

EVALUACIÓN DE SIMETRÍAS CRANEALES MEDIANTE TÉCNICAS DE IMAGEN. UN EJEMPLO EN EL GÉNERO *SUS*

EVALUATION OF SKULL SYMMETRIES USING IMAGES TECHNIQUES, AN EXAMPLE IN *SUS* GENRE

Parés-Casanova P.M.^{1*}, Esteve-Puig C.¹, Vilà L.¹

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

Keywords: Directional asymmetry; Fluctuant asymmetry; Development instability; Geometric morphometrics.

Palabras clave: Asimetría direccional; Asimetría fluctuante; Inestabilidad del desarrollo; Morfometría geométrica.

Abstract

The objective of this work was to analyze the extent and pattern of cephalic asymmetries, as a measure of developmental instability, in two similar species, wild boar (*Sus scrofa*) and domestic pig (*Sus domestica*). This was carried out with skulls of *S. domestica* (n=29) and *S. scrofa* (n=28), of different ages, from which 25 2D landmarks were recorded in two replicas on their ventral surface. The data were analyzed using geometric morphometric techniques. The contribution of the fluctuant asymmetry –e.g. random and subtle deviations from symmetry of bilaterally symmetrical features- was significant for both species, suggesting a significant influence of factors affecting development throughout their ontogenic processes. The levels of directional asymmetry - which occurs when the value of a trait laterality is consistently larger than the other- were only significant in *S. scrofa*. This species also showed significant differences between age groups and different pattern changes for each skull region. So, while the base and the rostral end of the viscerocranium showed different magnitudes of growth, the level of asymmetry in the braincase was constant between age groups. The causal explanation of the presence of directional asymmetry in wild boar is open to research. It could be due to intraspecific competition or consanguinity of population. Whatever it is, these first results from our research can let us advance in the research into both the underlying mechanisms of developmental instability in domestic ungulates and the ecological and physiological mechanisms that determine these mechanisms.

Resumen

En estructuras anatómicas que presentan simetría bilateral se espera que los rasgos, en ambas lateralidades del organismo, sean idénticos, ya que son controlados por un genoma común. Sin embargo, la acción diferencial del ambiente sobre cada una de las lateralidades, así como, perturbaciones aleatorias durante el desarrollo, pueden conducir a una alteración de los patrones esperados de simetría: asimetría direccional –AD, que ocurre cuando el valor de una lateralidad del rasgo es consistentemente más grande que el otro- y asimetría fluctuante –AF, que son desviaciones sutiles y aleatorias de la simetría de rasgos bilateralmente simétricos-. El efecto que la inestabilidad del desarrollo (ID) tiene sobre la asimetría de las estructuras bilaterales de animales y plantas es un tema de interés creciente en muchos contextos ecológicos y evolutivos. Si se sigue un procedimiento riguroso, este tipo de asimetrías pueden ser contempladas como un primer indicador de que una población puede estar en riesgo. Además, en comparación con otros bioindicadores, tienen la ventaja de ser medidas no intrusivas y de aplicación simple y económica. El objetivo de este trabajo fue analizar el grado y el patrón de la asimetría en el cráneo, como una medida de ID, en dos especies similares, *Sus domestica* y *Sus scrofa*. Para ello se recurrió al trabajo con cráneos de *Sus domestica* (n=29) y *Sus scrofa* (n=28), de edades diversas. Se registraron dos réplicas de 25 coordenadas de puntos anatómicos en 2D sobre la cara ventral. La contribución de la AF a la variación fue significativa para ambas especies, sugiriendo una influencia importante de factores que afectan los procesos de desarrollo a lo largo de la ontogenia de los individuos. Los niveles de AD fueron significativos en *S. scrofa*, y además se encontraron diferencias significativas entre grupos etarios, observándose un patrón disímil en las regiones del cráneo analizadas: mientras la base y el extremo rostral del viscerocráneo presentaron diferencias en las comparaciones efectuadas, la magnitud de asimetría en el neurocráneo fue constante. La explicación causal de este hallazgo está abierta a la investigación. Podría deberse a competencia intraespecífica o a consanguinidad de la población silvestre del jabalí. Sea como sea, estos primeros resultados permiten avanzar

tanto en la investigación de los mecanismos subyacentes de las AF y AD en ungulados tanto domésticos como salvajes, como en los mecanismos ecológicos y fisiológicos que los determinan.

Introducción

En estructuras anatómicas que presentan simetría bilateral se espera que los rasgos, en ambas lateralidades del organismo, sean idénticos, ya que son controlados por un genoma común. Sin embargo, la acción diferencial del ambiente sobre cada una de las lateralidades, así como, perturbaciones aleatorias durante el desarrollo, pueden conducir a una alteración de los patrones esperados, y que aparezcan, entre otras, una asimetría fluctuante –AF, desviaciones sutiles y aleatorias en ambas direcciones-, y/o una asimetría direccional –AD, que ocurre cuando el valor de una lateralidad del rasgo es consistentemente más grande que el otro-. El objetivo de este trabajo fue analizar el grado y el patrón de la asimetría en el cráneo, como una medida de inestabilidad del desarrollo en *Sus domestica* y *Sus scrofa*.

Material y métodos

Se estudiaron 29 cráneos de *S.domestica* y 28 de *S.scrofa* procedentes de un mismo comedero artificial para buitres en la comarca del Solsonès, Prepirineo catalán. Se registraron 2 réplicas de 25 coordenadas de puntos anatómicos en 2D sobre su cara ventral, procesándose por los métodos habituales en morfometría geométrica. Las coordenadas de los individuos analizados fueron ajustadas por medio de la superposición Procrustes utilizando el criterio de los cuadrados mínimos o análisis generalizado de Procrustes, que permitieron obtener la forma pura –*shape*-. Para la obtención de las coordenadas, se emplearon los programas de la serie TPS (<http://life.bio.sunysb.edu/morph/>). Se obtuvo igualmente el tamaño de centroide, que se utilizó como variable *size*. Para el análisis morfométrico se recurrió al paquete MorphoJ (http://www.flywings.org.uk/MorphoJ_page.htm).

Resultados

La contribución de la AF a la variación fue significativa para ambas especies (tabla I). Los niveles de AD fueron significativos en *S.scrofa*, observándose además un patrón disímil en las regiones del cráneo analizadas: mientras la base y el extremo rostral del viscerocráneo presentaron diferencias en las comparaciones efectuadas, la magnitud de asimetría en el neurocráneo fue constante (figura 1).

Tabla I. ANOVA Procrustes para el tamaño y la forma de las dos especies *Sus* estudiadas (*Procrustes ANOVA Procrustes for size and shape for both studied Sus species*).

<i>S.domestica</i> (n=29)	Fuente de variación	Suma de cuadrados	Media de cuadrados	Grados de libertad	F	P
Forma	I ^a	0,06193162	0,0000884737	700	9,06	<0,0001
	AD	0,00036047	0,0000144189	25	1,48	0,0633
	AF	0,00683303	0,0000097615	700	24,60	<0,0001
	E ^b	0,00057541	0,0000003968	1450		
Tamaño	I	4534094,723380	161931,954406	28	20623,20	<0,001
	E	227,706036	7,851932	29		
<i>S.scrofa</i> (n=28)						
Forma	I ^a	0,03447429	0,0000510730	675	12,75	<0,0001
	AD	0,00059789	0,0000239155	25	5,97	<0,0001
	AF	0,00270334	0,0000040050	675	1,21	0,0021
	E ^b	0,00464736	0,0000033195	1400		
Tamaño	I	2487718,211383	92137,711533	27	4,26	0,0001
	E	605705,936808	21632,354886	28		

^a individuo, que representa la variación entre especímenes para el componente simétrico de la forma

^b error, variación residual debida al error de medición; incluye los componentes simétrico y asimétrico

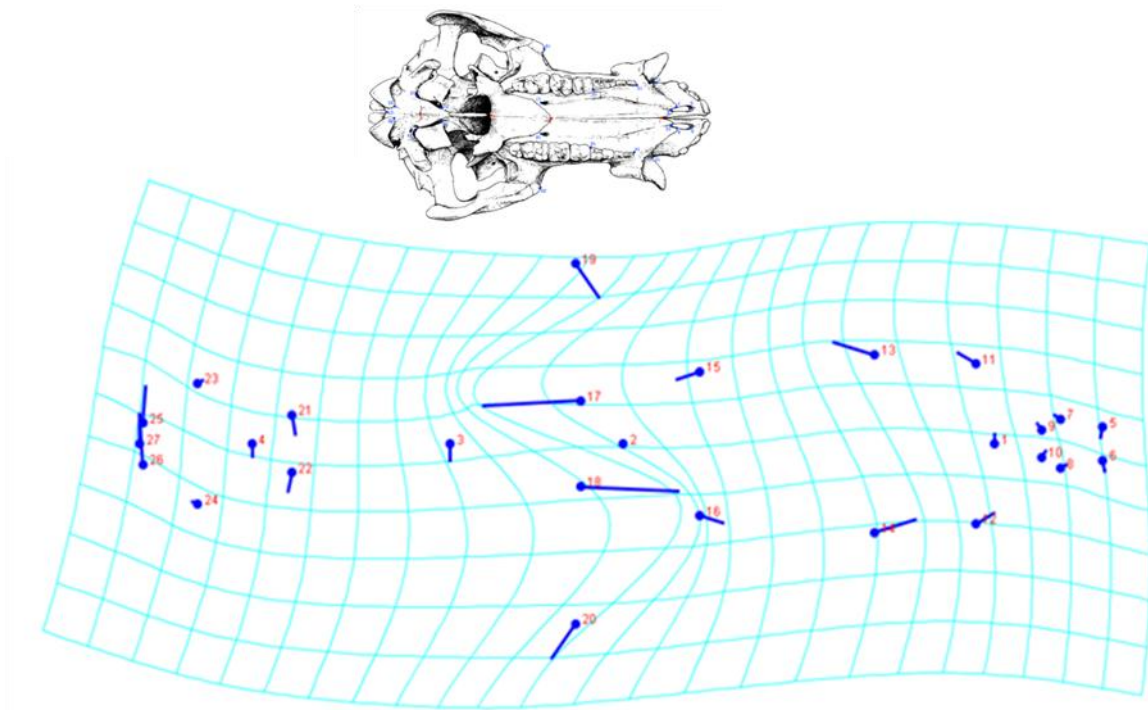


Figura 1. Patrón de deformación para el componente asimétrico (visión ventral) [*Deformation grid for asymmetric component (ventral aspect)*]

Conclusiones

La presencia significativa de AF sugeriría una influencia importante de factores que afectan los procesos de desarrollo a lo largo de la ontogenia para ambas especies. La explicación causal de AD en *S.scrofa*, en cambio, está abierta a la investigación. Podría deberse a competencia intraespecífica o a consanguinidad. Sea como sea, estos primeros resultados de nuestra investigación pueden permitir avanzar tanto en la investigación de los mecanismos subyacentes de las AF y de las AD en ungulados, tanto domésticos como silvestres, así como en los mecanismos ecológicos y fisiológicos que los determinan.

Bibliografía

- Hammer Ø, Harper DAT, Ryan PD. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaentologia Electronica* 4 (1). On line: http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.html.
- Lawing AM, Polly PD. 2010. Geometric morphometrics: recent applications to the study of evolution and development. *Journal of Zoology* 280:1-7.
- Rohlf F.J., Marcus L.F. 1993. A revolution in morphometrics. *Trends in Ecology & Evolution* 8:129-32. Sheets H.D. 2003. IMP-integrated morphometrics package. Department of Physics, Canisius College, Buffalo, New York.