

## Índices sobre astas bovinas altamente discriminantes - Highly discriminative bovine horn indexes

**Pere-Miquel Parés Casanova.** Dep. d'Anatomia Animal, Ciència i Salut Animal, Ciència i Salut Animal, ETSEA, Universitat de Lleida. Avda. Rovira Roure 191. 25198-Lleida (Catalunya, España). Email: [peremiquelp@prodan.udl.es](mailto:peremiquelp@prodan.udl.es)

---

### RESUMEN

Para este estudio fué examinada morfométricamente una pequeña muestra de veinte astas bovinas. A partir de las diferentes medidas lineales e índices obtenidos se aplicó un análisis de componentes principales (ACP) a fin de obtener las variables que capturaban una mayor variación en la muestra estudiada. El ACP indicó que los tres primeros componentes principales explicaban el 99,9 % de la variación total observada. of total morphological variation was explained with the first three principal components. El índice de robustez (que se obtiene multiplicando los diámetros oro-aboral y dorso-ventral de la base, y dividiéndolo por el máximo largo) y el índice de curvamiento (que se obtiene dividiendo la longitud externa por la longitud interna, y multiplicando luego por 100) se revelaron como las variables más discriminantes.

**Key words:** análisis de componentes principales | etnología animal | morfometría

---

### ABSTRACT

Morphometrics of a small sample of twenty bovine horns are examined. Different lineal measures and indexes obtained as a result of the application of this procedure are then simplified by means of principal component analysis (PCA), in order to obtain variables that capture the greater possible variation in the analyzed sample. PCA indicated that 99.9 % of total morphological variation was explained with the first three principal components. The "robustness index" (index of oro-aboral diameter x dorso-ventral diameter / external horn length) and the "curvature index" (percentual quotient between the external and the internal horn length) were revealed as the more discriminant variables.

**Key words:** animal ethnology | morphometry | principal component analysis

## INTRODUCCIÓN

El Análisis de Componentes Principales (ACP). Es una técnica que forma parte de un grupo de métodos denominados de ordenación o de reducción de la dimensionalidad. Ordenan a las unidades de observación y reducen de  $p$  dimensiones a pocos vectores que llevan gran parte de la carga de la información original. Los objetivos de estos análisis apuntan a generar hipótesis y no a probarlas, por lo tanto no forman parte de la Estadística Inferencial.

Es recomendable utilizar Análisis de Componentes Principales cuando se posee variables normales como en muchos casos son las medidas morfométricas. Por otra parte también se debe poseer una matriz con  $n > p$ , es decir más unidades que variables.

Desde el punto de vista morfológico, las astas del ganado vacuno son vainas de tejido córneo que cubren un hueso central. Son formaciones cutáneas, faneros, en las cuales la epidermis está íntimamente unida a la dermis. Están situados en la región frontal, con nacimiento al mismo nivel o muy ligeramente por delante de la línea de prolongación de la nuca.

Por todo lo expuesto, y para reducir la complejidad del sistema, se realizó un análisis de Componentes Principales seleccionando aquellos factores que explican el mayor porcentaje de la varianza total en la biometría del asta.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron 20 fundas de astas procedentes de diversas razas bovinas (Aubrac, Bruna dels Pirineus, Charolesa, Frisona, Salers...), tanto de machos como de hembras. No se tuvo en cuenta la lateralidad de los especímenes medidos, correspondiendo pues dos especímenes por individuo analizado (aunque en algunos casos ambas astas presentando una marcada asimetría de forma, dirección y/o longitud). Todos los animales eran adultos ( $>48$  meses). Las morfologías de asta estudiadas fueron del tipo ortoceros ( $n=13$ ), proceros ( $n=6$ ) y opistoceros ( $n=1$ ). Con el fin de analizar la variación como un continuo, el conjunto fue tratado como perteneciente a una misma clase, no considerándose la variable raza.

Las variables métricas tomadas para el análisis fueron el largo (longitud interna y externa), espesores (diámetros oro-aboral y dorso-ventral de la base o "cepa") y grosor (perímetro de la base), de las astas, medidas en mm, con pié de rey. Con estas medidas se calcularon además los siguientes índices (parcialmente basados en Armitage & Clutton-Brock, 1976):

- índice de robustez: este índice toma en cuenta tres variables. El cálculo de este índice se realiza multiplicando los dos espesores (diámetros oro-aboral y dorso-ventral de la base), para luego

dividirlo por el máximo largo (longitud externa), de manera que los mayores valores indicarán formas proporcionalmente más robustas.

- Índice de cepa: se realiza dividiendo el diámetro oro-aboral por el dorso-ventral de la base. Nos ofrece una idea de lo próximo que está a una circunferencia la base del asta (astas más ovales arrojarán valores más separados de la unidad).
- Índice de avivamiento: se realiza dividiendo el largo (longitud externa) por el perímetro de la base. Se fundamenta en que el perímetro (de la base) es poco sensible al crecimiento, por lo que esta función describe cómo las astas se vuelven proporcionalmente menos gruesas a medida que aumenta su largo.
- Índice de curvamiento: se obtiene dividiendo la longitud externa por la longitud interna, y multiplicando luego por 100. Obviamente, astas más curvas presentarán un índice mayor.

Estos cuatro índices describen el grado de isometría entre variables métricas.

A partir de la matriz de varianza-covarianza se procedió a un Análisis de Componentes Principales.

Se utilizó el paquete estadístico de distribución libre *PAST* (Hammer *et al.* 2001).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las cinco variables métricas estudiadas presentaron una distribución normal ( $W > 0,87$ ,  $p < 0,50$ ).

De las correlaciones entre las variables estudiadas se deduce que las astas más robustas presentan la base más gruesa, disminuyendo a medida que aumenta su longitud total. La figura 1 representa el biplot del ACP para los CP 1 y 2. Allí se observan las unidades de observación (astas) representadas por los pequeños círculos negros y las variables, en azul. A su vez, las variables están unidas al centro (el cero de ambos ejes). El gráfico muestra que las variables 1, 7, 8 y 9 (índice de robustez, perímetro y diámetros) forman un ángulo muy pequeño, lo que muestra su alta correlación entre ellas; la correlación del índice de robustez con en el CP1 es apreciable. Las variables 4, 6 y 6 (índice de avivamiento y largos) también están altamente correlacionadas; la correlación del índice de avivamiento con el CP2 es igualmente apreciable.

Al realizar el Análisis de Componentes Principales y retener los tres primeros componentes principales (CP), se absorbe un 99,95 % de la variabilidad total. El primer componente principal (CP1) ya explica el 97,34 % de la varianza observada (tabla 2).

En la tabla 3 se exponen los valores por componentes. Es el índice de robustez el que explica mayor variación del PC1, y el de curvamiento, del PC2.

**Tabla 1.** En la diagonal inferior, correlaciones entre las variables estudiadas. En la diagonal superior, p. En negrita, valores de  $p > 0,05$

	I. de robustez	I. de cepa	I. de avivamiento	I. de curvamiento	Largo (longitud externa)	Largo (longitud interna)	Perímetro base	Diámetro oro-aboral	Diámetro dorso-ventral
I. de robustez		0,2988	0,0000	0,2721	0,0317	0,1482	0,0000	0,0001	0,0005
I. de cepa	0,2380		0,1034	0,0826	0,2425	0,0800	0,4044	0,2033	0,7928
I. de avivamiento	<b>-0,8179</b>	-0,3653		0,9473	0,0000	0,0001	0,0835	0,1478	0,3555
I. de curvamiento	-0,2512	0,3875	0,0154		0,5066	0,0141	0,1400	0,1712	0,0345
Largo (longitud externa)	<b>-0,4698</b>	-0,2667	<b>0,8630</b>	-0,1535		0,0000	0,6047	0,4466	0,2211
Largo (longitud interna)	-0,3268	-0,3906	<b>0,7353</b>	<b>-0,5271</b>	<b>0,9131</b>		0,3483	0,2731	0,0700
P. base	<b>0,7819</b>	0,1920	-0,3865	-0,3332	0,1199	0,2154		0,0000	0,0000
D. oro-aboral	<b>0,7420</b>	0,2894	-0,3271	-0,3102	0,1755	0,2507	<b>0,9802</b>		0,0000
D. dorso-ventral	<b>0,6897</b>	-0,0610	-0,2123	<b>-0,4632</b>	0,2787	0,4032	<b>0,9541</b>	<b>0,9369</b>	

I: índice  
P: perímetro  
D: diámetro

**Tabla 2.** Autovectores y proporción de la variabilidad explicada por los primeros cuatro componentes principales generados

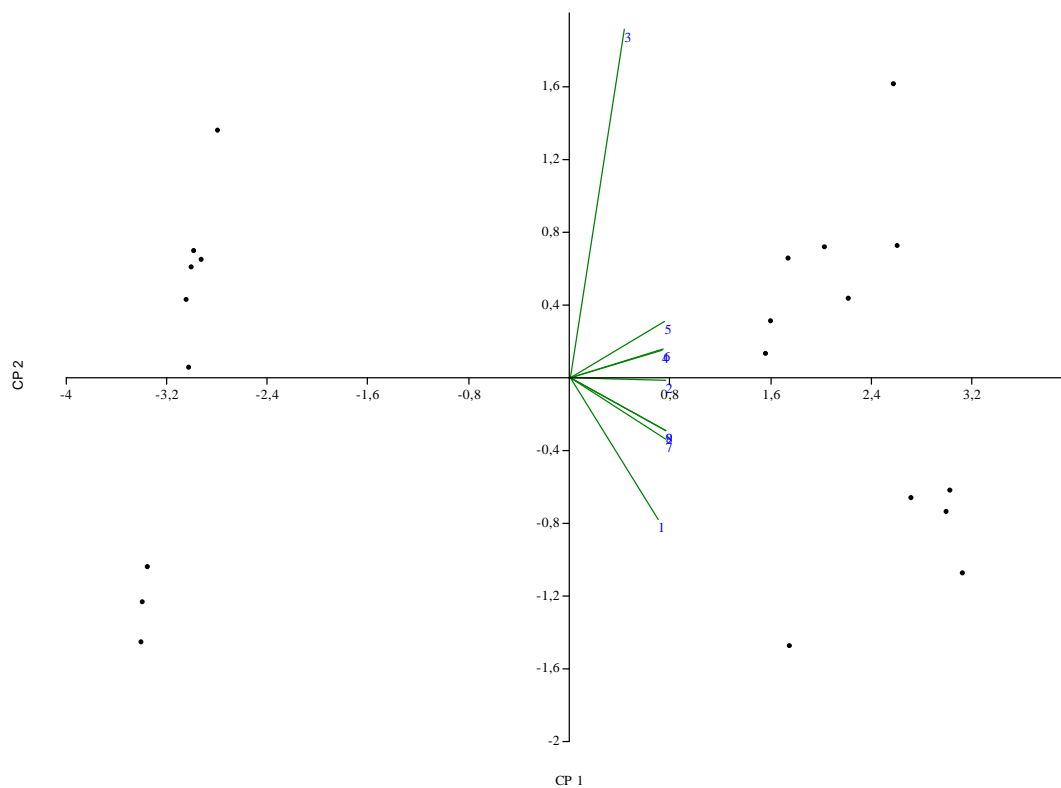
PC	Autovector	Proporción de la variabilidad propia	Variabilidad acumulada
1	802554,00	97,34	97,34
2	20616,60	2,50	99,84
3	979,13	0,11	99,95
4	336,84	0,04	100,00

**Tabla 3.** Matriz de descarga de los 4 primeros componentes principales (CP). Los números en negrita indican una fuerte correlación entre el PC y la variable en cuestión

Variable	PC1	PC2	PC3	PC4
Índice de robustez	<b>-0,9614</b>	0,1146	-0,0401	0,0977

Índice de cepa	-0,0317	0,2074	0,0341	-0,9065
Índice de avivamiento	0,0086	-0,0108	0,0157	0,0070
Índice de curvamiento	0,1101	<b>0,7996</b>	0,5278	0,2098
Largo (longitud externa)	0,0864	-0,2681	0,4686	0,0533
Largo (longitud interna)	0,0516	-0,3600	0,2636	0,0017
Perímetro de la base	-0,0526	-0,0535	0,1303	-0,0323
Diámetro oro-aboral	-0,1770	-0,1900	0,4993	-0,3143
Diámetro dorso-ventral	-0,1352	-0,2527	0,4038	0,1479

**Figura 1.** Gráfico (biplot) del Análisis de Componentes Principales, donde figuran las unidades de observación (puntos negros) y las variables (numeradas en azul)



Leyenda:

Índice de robustez	1
Índice de cepa	2
Índice de curvamiento	3
Índice de avivamiento	4
Largo (longitud externa)	5
Largo (longitud interna)	6
Perímetro de la base	7
Diámetro oro-aboral	8
Diámetro dorso-ventral	9

## CONCLUSIÓN

Se puede concluir que el análisis de componentes principales fue una herramienta útil para la caracterización y descripción de las variantes de astas estudiadas. Considerando la información generada por éste análisis se destaca que las variables que influyeron mayoritariamente, en la caracterización fueron el índice de robustez –el producto de los diámetros oro-aboral y dorso-ventral de la base dividido por el máximo largo (longitud externa)- y el de curvamiento –cociente porcentual de la longitud externa y la longitud interna del asta-. De ello podemos deducir que es la robustez y la curvatura son las variables morfológicas más definitorias en el estudio de las astas bovinas.

Naturalmente, como herramienta de diagnóstico racial deberá ser necesario añadir otros criterios la coloración y su implantación respecto de la testuz, para una correcta clasificación.

Evidentemente, análisis numéricos de este tipo no pueden reemplazar otros de índole macroscópica, sino que deben contribuir a aportar medidas continuas del cambio morfológico en relación con la variación métrica.

## BIBLIOGRAFÍA

- Armitage, P.L.; Clutton-Brock, J. 1976. A System for Classification and Description of the Horn Cores of Cattle from Archaeological Sites. *Journal of Archaeological Science* 3: 329-348
- Hammer, Ø.; D.A.T. Harper; P. D. Ryan. 2001. PAST. Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis v. 1.94b. *Palaeontologia Electronica* 4 (1)

### REDVET: 2010, Vol. 11 N° 12

Recibido: 19.03.10 / Ref. prov. ABR1009\_RED VET / Revisado: 30.06.10 / Aceptado 08.12.09  
Ref. def. 121005\_RED VET / Publicado: 01.12.2010

Este artículo está disponible en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n121210.html> concretamente en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n121210/121005.pdf>

REDVET® Revista Electrónica de Veterinaria está editada por Veterinaria Organización®.

Se autoriza la difusión y reenvío siempre que enlace con [Veterinaria.org](http://www.veterinaria.org)® <http://www.veterinaria.org> y con REDVET® - <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet>