

# MORFOMETRÍA Y DIFERENCIACIÓN CRANEAL. UN CASO EN *OVIS*

## SKULL MORPHOMETRY AND DIFFERENTIATION: A CASE IN *OVIS*

Parés-Casanova P. M.<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Animal Production; University of Lleida; Av. Alcalde Rovira Roure, 191, 25198 Lleida (Catalunya, Spain). \*peremiquelp@prodan.udl.cat

**Keywords:** Geometric morphometrics; Landmarks; Ovine; Shape; Size.

**Palabras clave:** Morfometría geométrica; Landmarks; Ovino; Forma; Tamaño.

### Abstract

Techniques of traditional morphometry, based on the application of multivariate statistical methods on a set of linear variables, have been running since the appearance of personal computers. However, a variety of new techniques has emerged recently, grouped together in what has been called geometric morphometrics (GM) appropriate for the statistical study of variation and covariation of the form (shape + size). This is more useful and consistent for the study of the morphological variation than the traditional morphometry. For this GM study in domestic sheep, 39 skulls of adult animals (with at least the first two upper molars erupted) from 3 different areas of the pre-Pyrenees and Pyrenees were studied. Using digital pictures, 21 2D landmarks were recorded on their skull dorsal aspect. These individual coordinates were then adjusted by means of superimposing procrustes using the criterion of least squares or (Generalized Procrustes Analysis) generalized procrustes analysis. The analysis of the major components, using the variance-covariance matrix, detected 23 loading values  $> [0.1]$  from which we proceeded to the comparative study of the three populations resampling by using subsets of available data (jackknifing). The comparative study suggests that working with the size adds no more qualifying power for the differentiation of the sheep groups.

### Resumen

Las técnicas de la morfometría tradicional, basadas en la aplicación de métodos estadísticos multivariados sobre un conjunto de variables lineales, han sido de aplicación corriente a partir de la aparición de las computadoras personales. Pero recientemente ha surgido una variedad de nuevas técnicas, englobadas dentro de lo que se ha dado en llamar morfometría geométrica, MG, apropiadas para el estudio estadístico de la variación y covariación de la forma. La MG proporciona información de la forma pura (*shape*) y el tamaño (*size*) de una estructura, lo que resulta más útil y consistente para el estudio de la variación morfológica que aquella provista por la morfometría tradicional, basada en el análisis multivariado de colecciones integradas de distancias, ángulos y proporciones. Para este estudio, de forma y tamaño en ovino, se analizaron 39 cráneos de animales adultos (al menos con los dos primeros molares superiores eruptidos), procedentes de 3 zonas diferentes del Prepireneo y Pirineo catalanes (NO España). Se registraron 21 coordenadas de *landmarks* (i.e. puntos anatómicos y/o geométricos homólogos empleados para registrar las coordenadas que definen la posición en el espacio de un carácter morfológico) en 2D, a partir de las fotografías sobre la cara dorsal, obtenidas de la fotografía digital de cada espécimen. Las coordenadas de los individuos analizados fueron ajustadas por medio de la superposición Procrustes, utilizando el criterio de los cuadrados mínimos o análisis de Procrustes generalizado (*Generalized Procrustes Analysis*). A partir del Análisis de Componentes Principales, utilizando la matriz de varianza-covarianza, se detectaron 23 valores de descarga superiores a  $[0,1]$ , siendo a partir de estos que se procedió al estudio comparativo entre las tres poblaciones ovinas utilizando el uso de subconjuntos de datos disponibles (*jackknifing*). Este estudio comparativo sugiere que trabajar con el tamaño no añade más poder clasificatorio para la diferenciación de los tres grupos.

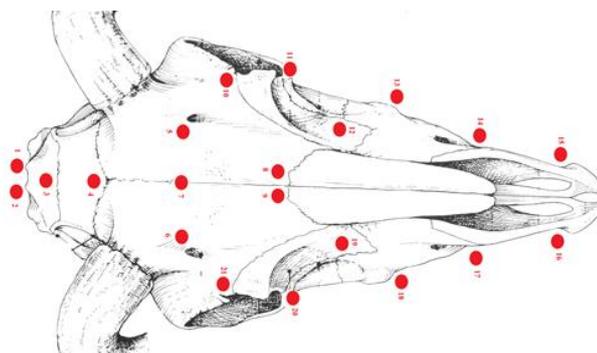
### Introducción

Las técnicas de la morfometría han sido de aplicación corriente a partir de la aparición de las computadoras personales. Pero recientemente ha surgido una variedad de nuevas técnicas, englobadas dentro de lo que se ha dado en llamar morfometría geométrica (MG), apropiadas para el estudio estadístico de la variación y covariación de la forma (Bookstein, 1991). La MG proporciona información de la forma pura (*shape*) y el tamaño (*size*) de una estructura, lo que resulta más útil y consistente para el estudio de la variación morfológica

que aquella provista por la morfometría tradicional, basada en el análisis multivariado de colecciones numéricas integradas únicamente por distancias, ángulos y proporciones (Bookstein, 1991).

### Material y métodos

Para este estudio se analizaron 39 cráneos ovinos de animales adultos (al menos con los dos primeros molares superiores eruptidos), procedentes de 3 zonas diferentes del Prepirineo y Pirineo catalanes (NO España), no conectadas entre ellas, y que identificaremos como A (n=11), B (n=10) y C (n=18). Se registraron 21 coordenadas de *landmarks* (i.e. puntos anatómicos y/o geométricos homólogos empleados para registrar las coordenadas que definen la posición en el espacio de un carácter morfológico) en 2D, a partir de las fotografías sobre el plano dorsal, obtenidas de la fotografía digital de cada espécimen (figura 1). Las coordenadas de los individuos analizados fueron ajustadas por medio de la superposición Procrustes, utilizando el criterio de los cuadrados mínimos. Para la obtención de las coordenadas, se emplearon los programas de la serie TPS (disponibles en <http://life.bio.sunysb.edu/morph/>) y el programa CoordGen6 (disponible en <http://www2.canisius.edu/~sheets/morphsoft.html>). A partir de los 21 puntos anatómicos se obtuvo el tamaño de centroide, que se utilizó como variable *size*. Se recurrió a un análisis de componentes principales (ACP) para reducir la dimensionalidad del conjunto de Procrustes. A partir del ACP, utilizando la matriz de varianza-covarianza, se detectaron 23 valores Procrustes de descarga superiores a [0,1], siendo a partir de estos que se procedió al estudio comparativo entre las tres poblaciones ovinas utilizando el uso de subconjuntos de datos disponibles (*jackknifing*), utilizando por un lado únicamente estos *landmarks* y por otro estos mismos más el tamaño de centroide. Para los análisis estadísticos se utilizó el paquete informático PAST- v. 2.17 (Hammer *et al.*, 2001).



**Figura 1.** Puntos anatómicos o *landmarks* obtenidos inicialmente. Posteriormente, se consideraron únicamente los puntos anatómicos de la lateralidad derecha (2, 6, 16, 17, 18, 19, 20 y 21), así como los del plano sagital (3, 4, 7 y 9) [Anatomical points (*landmarks*) initially considered. For posterior analysis, only lateral right landmarks (2, 6, 16, 17, 18, 19, 20 and 21) and mid-sagittal ones (3, 4, 7 and 9) were considered]

### Resultados

De los datos obtenidos se desprende que el trabajar con la variable *size* no añade una mayor discriminación entre grupos (tablas I y II), puesto que la asignación de cráneos a cada grupo A, B o C no mejora utilizando esta segunda variable.

**Tabla I.** Resultados del estudio comparativo entre las tres poblaciones ovinas A (n=11), B (n=10) y C (n=18) mediante el uso de subconjuntos de datos disponibles (*jackknifing*) utilizando únicamente los *landmarks* más informativos (valores Procrustes de descarga superiores a [0,1]) o sea, únicamente estudiando la forma [Comparative results obtained for three studied ovine populations A (n=11), B (n=10) and C (n=18) using *jackknife* resampling. Only most informative landmarks (Procrustes loadings > [0.1]) were used, e.g. only shape was considered]

	A	B	C	Total
A	4	2	5	11
B	3	5	2	10
C	5	3	10	18
Total	12	10	17	39

**Tabla II.** Estudio comparativo entre las tres poblaciones ovinas A (n=11), B (n=10) y C (n=18) mediante el uso de subconjuntos de datos disponibles (*jackknifing*) de los *landmarks* más informativos (valores Procrustes de descarga superiores a [0,1]) y además, el tamaño de centroide (variable *size*). El estudio de la forma y del tamaño conjuntamente no añade una mayor discriminación entre grupos [*Comparative results obtained for three studied ovine populations A (n=11), B (n=10) and C (n=18) using jackknife resampling. Most informative landmarks (Procrustes loadings > [0.1]) as well as centroid size were considered. Form (shape plus size) did not proportionate more discrimination between groups*]

	A	B	C	Total
A	5	2	4	11
B	3	4	3	10
C	5	3	10	18
Total	13	9	17	39

### Conclusiones

El estudio craneométrico a partir de coordenadas Procrustes, que ofrecen información sobre la variable “forma/shape”, permite la diferenciación de subpoblaciones, pero los resultados obtenidos no se ven mejorados al trabajar adicionalmente con la variable “tamaño/size”, variable ésta a la que se restringe el trabajo cuando utilizamos únicamente morfometría tradicional.

### Bibliografía

- Bookstein FL. 1991. Morphometric Tools for Landmark Data. New York: Cambridge University Press.
- Hammer Ø, Harper DAT, Ryan PD. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): [http://palaeo-electronica.org/2001\\_1/past/issue1\\_01.htm](http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm).