

L'effetto dell'umidità della sabbia sulla sex-ratio di *Caretta caretta*

The impact of sand moisture on the sex ratio of *Caretta caretta*

Tesi di Laurea di **ELENA VASCO**

Docente referente **Stefania Puce**

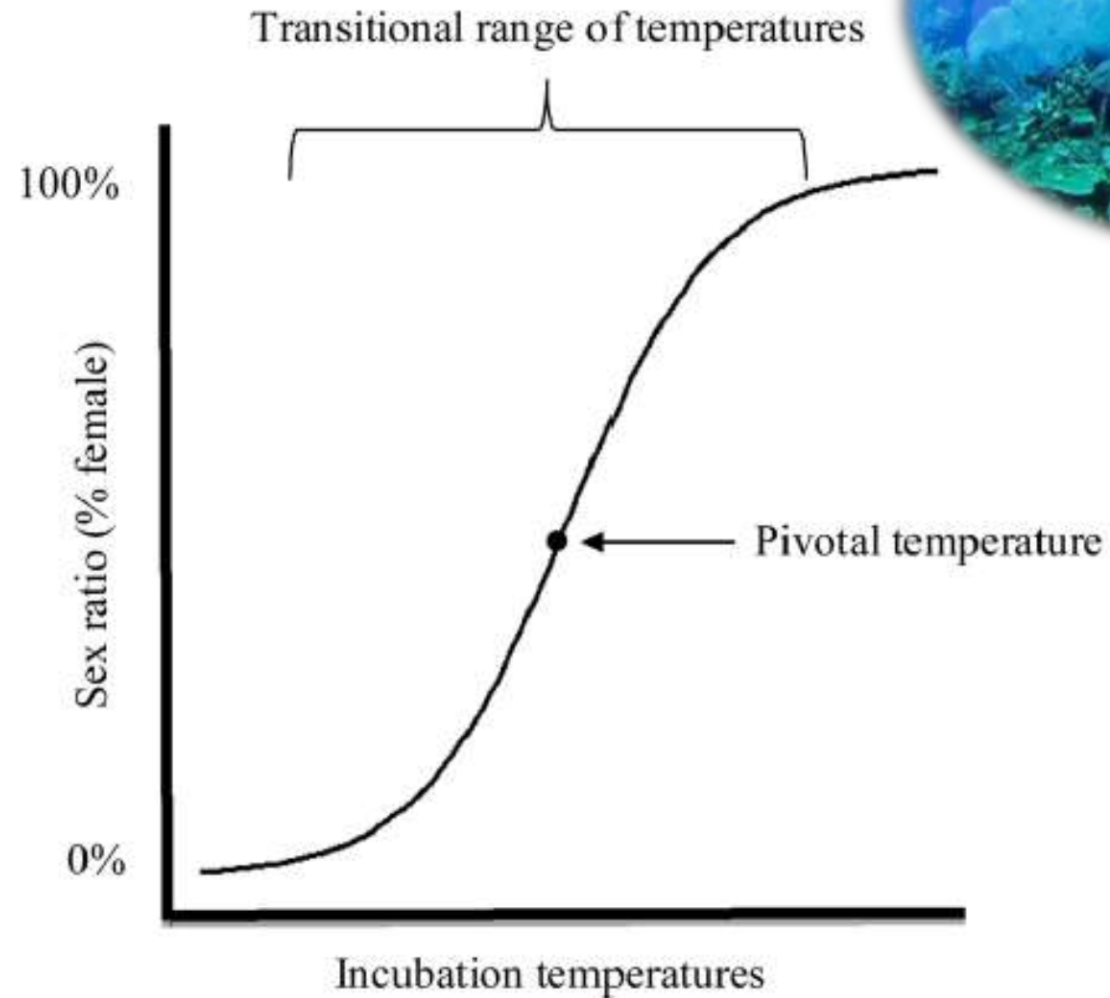
Corso di Laurea in **Scienze Biologiche**

Sessione di Laurea Straordinaria AA. 2021/2022 (Febbraio 2023)



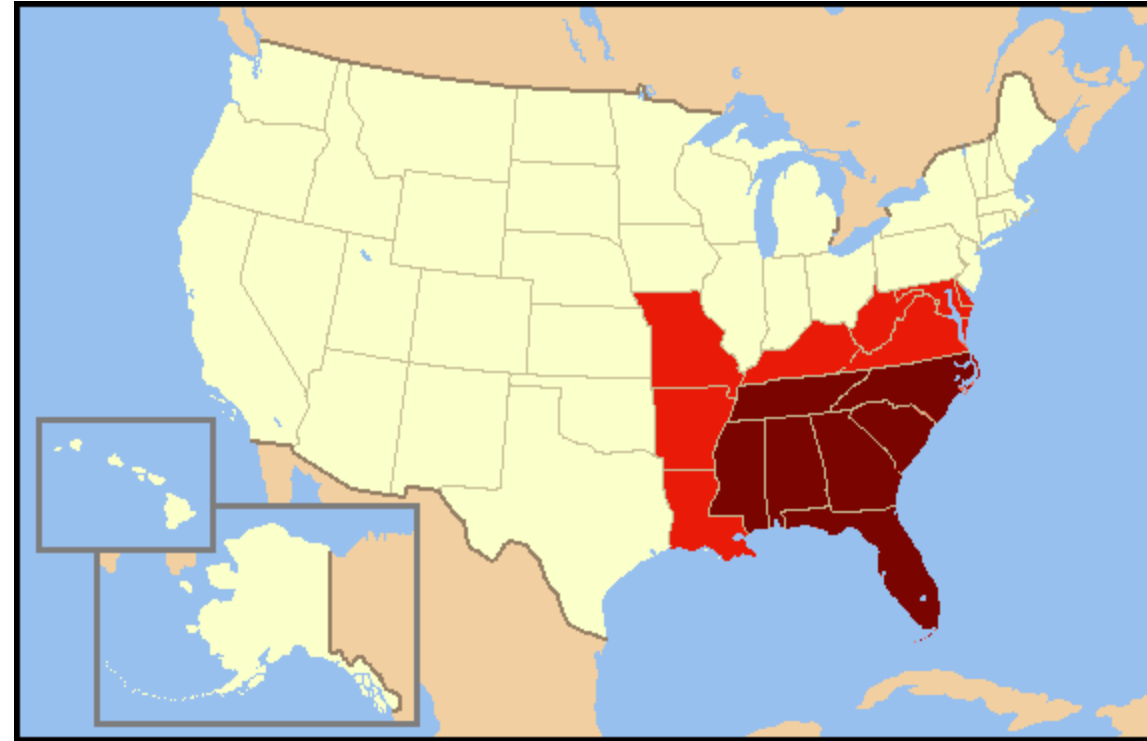
Introduzione:

- *Caretta caretta*
- Determinazione ambientale del sesso (**ESD**), in particolare determinazione di sesso dipendente dalla temperatura (**TSD**).
- **TSP** (Temperature sensitive period)
- **Temperatura pivot**
- **TRT** (Range di temperature di transizione)



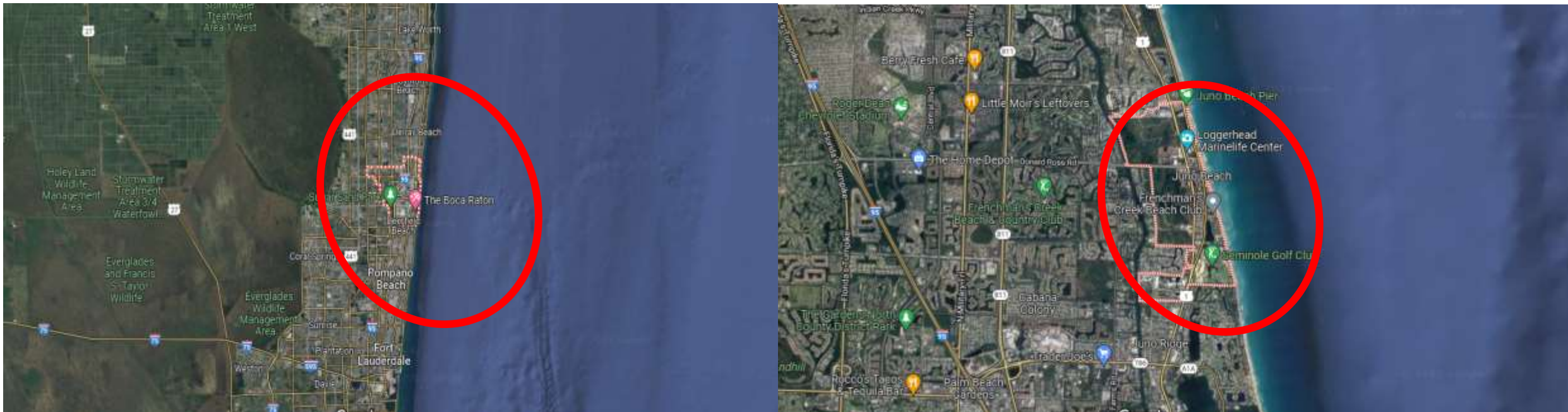
Introduzione:

- Fattori ambientali che influenzano incubazione (Albedo sabbia, esposizione al sole, precipitazioni)
- Impatto umidità sul nido
- Impatto precipitazioni
- Aggiornamento sperimentale delle temperature pivot e delle TRT
- *Caretta caretta* dell'Atlantico Nord-orientale, nidifica nel Sud-est degli Stati Uniti
- 3 livelli di umidità sabbia : basso, medio, alto



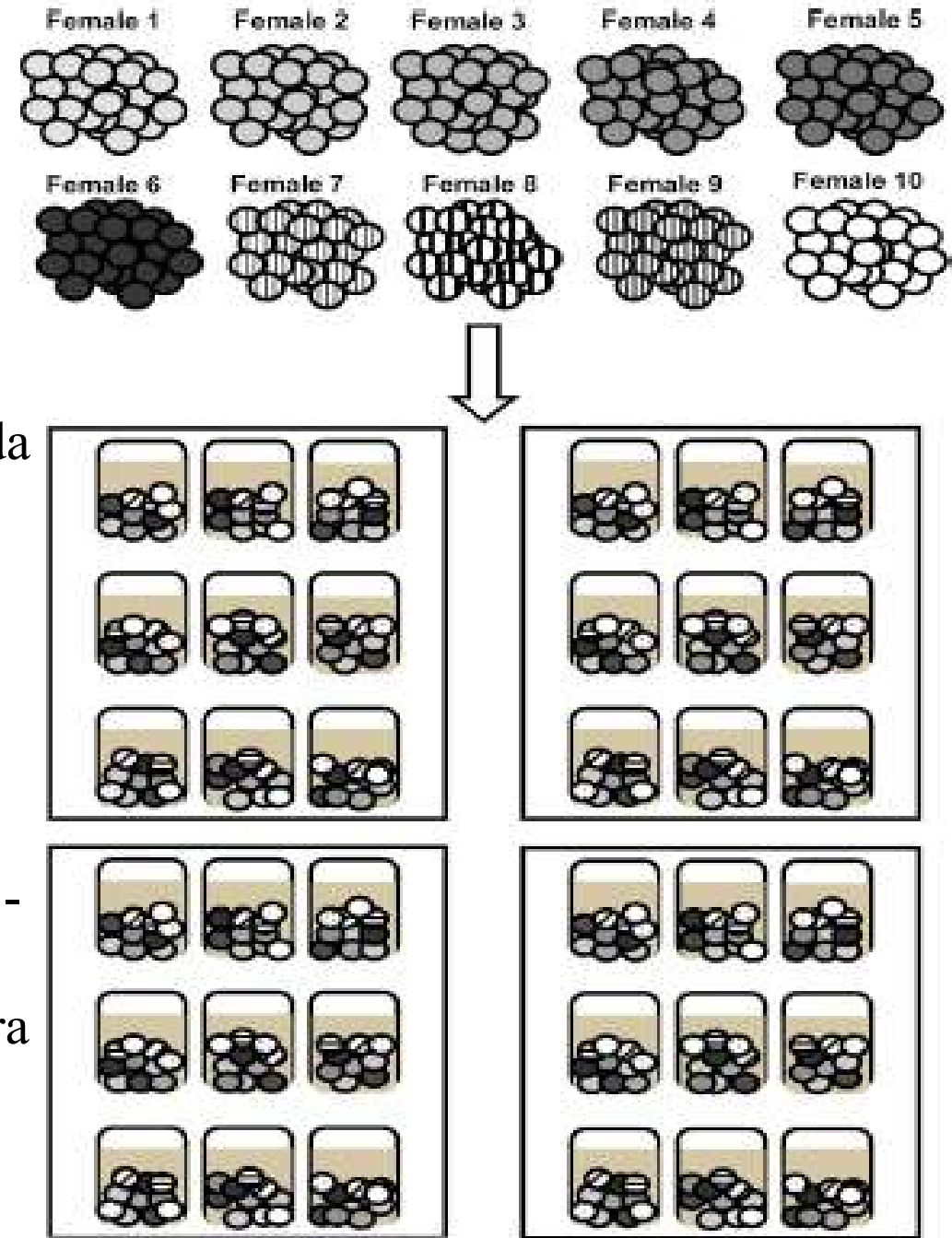
Metodi:

- Raccolta uova, stagioni di nidificazione 2016-2018, giugno-agosto
- Juno Beach, Florida USA, spiaggia ad alta densità di nidificazione
- Boca Raton, Florida USA



Metodi:

- 2016: 27 uova da ciascuna delle 5 covate
- 2017: 36 uova da ciascuna delle 10 covate
- 2018: 36 uova da ciascuna delle 10 covate
- 1 uovo da ogni nido messo in Styrofoam: cassette nido da 10 uova (5 nel 2016)
- Umidità bassa: 0.02-0.03
- Umidità media/naturale: 0.06-0.08
- Umidità alta: 0.12-0.14
- 3 repliche per ogni livello di umidità
- 4 incubatrici, 11 condizioni di incubazione (T diverse)
- Cassette nido riempite con sabbia da Boca Raton (T= 25-27°C)
- Dispositivi controllo mantenimento livelli di Temperatura e Umidità



Metodi:

- Umidità monitorata a giorni alterni utilizzando sensori di umidità del suolo
- Umidità regolata applicando DiH₂O (acqua deionizzata)

- Calcolato successo della schiusa e misurato sex-ratio per ogni cassetta nido
- Piccoli contrassegnati con numero per identificazione trattamento di umidità
- Dopo 2-3 mesi allevamento (120g) esame laparoscopico gonadi e dotti gonadici per identificare sesso

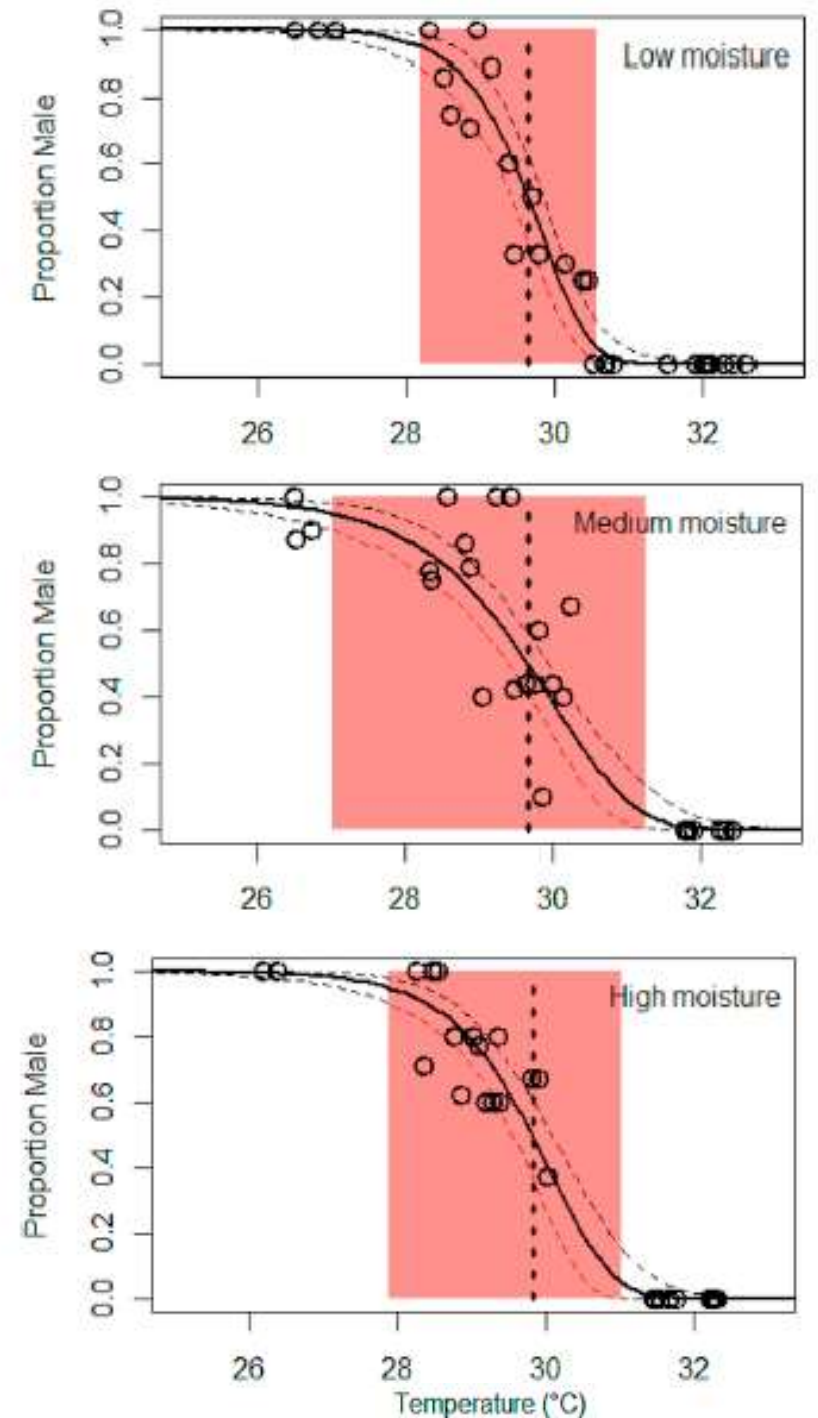
- Analisi: funzione TSD embryo-growth package di R (versione 3.3.2), identifico T pivot e TRT per ogni livello di umidità
- Selezione modello migliore tra i 6 possibili con metodo Akaike (AIC)

Risultati:

Moisture Treatment	N (total eggs)	Hatch Success (%)	Mean Temperature \pm SD ($^{\circ}$ C)	Sex Ratio (Prop. male)	Moisture Treatment	N (total eggs)	Hatch Success (%)	Mean Temperature \pm SD ($^{\circ}$ C)	Sex Ratio (Prop. male)	Moisture Treatment	N (total eggs)	Hatch Success (%)	Mean Temperature \pm SD ($^{\circ}$ C)	Sex Ratio (Prop. male)		
Low moisture n = 29	7 (10)	70 %	32.6 \pm 0.5	0	Medium moisture n = 28	7 (10)	70 %	32.4 \pm 0.5	0	High moisture n = 29	8 (10)	80 %	32.3 \pm 0.6	0		
	8 (10)	80 %	32.4 \pm 0.4	0		7 (10)	70 %	32.3 \pm 0.5	0		8 (10)	80 %	32.3 \pm 0.6	0		
	9 (10)	90 %	32.3 \pm 0.6	0		7 (10)	70 %	32.3 \pm 0.6	0		7 (10)	70 %	32.2 \pm 0.6	0		
	8 (10)	80 %	32.1 \pm 0.4	0		8 (10)	80 %	31.9 \pm 0.5	0		6 (10)	60 %	31.8 \pm 0.5	0		
	8 (10)	80 %	32.1 \pm 0.4	0		8 (10)	80 %	31.9 \pm 0.4	0		8 (10)	80 %	31.7 \pm 0.4	0		
	9 (10)	90 %	32.0 \pm 0.4	0		8 (10)	80 %	31.8 \pm 0.5	0		7 (10)	70 %	31.7 \pm 0.3	0		
	9 (10)	90 %	32.0 \pm 0.5	0		9 (10)	90 %	31.8 \pm 0.4	0		9 (10)	90 %	31.6 \pm 0.3	0		
	6 (10)	60 %	31.9 \pm 0.6	0		8 (10)	80 %	31.8 \pm 0.3	0		10 (10)	100 %	31.5 \pm 0.3	0		
	8 (10)	80 %	31.5 \pm 0.5	0		3 (5)	60 %	30.2 \pm 0.4	0.67		10 (10)	100 %	31.5 \pm 0.5	0		
	10 (10)	100 %	30.8 \pm 0.5	0		10 (10)	100 %	30.1 \pm 0.6	0.40		10 (10)	100 %	30.0 \pm 0.5	0.38		
	10 (10)	100 %	30.7 \pm 1.8	0		9 (10)	90 %	30.0 \pm 0.5	0.44		8 (10)	80 %	30.0 \pm 0.5	0.38		
	9 (10)	90 %	30.7 \pm 0.7	0		10 (10)	100 %	29.9 \pm 1.7	0.10		9 (10)	90 %	29.9 \pm 0.6	0.67		
	10 (10)	100 %	30.5 \pm 1.8	0		5 (5)	100 %	29.8 \pm 0.3	0.60		9 (10)	90 %	29.8 \pm 0.5	0.67		
	4 (5)	80 %	30.4 \pm 0.2	0.25		9 (10)	90 %	29.8 \pm 0.5	0.44		5 (5)	100 %	29.4 \pm 0.8	0.60		
	4 (5)	80 %	30.4 \pm 0.2	0.25		9 (10)	90 %	29.6 \pm 1.7	0.44		5 (5)	100 %	29.4 \pm 0.8	0.80		
	10 (10)	100 %	30.1 \pm 0.5	0.30		9 (10)	90 %	29.5 \pm 0.6	0.33		5 (5)	100 %	29.3 \pm 0.9	0.60		
	9 (10)	90 %	29.8 \pm 1.7	0.33		5 (5)	100 %	29.4 \pm 1.7	1		10 (10)	100 %	29.2 \pm 1.6	0.60		
	4 (5)	80 %	29.7 \pm 0.3	0.50		5 (5)	100 %	29.2 \pm 0.4	1		10 (10)	100 %	29.1 \pm 0.5	0.70		
	3 (5)	60 %	29.4 \pm 0.2	0.33		5 (5)	100 %	29.0 \pm 0.4	0.40		10 (10)	100 %	29.0 \pm 1.5	0.80		
	5 (5)	100 %	29.4 \pm 0.3	0.60		7 (10)	70 %	28.9 \pm 0.6	1		4 (5)	80 %	28.9 \pm 0.5	0.50		
9 (10)	90 %	29.1 \pm 0.7	0.89	7 (10)	70 %	28.9 \pm 0.7	0.57	4 (5)	80 %	28.8 \pm 0.5	0.75					
9 (10)	90 %	28.9 \pm 0.6	1	7 (10)	70 %	28.8 \pm 0.7	0.86	7 (10)	70 %	28.8 \pm 0.6	1					
7 (10)	70 %	28.8 \pm 0.7	0.71	7 (10)	70 %	28.8 \pm 0.7	0.86	8 (10)	80 %	28.7 \pm 0.7	0.63					
8 (10)	80 %	28.6 \pm 0.8	0.75	7 (10)	70 %	28.6 \pm 0.8	1	8 (10)	80 %	28.6 \pm 0.7	1					
7 (10)	70 %	28.5 \pm 0.8	0.86	8 (10)	80 %	28.4 \pm 0.7	0.75	8 (10)	80 %	28.5 \pm 0.7	1					
6 (10)	60 %	28.3 \pm 0.8	1	9 (10)	90 %	28.3 \pm 0.8	0.78	7 (10)	70 %	28.4 \pm 0.7	0.71					
9 (10)	90 %	27.0 \pm 0.6	1	10 (10)	100 %	26.7 \pm 0.5	0.90	9 (10)	90 %	28.3 \pm 0.7	1					
9 (10)	90 %	26.8 \pm 0.5	1	8 (10)	80 %	26.5 \pm 0.7	0.88	8 (10)	80 %	26.4 \pm 0.6	1					
10 (10)	100 %	26.5 \pm 0.5	1	10 (10)	100 %	26.5 \pm 0.6	1	8 (10)	80 %	26.4 \pm 0.6	1					
													10 (10)	100 %	26.2 \pm 0.6	1

Risultati:

Moisture Treatment	TSD Model	AICc	Δ_i	w_i (%)	Pivotal Temperature (°C)	TRT (°C)
Low	Logistic	43.50	0.24	28.21	29.5 ± 0.2	2.3: 28.4–30.7
	Hill	43.76	0.51	24.76	29.5 ± 0.2	2.3: 28.4–30.7
	Richards	43.25	0	31.89	29.6 ± 0.2	2.4: 28.2–30.6
	Double	46.10	2.85	7.67	29.7 ± 0.4	2.9: 27.6–30.5
	Richards					
Medium	Hulin	46.15	2.90	7.46	29.7 ± 0.3	2.5: 28.1–30.6
	Logistic	78.52	3.54	10.10	29.6 ± 0.3	4.1: 27.5–31.6
	Hill	79.77	4.79	5.41	29.5 ± 0.2	4.2: 27.5–31.7
	Richards	74.98	0	59.22	29.6 ± 0.3	4.1: 27.1–31.2
	Double	78.07	3.09	12.63	29.7 ± 0.3	6.7: 26.5–31.2
High	Richards					
	Hulin	78.07	3.09	12.64	29.7 ± 0.3	4.3: 27.0–31.3
	Logistic	58.59	1.59	15.60	29.7 ± 0.2	3.1: 28.1–31.2
	Hill	59.04	2.04	12.47	29.7 ± 0.3	3.1: 28.2–31.3
	Richards	57.00	0	34.58	29.8 ± 0.3	3.2: 27.8–31.0
High	Double	57.32	0.32	29.44	30.0 ± 0.1	1.8: 28.5–30.3
	Richards					
High	Hulin	59.96	2.96	7.88	29.9 ± 0.3	3.4: 27.8–31.2



Discussione:

- **Primo studio** che incuba gruppi di uova insieme (condizioni simili a nido naturale) e utilizza sabbia naturale spiaggia di nidificazione come substrato di incubazione
- Substrati di incubazione: **sabbia vs. vermiculite**
- Periodo di maggiore sensibilità all'umidità coincide con **TSP** (stadi di sviluppo 22-27, determinazione del sesso)
- Impatto umidità della sabbia sul sesso dei piccoli, **condizioni di incubazione costanti**
- Umidità sabbia ha impatto su **TRT** ma non su **T pivot**
- **TRT** rappresenta misura più realistica della **sessualizzazione** dell'embrione
- Effetti **umidità** della sabbia, delle **precipitazioni** e della **distanza del nido dall'acqua** sulle condizioni del nido
- Periodi di **siccità** (meno maschi) **vs.** Periodi di **forti piogge** (più maschi)
- Ruolo dell'umidità sulla determinazione del sesso, non solo della temperatura
- Impatto dei **cambiamenti climatici**

Bibliografia:

- Lolavar, Alexandra, and Jeanette Wyneken. "The impact of sand moisture on the temperature-sex ratio responses of developing loggerhead (*Caretta caretta*) sea turtles." *Zoology* 138 (2020): 125739.

Citazione delle immagini:

- By James St. John - <https://www.flickr.com/photos/47445767@N05/50437589326/>, CC BY 2.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=96297341>
- Di Me - Opera propria (Testo originale: I (Elikos91 (talk)) created this work entirely by myself.), WTFPL, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=12862879>
- <https://www.google.it/maps>

Riassunto:

Questo articolo vuole esaminare gli effetti non solo della temperatura ma anche dell'umidità della sabbia sulla determinazione del sesso nelle tartarughe marine *Caretta caretta*, che sono una specie dioica. In particolare questi studi sono stati eseguiti su uova di *Caretta caretta* provenienti da una spiaggia della Florida, USA. Sono state prelevate delle uova da diverse covate (2016,2017,2018) e sono state incubate a diverse temperature che andavano da 28,0°C a 33,0°C e a 3 condizioni di umidità : bassa, media e alta. Le uova sono state incubate in gruppi e una volta nati i piccoli sono stati allevati fino al raggiungimento dei 120g ed è stato identificato il sesso per via laparoscopica. Durante tutto il periodo di incubazione le condizioni sono state mantenute costanti e sono state registrate le temperature all'interno di ogni gruppo di uova. In seguito, sono stati ricavati dei grafici che mostrano che le temperature pivot sono pressoché le stesse per ogni livello di umidità, mentre i TRT (Range di temperature di transizione) variano e quindi sono influenzati dal livello di umidità. Infatti vediamo che nelle condizioni estreme di umidità (alta e bassa) i TRT sono più stretti, poiché l'aumento dei livelli di umidità (periodi di forti piogge) della sabbia portano ad un raffreddamento delle T del nido e perciò ad una maggiore produzione di maschi e viceversa bassi livelli di umidità (periodi di siccità) della sabbia portano ad un aumento delle T del nido e perciò ad una maggiore produzione di femmine. Quindi la variazione dell'umidità influenza la temperatura che a sua volta influenza la determinazione del sesso nelle tartarughe marine.