

## **Ecomorfologia del complesso cranio-mandibolare degli “ungulatomorpha”: variazioni dei trend macroevolutivi nel tempo e le interazioni con l’ambiente e l’ecologia evolutiva.**

**Tutor: Prof. Pasquale Raia**

### Conoscenze di base

I mammiferi viventi mostrano una forte relazione tra morfologia e parametri ecologici (p. es. le condizioni ambientali e/o l’adattamento dello stile di vita – Eisenberg 1981, Feranec 2007, Famoso et al. 2014), questa correlazione è cruciale per lo studio del complesso cranio-mandibolare. Ogni singola componente anatomica è influenzata dalla sua stessa funzione, un chiaro esempio è il cranio, considerato come una struttura funzionalmente complessa la cui morfologia è stata selezionata in risposta a diverse esigenze, quali la protezione del cervello e degli organi di senso, l’alimentazione e la percezione sensoriale - Cheverud 1981; Hallgrímsson et al. 2007). Al contrario, la mandibola mostra un pattern morfologico che sembra essere influenzato quasi esclusivamente dalle esigenze alimentari, oltre che da effetti filogenetici (Janis 2008, Raia et al. 2010).

Gli “ungulatomorpha” viventi ed estinti rappresentano un modello per indagare circa le variazioni morfologiche del cranio e della mandibola, nel tempo e/o in relazione all’ambiente ed alla ecologia evolutiva, come conseguenza della loro notevole variabilità fenotipica, la flessibilità della loro ecologia e del loro comportamento, in associazione con un affascinante e ben documentato record fossile (Pérez-Barbería et al. 1999, Strömberg 2006).

Nuove tecniche di quantificazione morfologica, come la GMM (morfometria geometrica), hanno recentemente evidenziato una forte influenza della filogenesi nella morfologia mandibolare, in entrambe le categorie ecologiche di “ungulatomorpha”, grazer e browser.

Analisi di diversi cladi di “ungulatomorpha” (Janis 2008) hanno dimostrato che la dieta (generalmente considerata come variabile qualitativa singola) e la taglia

corporea giocano un ruolo essenziale nel modellare l'anatomia dell'intera struttura. Tuttavia, l'appartenenza ad un certo clade ha agito come fattore guida ancora più forte in termini di variazione morfologica, considerando sia il *corpus* mandibolare (p. es. le variazioni nell'altezza della corona dentaria al fine di ottenere una maggiore resistenza all'abrasione) che il *ramus* (come dimostrato dall'allungamento o accorciamento del ramo mandibolare in funzione della qualità del cibo - Stirton, R. A. 1947, Raia et al. 2011).

Altri fattori che influenzano la forma della mandibola degli "ungulatomorpha" sono da ricercarsi nella qualità del cibo che comporta la differenziazione tra bulk feeders e selective feeders (Underwood 1983, Janis 2008).

Potrebbe essere interessante quantificare l'importanza relativa della filogenesi, piuttosto che della dieta, sulla morfologia cranio-mandibolare (Pérez-Barbería et al. 1999) e come questa interagisca col cranio. Quest'ultimo appare ancor più complicato: un crogiolo di interazioni tra diversi fattori di sviluppo ed ecologici è responsabile di significative variazioni in alcuni parametri evolutivi, come la morfologia del cranio (cioè la disparità morfologica) ed il tasso di evoluzione morfologica comportando differenti conseguenze (p. es. scores più o meno alti) tra i cladi di "ungulatomorpha" viventi.

La gran quantità di conoscenze proprie della letteratura contemporanea e relative all'ecomorfologia degli "ungulatomorpha" non sottolinea sufficientemente questioni fondamentali come la variazione relativa alla forza dei trend evolutivi (quali la convergenza, regole biologiche, etc.) in risposta alla diversificazione ambientale nel tempo.

Inoltre, le differenze di solito utilizzate per distinguere tra famiglie e sottofamiglie e tra tribù e sottotribù, in genere, sostengono qualsiasi considerazione sulle tendenze evolutive.

Molti studi precedenti hanno suggerito che eseguire analisi evolutive a diversi livelli tassonomici (p. es. considerando i trend in un più ampio contesto comparativo) potrebbe essere un traguardo promettente per definire al meglio i

confini di un gruppo e le interazioni tra morfologia, età evolutiva e divergenza ecologica. (Jernvall et al 1996)

### Punti chiave

- Quanto sono forti i driver ambientali e quelli relativi all'ecologia evolutiva nel determinare la variazione morfologica del complesso cranio-mandibolare delle specie di "ungulatomorpha" estinti e viventi?
- È possibile che ci sia una influenza del livello tassonomico sulle analisi?
- La modellizzazione ha una qualche influenza sui risultati ecomorfologici? E come si comportano gli altri approcci? Convengono con gli stessi risultati

## **Proposta di una posizione e programma di dottorato**

### Titolo di dottorato

*Ecomorfologia del complesso cranio-mandibolare degli "ungulatomorpha": variazioni dei trend macroevolutivi nel tempo e le interazioni con l'ambiente e l'ecologia evolutiva.*

Per rispondere alle domande di ricerca del progetto, verrà sviluppato un superalbero informale di "ungulatomorpha" sul quale eseguire metodi filogenetici comparativi in R, usando il software CRAN RRphylo. I dati morfologici verranno recuperati ed analizzati per mezzo della GMM sia in 2D che in 3D. L'integrazione morfologica e la covariazione tra mandibola e cranio saranno valutate mediante regressione parziale dei minimi quadrati.

I trend (macroevolutivi) temporali nel fenotipo e nei tassi evolutivi saranno studiati usando le funzioni `search.trend`, `search.shift`, and `search.conv`. di RRphylo.

### Campionamento, materiali e periodi all'estero.

Il campionamento delle specie, sia fossili che viventi, si baserà principalmente sulle collezioni di mammiferi ospitate presso il Museo di Storia Naturale

Americano (New York) con aggiunte facoltative raccolte con visite giornaliere ai musei italiani e materiale aggiuntivo interno raccolto negli anni precedenti. Ogni analisi necessaria per il dottorato sarà eseguita per mezzo di strutture informatiche situate nei laboratori e negli uffici di Pasquale Raia.

Il primo anno del programma riguarda principalmente la raccolta di dati, l'acquisizione e lo studio della letteratura di base, l'acquisizione di competenze di programmazione incluso il familiarizzare con i software RRphylo e Arotron in R, prodotti da P. Raia e i suoi collaboratori di ricerca.

Il secondo anno sarà dedicato all'acquisizione e manipolazione dei dati, includendo la visita al Museo di Scienze Naturali Americano. La preparazione dei manoscritti sarà sviluppata in questa fase.

Il terzo anno sarà dedicato ad ulteriori manoscritti e nuove analisi aggiuntive, coinvolgendo l'uso di CT scan (già disponibili) per recuperare ed analizzare dati morfologici a partire da strutture interne (p. es. endocast, modelli dinamici di resistenza ossea allo stress).