.3 ± 3,039.3 (4.6–13,319.6)	25, 55	1,128.7 ± 2,789.7 (4.6–11,103.8)	11, 34	1,742 ± 3,268.3 (11.6–13,319.6)	16, 36	823.5 ± 2,269 (4.6–11,103.6)	16, 40	3,128.9 ± 4,140.3 (15.6–13,319.6)	9, 15
Number of torpor bouts	2.4 ± 1.5 (1–7)	25, 55	2.4 ± 1.5 (1.0–7.0)	11, 34	2.3 ± 1.5 (1.0–6.0)	16, 36	2.2 ± 1.2 (1–5)	16, 40	3 ± 2.1 (1–7)	9, 15

## Termoregolazione – parametri informativi

Dopo la modellizzazione, per ogni parametro le variabili informative sono risultate essere le seguenti:

Profondità torpore	Tipo di posatoio
Durata torpore	Tipo di posatoio
Torpore gradi-minuti	Nessuno
<i>Heterothermy Index (HI)</i>	Nessuno

# Foraggiamento

- Durata media del foraggiamento per notte =  $185.1 \pm 87.7$  min
- Numero medio di viaggi (pipistrelli allattanti) = 2,4
- Numero medio di viaggi (pipistrelli incinti) = 1,6
- I pipistrelli allattanti foraggiano per 100 min in più rispetto a quelli incinti per notte
- Le variabili informative dei modelli di foraggiamento risultano essere il numero di viaggi e lo stato riproduttivo



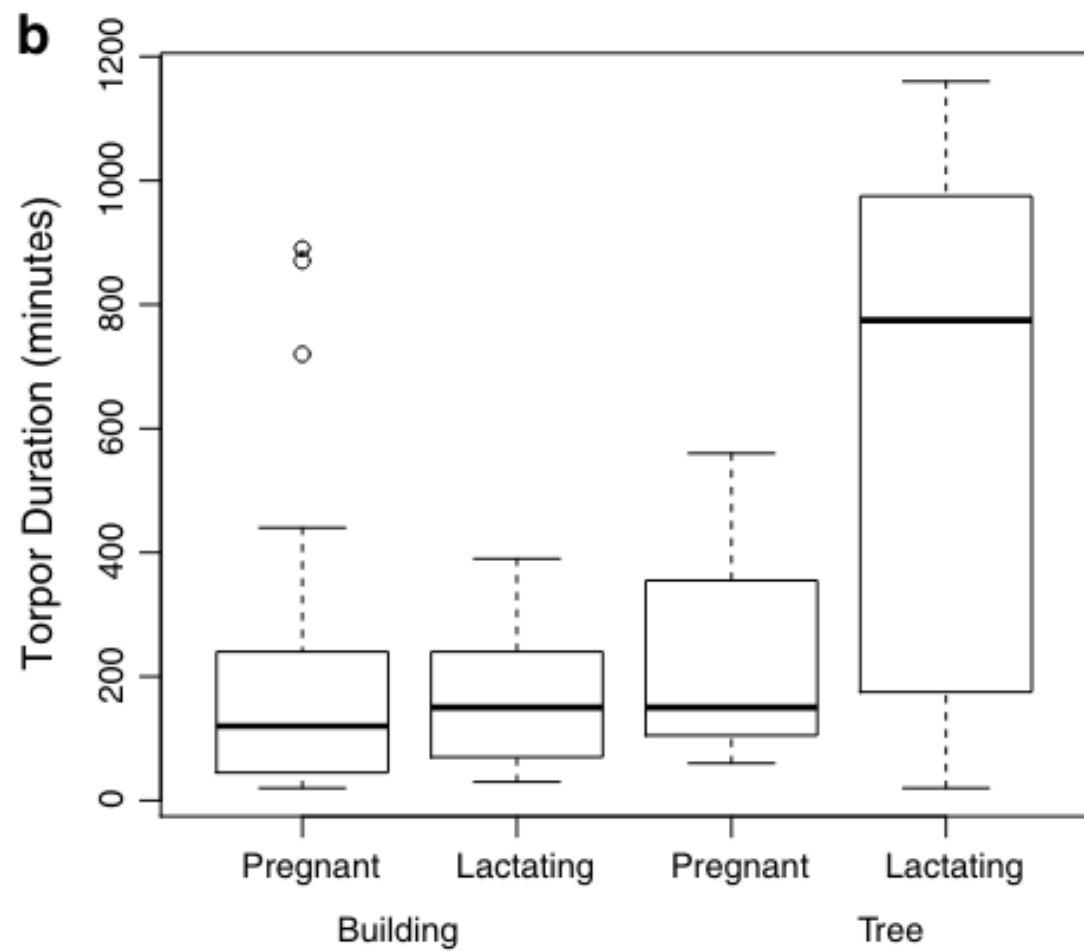
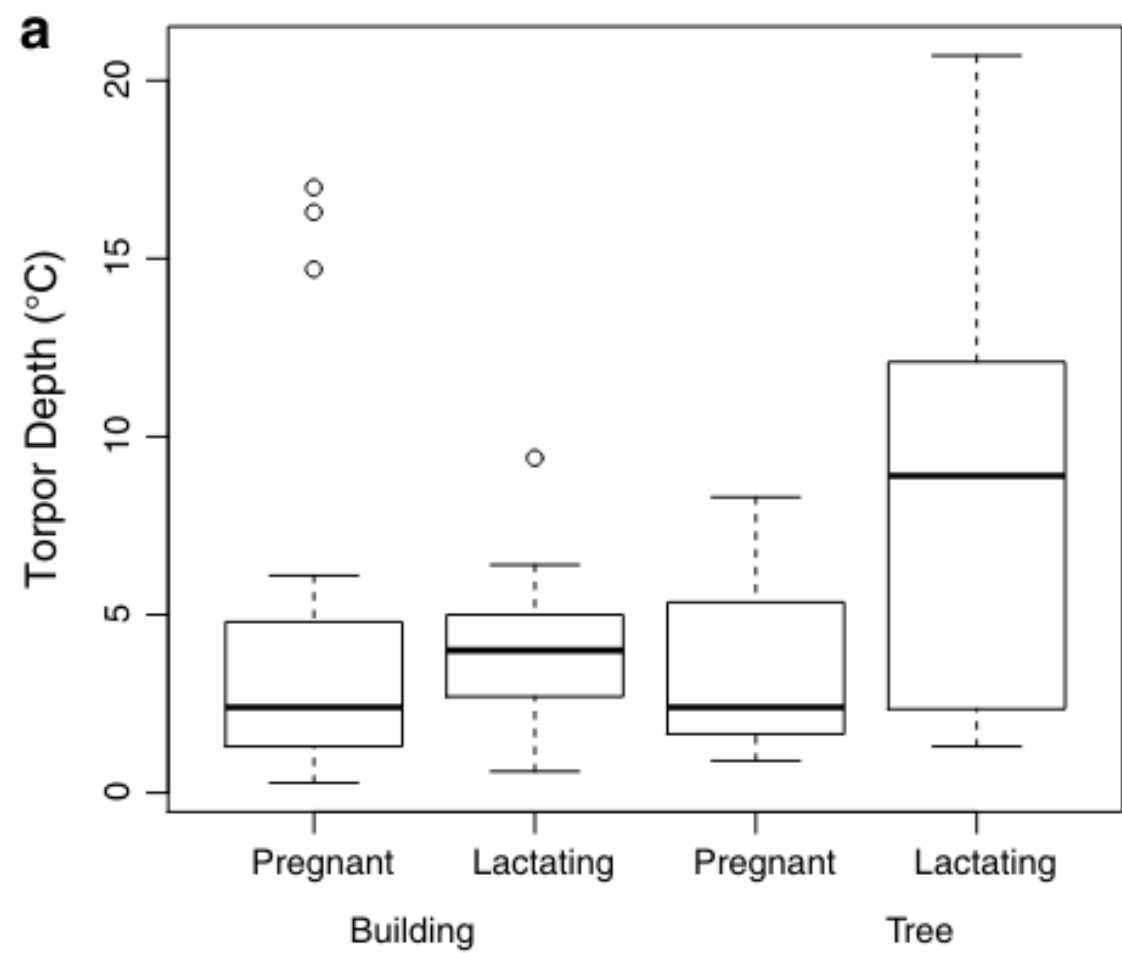
# Foraggiamento e torpore

Relazione stabilita in due modi:

1. Cicli di torpore dopo notte di foraggiamento
  - Nessuna relazione osservata in pipistrelli incinti
  - Debole relazione negativa in pipistrelli allattanti
2. Foraggiamento dopo uso di torpore giornaliero
  - Nessuna relazione osservata

# Discussione – termoregolazione

- La condizione riproduttiva non influenza significativamente la frequenza dei torpori
- Il torpore non è influenzato dai parametri ambientali e fisiologici misurati.
- Stato riproduttivo e tipo di posatoio insieme descrivono meglio l'espressione di torpore → pipistrelli allattanti negli alberi hanno avuto cicli più lunghi e profondi di torpore.
- *Heterothermy Index* non è descritto dal tipo di posatoio ma solo dallo stato riproduttivo → il tipo di posatoio non influisce su  $T_{sk}$ .



# Discussione – termoregolazione

- Cicli di torpore lunghi e profondi permettono maggiori risparmi energetici
- Cicli di torpore brevi e frequenti riducono rischi nello sviluppo fetale e nella produzione di latte
- I pipistrelli studiati hanno effettuato un *trade-off* tra costi del torpore e energia risparmiata

# Discussione – foraggiamento

- Pipistrelli allattanti hanno effettuato viaggi più brevi e frequenti → i cuccioli di pipistrello necessitano di calore esterno
- Le osservazioni sono diverse da quelle di altri studi simili → specie, sito e anno potrebbero influenzare l'attività di foraggiamento
- Condizioni riproduttive e numero di viaggi definiscono la durata del foraggiamento
- La durata del torpore, al contrario delle previsioni, non influenza la durata del foraggiamento: le limitazioni nell'accumulo di grasso costringono *E. fuscus* a foraggiare indipendentemente dall'uso di torpore

# Foraggiamento e torpore

- La relazione inversa tra foraggiamento e torpore è stata osservata solo per pipistrelli allattanti; questo può avere due spiegazioni:
  - Per pipistrelli incinti è dannoso andare in torpore
  - In condizioni di scarso foraggiamento l'elevata richiesta energetica della produzione di latte costringe all'utilizzo del torpore
- Inoltre, i pipistrelli potrebbero foraggiare il più possibile per sfruttare al massimo la breve stagione di crescita poiché ritardare il parto comporta costi insostenibili

# Conclusioni

- La popolazione osservata risponde ad aumenti della richiesta energetica con aumento dei tempi di foraggiamento
- Riproduzione e torpore non sono mutualmente esclusivi
- Sono necessari più studi per valutare a quali temperature corporee ( $T_b$ ) avvengono danni alla riproduzione o alla produzione di latte → potrebbe essere il caso per pipistrelli allattanti

**GRAZIE PER L'ATTENZIONE**

