

Evaluación de la simetría de la tiroides bovina mediante técnicas de morfometría geométrica

Assessment of the symmetry of bovine thyroid gland using geometric morphologic techniques

P.M. Parés-Casanova^{1*}

RESUMEN

Se evaluaron 15 glándulas de terneros, clínicamente sanos, mediante métodos de morfometría geométrica. Se estudiaron por separado los lóbulos derecho e izquierdo, comparando sus diferencias en tamaño y forma. Los resultados reflejaron la presencia de asimetría fluctuante para la forma; es decir, una desviación de la simetría entre lóbulos esperada para esta estructura bilateral. No se encontró asimetría direccional. Se asume que el grado de asimetría resulta totalmente fisiológica; o sea, que la asimetría fluctuante, comúnmente usada como medida de la inestabilidad del desarrollo, no representaría en el caso estudiado una incapacidad de la glándula para mantener su normal fisiología.

Palabras clave: antisimetría, asimetría, «Bruna dels Pirineus», disimetría, endocrinología, glándula

ABSTRACT

Fifteen glands from clinically healthy bovine calves were evaluated using geometric morphometry methods. The right and left lobes were studied separately, comparing their differences in size and shape. The results reflected the presence of fluctuating asymmetry for the shape; that is, a deviation from the symmetry between lobes expected for this

¹ *Universitat Oberta de Catalunya, Cataluña, España*

* *E-mail: ppare@uoc.es*

Recibido: 7 de junio de 2023

Aceptado para publicación: 29 de enero de 2024

Publicado: 29 de febrero de 2024

bilateral structure. No directional asymmetry was found. It is assumed that the degree of asymmetry is completely physiological; That is, fluctuating asymmetry, commonly used as a measure of developmental instability, would not represent in the case studied an inability of the gland to maintain its normal physiology.

Key words: antisymmetry, asymmetry, «Bruna dels Pirineus», dissymmetry, endocrinology

INTRODUCCIÓN

Las hormonas tiroideas son necesarias para la función normal de casi todos los tejidos, con efectos importantes en el desarrollo y función del sistema cardiovascular, nervioso, inmune y reproductivo. La glándula tiroidea del vacuno está formada por dos lóbulos conectados por una delgada franja de tejido secretor (istmo), piezas triangulares brillantes, de color rosa en color (Rahmoun *et al.*, 2020). La glándula tiene forma de mariposa, y está ubicada justo al lado de la superficie lateral de la tráquea y caudalmente a la laringe (Sisson y Grossman, 2001).

La morfometría de la tiroides ha sido bastante estudiada en los animales domésticos, bien sobre glándula diseccionada (Silva *et al.*, 2019) como por imagen (Rajathi, 2019), aunque siempre por técnicas lineales. Si bien la morfometría geométrica no es una técnica novedosa para el estudio de la forma en las estructuras, apenas se ha aplicado al estudio de los tejidos blandos (Sumruayphol *et al.*, 2020).

En el presente estudio se aplicaron técnicas morfométricas geométricas al estudio de la glándula tiroidea en una muestra de terneros de carne con el fin de comparar la forma de ambos lóbulos, tratando de detectar posibles diferencias en su bilateralidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestra

Una muestra de 15 glándulas tiroideas enteras de terneros de la raza «Bruna dels Pirineus» y sus cruces F1 se obtuvieron en un matadero entre febrero y marzo de 2021. Se seleccionaron 8 machos y 6 hembras, además de un animal sin sexo registrado. Los terneros tenían entre 246 a 625 días de edad, sin anomalías en la inspección *ante mortem* y *post mortem* obligatorias. La tiroides se obtuvo durante la evisceración, mediante corte de la laringe. Se registró el peso de la canal caliente y la edad de cada animal. Puesto que los animales habían sido sacrificados con fines comerciales (venta de carne) no se consideró necesario obtener la correspondiente autorización ética.

En el laboratorio, las laringes fueron diseccionadas, se obtuvo la tiroides entera y se registró su peso fresco con una balanza digital Gram POCKET P-200 (precisión: ± 0.01 g). La glándula se conservó entera en formaldehído 4% hasta ser fotografiada (Figura 1). Las imágenes digitales se obtuvieron en sesiones separadas utilizando una máquina digital Nikon® D70 (resolución de imagen de 2240 x 1488 píxeles) equipada con un objetivo Nikon AF Nikkor® 28-200 mm. Se incluyó una escala lineal en cada fotografía. Las imágenes se almacenaron en formato JPG para el análisis morfogeométrico. Además, se obtuvo una correlación de Spearman r_s del peso de la tiroides con el peso y la edad de la canal.



Figura 1. Visión ventral de la glándula tiroidea extraída y fijada. Se seleccionaron un conjunto de 2 *landmarks* de referencia sobre el istmo y 37 *semilandmarks* por lóbulo.

Morfometría Geométrica

Se utilizó el software TpsUtility v. 1.70 (Rohlf, 2015) para preparar y organizar los archivos. Se seleccionó un conjunto de 2 *landmarks* de referencia sobre el istmo y 37 *semilandmarks* por lóbulo, de acuerdo con los objetivos de la investigación, y siguiendo criterios de homología de Bookstein. Ambos lóbulos fueron estudiados como caso de simetría pareada – en las que existen dos objetos separados como imágenes reflejadas entre sí (Klingenberg *et al.*, 2002) –. La ubicación y la digitalización se realizaron con TpsDig v. 2.16 (Rohlf, 2015). Asimismo, los *semilandmarks* fueron transformados a *landmarks* con el programa TpsUtility v. 1.70 (Rohlf, 2015).

Todas las coordenadas se alinearon usando una superposición Procrustes, eliminando así la información aportada por el tamaño. El tamaño (expresado como Tamaño de Centroide - CS) se estimó como la raíz cuadrada de la suma de distancias cuadradas del centroide de una configuración de

referencia (Adams *et al.*, 2013). Las coordenadas Procrustes se obtuvieron con el paquete MorphoJ v. 1.07a (Klingenberg, 2011).

Se testó la presencia de asimetría fluctuante (AF), asimetría direccional (AD) y antisimetría (AS). Para detectar AF y AD se utilizó un Procrustes ANOVA. En este análisis, el efecto «individuo» denota las variaciones individuales; el efecto «lado» indica la variación entre los lados y considerado como la medida de AD; y el efecto interacción «individuo x lado» representa un efecto mixto que indica AF en los datos (Klingenberg y McIntyre, 1998). Por último, el «error de medición» representa la variación debida al error de medición al tomar puntos de referencia del mismo individuo en sesiones separadas (Klingenberg y McIntyre, 1998). AF se refiere a pequeñas desviaciones aleatorias de la simetría bilateral perfecta. AD es normalmente un mayor desarrollo de un rasgo focal en un lado del plano. En AS, la distribución de las diferencias derecha-izquierda es bimodal, indicando que la mayoría de los individuos son claramente asimétricos, pero pue-

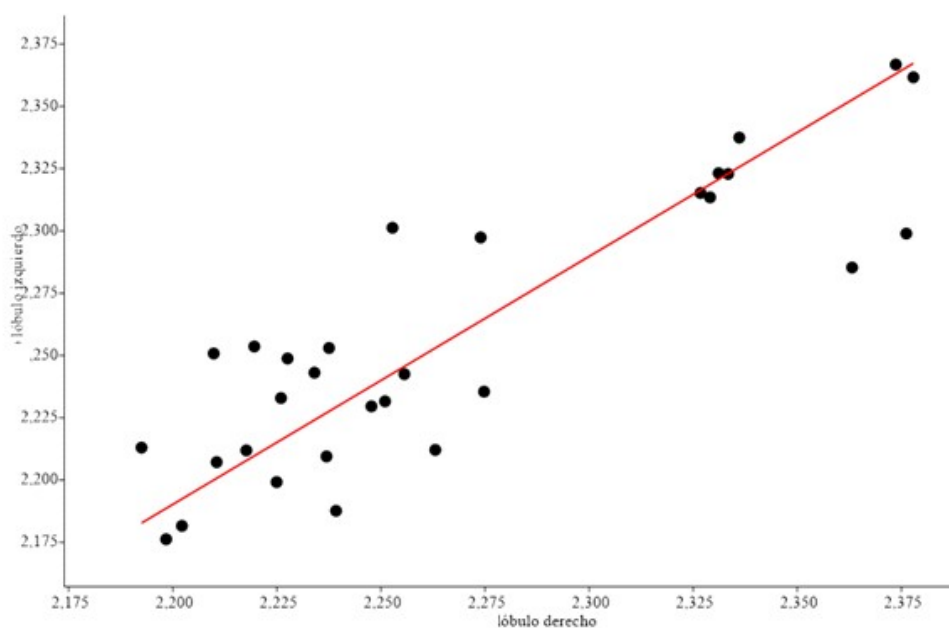


Figura 2. Regresión lineal entre el lóbulo tiroidal derecho e izquierdo (n=15) para el tamaño de centroide (log-transformado), que apareció cercana a 1 ($r=0.858$; $p=0.0001$)

den estar sesgados hacia la derecha o a la izquierda.

En Procrustes ANOVA hay más grados de libertad que en el análisis de varianza (ANOVA) convencional porque las desviaciones cuadradas se suman sobre todas las coordenadas emblemáticas (en lugar de una sola suma de cuadrados en el ANOVA convencional). Por lo tanto, el número de grados de libertad es el del ANOVA ordinario multiplicado por la dimensión de forma, que es, para los datos de coordenadas bidimensionales, el doble del número de puntos de referencia menos cuatro (el número de coordenadas menos dos dimensiones para la traducción y una para escalado y rotación) (Klingenberg y McIntyre, 1998). El ANOVA se realizó con 1000 permutaciones. Para detectar la AS en el tamaño, se recurrió a una regresión lineal del CS en ambos lóbulos (CS log-transformados), con la idea de que una regresión cercana a 1 representa similitud entre ambos lados. Para reforzar la detec-

ción de AS, se analizó igualmente la distribución de las diferencias derecha-izquierda con la prueba W de Shapiro-Wilk. Para detectar la AS en la forma, se recurrió a una regresión multivariada de Mantel. En todos los análisis estadísticos se utilizó MorphoJ v. 1.07a (Klingenberg, 2011) y PAST v. 2.17c (Hammer *et al.*, 2001), con $\alpha=0.05$.

RESULTADOS

El rango de los pesos para la tiroides entera fue de 22.4-113.9 g ($X=53.3$ g \pm 26.0), no presentando correlación con la edad ($r_s=0.116$; $p=0.392$) ni con el peso de la canal ($r_s=-0.103$; $p=0.447$).

Se descartó la presencia de AS en el tamaño, puesto que la regresión entre ambos lóbulos apareció cercana a 1 ($r=0.858$; $p=0.0001$) (Figura 2). La diferencia de CS entre ambos lados, por otro lado, presentó una

Cuadro 1. Resultados del análisis de varianza para el tamaño de centroide (CS) y para la forma de los dos lóbulos tiroideos (n=15)

CS					
Efecto	SS	MS	df	F	P
Individuo	31197.85	2228.418	14	13.28	<.0001
Lado	309.1325	309.132	1	1.84	0.1961
Individuo x lado	2348.514	167.751	14	1.98	0.0572
Error	2542.345	84.744	30		
Forma					
Efecto	SS	MS	df	F	P
Individuo	1.355323	0.001308	1036	2.36	<.0001
Lado	0.026794	0.000362	74	0.65	0.9892
Individuo x lado	0.573334	0.000553	1036	1.72	<.0001
Error	0.712373	0.000321	2220		

El efecto "individuo" denota las variaciones individuales; el efecto "lado" indica la variación entre los lados y considerado como la medida de la asimetría direccional; el efecto interacción "individuo x lado" representa un efecto mixto que indica la asimetría fluctuante; y el "error" representa la variación debida al error de medición al tomar puntos de referencia del mismo individuo en sesiones

SS=sumatorio de cuadrados; MS=cuadrado de mínimos; df=grados de libertad

distribución normal ($W=0.940$; $p=0.096$). Se descartó igualmente la presencia de AS en la forma pura ($R=0.191$; $p=0.036$; 5000 permutaciones). En relación con AF y AD,

los resultados del análisis de varianza reflejaron únicamente AF para el tamaño (Cuadro 1); es decir, asimetría generalizada por todo el contorno lobular (Figura 3).

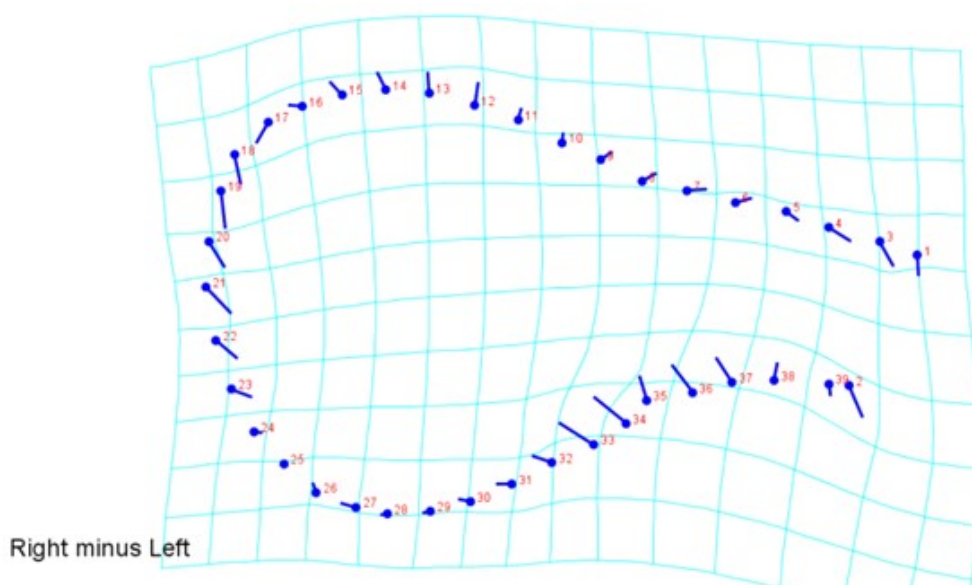


Figura 3. Lámina de deformación mostrando la diferencia entre los lóbulos derecho e izquierdo de la glándula tiroidea (que aparecen superpuestos) (n=15). Se manifiesta claramente que la asimetría en la forma está distribuida por todo el contorno lobular.

DISCUSIÓN

El valor medio es de 15 g para cada lóbulo (Sisson y Grossman, 2001). El presente estudio reveló varias variaciones en la anatomía de la glándula tiroidea. En la literatura se describen pesos entre 32.88 a 43.66 g, además con claras oscilaciones a lo largo del año (Rahmoun *et al.*, 2020). Aunque algunos de los pesos (5 en concreto, entre 71.6 y 113.9 g) obtenidos estaban por encima del umbral máximo aceptado en la legislación española (70 g), no se sospechó del uso de productos tireostáticos (cuya administración es ilegal en el periodo de engorde de los animales de sacrificio) o patologías, ya que todos los animales fueron aprobados para su procesamiento después de una inspección oficial *ante mortem* y *post mortem*. Sin embargo, además de una posible heterogeneidad individual, otras influencias divergentes podrían haber afectado las variaciones fenotípicas; entre ellas los diversos orígenes geográficos y la estacionalidad. No obstante, para esto último, si los hubiera, probablemente habrían tenido más impacto en el tamaño que en la forma. Por otro lado, se utilizó el enfoque morfogeométrico para diferenciar tentativamente los efectos de tamaño de los datos morfométricos, extrayendo las variables de forma restantes.

Por lo que respecta a la asimetría detectada, fluctuante, en el mundo de la biología, en estructuras bilaterales, no siempre se da una correspondencia precisa entre lados; o sea, que la asimetría sería más el patrón general que la excepción. La AF se define como las desviaciones sutiles y aleatorias de la simetría de rasgos bilateralmente simétricos. En el Caballo Catalán Pirenaico se ha demostrado la igualdad de ambos lóbulos (Parés-Casanova *et al.*, 2016), y ello se deduce igualmente de los datos de este estudio donde los dos lóbulos tiroideos son naturalmente simétricos, tanto en tamaño como en forma. Se asume que esta variación bilateral en la morfología y en el tamaño de los lóbulos tiroideos representa un mero ajuste

morfo-fisiológico que vendría explicado por plasticidad fisiológica de la glándula y, en ningún caso sería expresión patológica. En términos geométricos, se estaría ante una asimetría normal y no una disimetría patológica.

Agradecimientos

Se agradece a MAFRISEU SA por proporcionar acceso a las laringes y la información individual de cada animal. Miquel Àngel Alberton, su inspector veterinario oficial, amablemente apoyó en la obtención de material. También se agradece a los revisores anónimos por sus recomendaciones perspicaces.

LITERATURA CITADA

1. **Adams DC, Rohlf FJ, Slice DE. 2013.** A field comes of age: geometric morphometrics in the 21st century. *Hystrix* 24: 7-14. doi: 10.4404/hystrix-24.1-6283
2. **Hammer Ø, Harper DAT, Ryan PD. 2001.** PAST v. 2.17c. *Palaeontol Electron* 4: 1-229.
3. **Klingenberg CP. 2011.** MorphoJ: an integrated software package for geometric morphometrics. *Mol Ecol Resour* 11: 353-357. doi: 10.1111/j.1755-0998.2010.02924.x
4. **Klingenberg CP, Barluenga M, Meyer A. 2002.** Shape analysis of symmetric structures: quantifying variation among individuals and asymmetry. *Evolution* 56: 1909-1920. doi: 10.1111/j.0014-3820.2002.tb00117.x
5. **Klingenberg CP, McIntyre GS. 1998.** Geometric morphometrics of developmental instability: analyzing patterns of fluctuating asymmetry with procrustes methods. *Evolution* 52: 1363. doi: 10.2307/2411306
6. **Parés-Casanova PM, Samuel OM, Pelegrín J. 2016.** Weight equality in euthyroid young heavy horses—a post-mortem pilot study. *Vet Zootec* 74: 33-36.

7. **Rahmoun DE, Fares MA, Gherissi DE, Lieshchova M. 2020.** Effect of the seasons on the change of morphological, histo-cytological and hormonal parameters of the thyroid gland in cattle in Algeria. *J Vet Sci Anim Husband* 8: 1-9.
8. **Rajathi S. 2019.** Ultrasound anatomy of the thyroid gland in dogs. *J Anim Res* 9: 527-532. doi: 10.30954/2277-940x.-04.2019.5
9. **Rohlf FJ. 2015.** The tps series of software. *Hystrix* 26: 9-12. doi: 10.4404/hystrix-26.1-11264
10. **Silva SC, Stocco AV, Santos-Sousa CA, Estruc TM, Marques LE, Junior PS, Abidu-Figueiredo M. 2019.** Morphometry and vascularization of the thyroid glands in rabbits (*Oryctolagus cuniculus*). *Int J Morphol* 37: 1404-1408. doi: 10.4067/S0717-95022019000401404
11. **Sisson S, Grossman GD. 2001.** Anatomía de los animales domésticos. Tomo I. Salvat, Barcelona.
12. **Sumruayphol S, Siribat P, Dujardin JP, Dujardin S, Komalamisra C, Thaenkham U. 2020.** *Fasciola gigantica*, *F. hepatica* and *Fasciola* intermediate forms: Geometric morphometrics and an artificial neural network to help morphological identification. *PeerJ* 18: e8597. doi: 10.7717/peerj.8597. eCollection 2020