

# ANÁLISIS MULTIVARIADO DE LA VARIACION MORFOLOGICA DE LA OVEJA PELIBUEY EN COLIMA, MEXICO

## MULTIVARIATE ANALYSIS OF MORPHOLOGICAL VARIATION OF PELIBUEY EWES IN COLIMA, MEXICO

Arredondo V.<sup>1</sup>, Macedo R.<sup>1\*</sup>, Molina J.<sup>1</sup>, Magaña JC.<sup>1</sup>, Prado O.<sup>1</sup>, García LJ.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Colima. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Colima, México. \*macedo@ucol.mx.

<sup>2</sup>Universidad de Colima. Centro Universitario de Investigación y Desarrollo Agropecuario. Colima, México.

### Keywords:

Pelibuey ewes  
Body measurements  
Principal components analysis  
Canonical discriminant analysis

### Palabras clave:

Ovejas Pelibuey  
Medidas corporales  
Análisis de componentes principales  
Análisis canónico discriminante

### Abstract

A study was conducted to assess the morphological variability of Pelibuey ewes in the state of Colima, Mexico. Twelve body measurements from 367 ewes over 2 years old were analyzed using principal components and hierarchical cluster analysis. Principal components analysis produced three components which explained the 86.55% of the total variance observed. In the first component which explained 55.88% of the variance, chest girth and chest width were the relevant variables while in the second and third component which explained 19.48% and 11.19% of the variance respectively, wither height and chest depth as well as body length were the relevant variables respectively. It is concluded that morphological variability of Pelibuey ewes in the state of Colima, México is mainly explained by thoracic measures.

### Resumen

Se realizó un estudio con el objetivo de estudiar la variabilidad morfológica de la oveja Pelibuey en el estado de Colima, México. A una muestra de 367 ovejas Pelibuey mayores de dos años de edad se le tomaron 12 medidas corporales, las cuales se analizaron por el método de componentes principales y de conglomerados jerárquicos. El análisis de componentes principales de las medidas corporales arrojó tres agrupamientos que explicaron el 86.55% de la varianza total observada. En el primer agrupamiento que explicó un 55.88% de la varianza, el perímetro torácico y la anchura de pecho fueron las variables de mayor relevancia, mientras que el segundo agrupamiento que explicó un 19.48% de la varianza, tuvo como variables relevantes la alzada a la cruz y la profundidad de pecho. El tercer agrupamiento, el cual explicó un 11.19% de la variabilidad solo tuvo como variable de peso la longitud corporal. Se concluye que la variación morfológica de las ovejas Pelibuey en el estado de Colima se encuentra determinada principalmente por las medidas torácicas.

### Introducción

La morfología de la raza Pelibuey ha sido recientemente evaluada en el estado de Colima, México a través del uso del análisis de varianza y del análisis multivariado mediante la técnica del análisis canónico discriminante (Arredondo *et al.*, 2013a; Arredondo *et al.*, 2013b). Este último estudio mostró que la variación morfológica de las ovejas es explicada por 12 funciones canónicas de las cuales las dos primeras, CAN1 y CAN2 explicaron un 32.10 y un 30.20% respectivamente la variación morfológica total. En la función CAN1, la anchura de cráneo y la longitud de grupa y en la función CAN2 la longitud de cráneo y la anchura de grupa fueron las medidas corporales que explicaron dicha variación.

El análisis de componentes principales constituye otra técnica del análisis multivariado, que al igual que el análisis canónico discriminante proporciona combinaciones lineales de las medidas corporales originales que explican la mayor proporción de la varianza fenotípica total observada en los animales e identifica las medidas corporales causantes de dicha variación. Asimismo ayuda a identificar grupos de animales de conformación corporal similar, lo que permite enfocar el mejoramiento genético hacia una medida corporal específica

(Yakubu *et al.*, 2011), así como a determinar el potencial productivo de regiones geográficas con base en la conformación corporal de los animales que integran sus rebaños (Avellanet, 2006).

Por otra parte, el análisis de conglomerados jerárquicos es una técnica conveniente para la organización de un gran conjunto de datos, cuya información puede ser recuperada de manera eficiente para su fácil comprensión. Además, los datos pueden ser resumidos en un pequeño número de grupos en un dendograma (Abdollahi, 2009). Bajo este contexto el presente trabajo tuvo como objetivo evaluar la variación morfológica de la raza Pelibuey entre los rebaños que conforman los municipios del estado de Colima utilizando el análisis de componentes principales y el análisis de conglomerados jerárquicos como herramientas estadísticas.

### Material y métodos

El estudio se realizó en el estado de Colima localizado en la parte media de la vertiente del Pacífico, entre la derivación de la Sierra Madre Occidental y la estribación de la Sierra Madre del Sur, entre los paralelos 18°41' y 19°39' latitud norte y los meridianos 103°30' y 104°41' longitud oeste. Predomina el clima cálido subhúmedo con lluvias en verano. La temperatura media anual fluctúa entre los 23°C para la zona norte del estado a los 26.4°C para zona de la costa, con una precipitación media anual de 1233.4 mm en los municipios de la zona norte y de 801.7 mm en la región costa (INEGI, 2010a).

A una muestra de 367 ovejas procedentes de 20 rebaños localizados en los diez municipios que conforman el estado de Colima se les tomaron las siguientes medidas corporales: longitud de cabeza, anchura de cabeza, longitud de cráneo, anchura de cráneo, longitud de grupa, anchura de grupa, perímetro torácico, perímetro de caña, longitud corporal, profundidad de pecho, anchura de pecho y alzada a la cruz (Herrera & Luque, 2009; Yilmaz *et al.*, 2012). Las ovejas fueron mayores de dos años de edad, la cual se determinó por la presencia de más de cuatro dientes incisivos permanentes y presentaron las características fenotípicas de la raza Pelibuey de acuerdo con los estándares dictados por la AMCO (1998). El tamaño de muestra se estimó tomando como base la población ovina del estado de Colima que es de 11 220 cabezas (INEGI, 2010b) y considerando un margen de error máximo permisible del 5% (Scheaffer *et al.*, 1990). El muestreo fue de tipo estratificado con asignación proporcional en los diez municipios que conforman el estado. Debido al bajo número de machos de la raza encontrado en las explotaciones ( $n=19$ ), lo cual es reflejo de un proceso de sustitución por sementales de razas importadas especializadas y a la heterogeneidad de la relación macho/hembra encontrada en cada municipio no se consideró su inclusión en el estudio (Arredondo *et al.*, 2013a).

La información se analizó por medio de análisis de componentes principales. Se efectuaron las pruebas de Kaiser–Meyer–Olkin y de esfericidad de Bartlett para confirmar la validez de los datos para el análisis factorial. El análisis de componentes principales se realizó utilizando la matriz rotada varimax y se extrajeron el número de factores que explicaron como mínimo un 80% de la varianza total (Yakubu *et al.*, 2011; Birteeb *et al.*, 2012). Posteriormente se realizó un análisis de conglomerados jerárquicos usando como método de conglomeración el vecino más lejano y la distancia Euclidea al cuadrado como medida de intervalo. Ambos análisis se realizaron con el paquete estadístico SPSS v. 15.0 (SPSS, 2006).

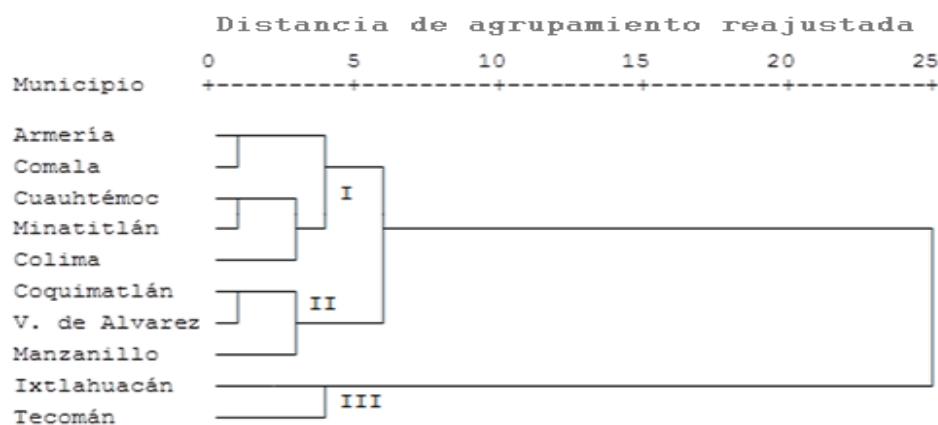
### Resultados

Las pruebas de Kaiser-Meyer-Olkin (0.809) y de esfericidad de Bartlett ( $\text{Chi-cuadrada}=1421.170$ ,  $P<0.00$ ) determinaron el soporte de validez y confianza de los datos para la realización del análisis factorial. El análisis de componentes principales de las medidas corporales arrojó 12 componentes que explicaron el 100% de la varianza total observada, de entre los cuales, los tres primeros explicaron el 86.55% de esta. En el primer componente que explicó un 55.88% de la varianza, el perímetro torácico y la anchura de pecho fueron las variables de mayor relevancia, mientras que el segundo componente que explicó un 19.48% de la varianza tuvo como variables relevantes la alzada a la cruz y la profundidad de pecho. El tercer componente, el cual explicó un 11.19% de la variabilidad solo tuvo como variable la longitud corporal (Tabla I).

Tomando como referencia una distancia de agrupamiento reajustada con valor de 5, el análisis de conglomerados jerárquicos mostró que de acuerdo con el perímetro torácico, la anchura y profundidad de pecho, la alzada a la cruz y la longitud corporal de las ovejas Pelibuey muestreadas, los diez municipios se agruparon en tres grupos (Figura 1).

**Tabla I.** Matriz de componentes principales de las medidas corporales de las ovejas Pelibuey del estado de Colima (*Principal components matrix of body measurements of Pelibuey ewes in the state of Colima*).

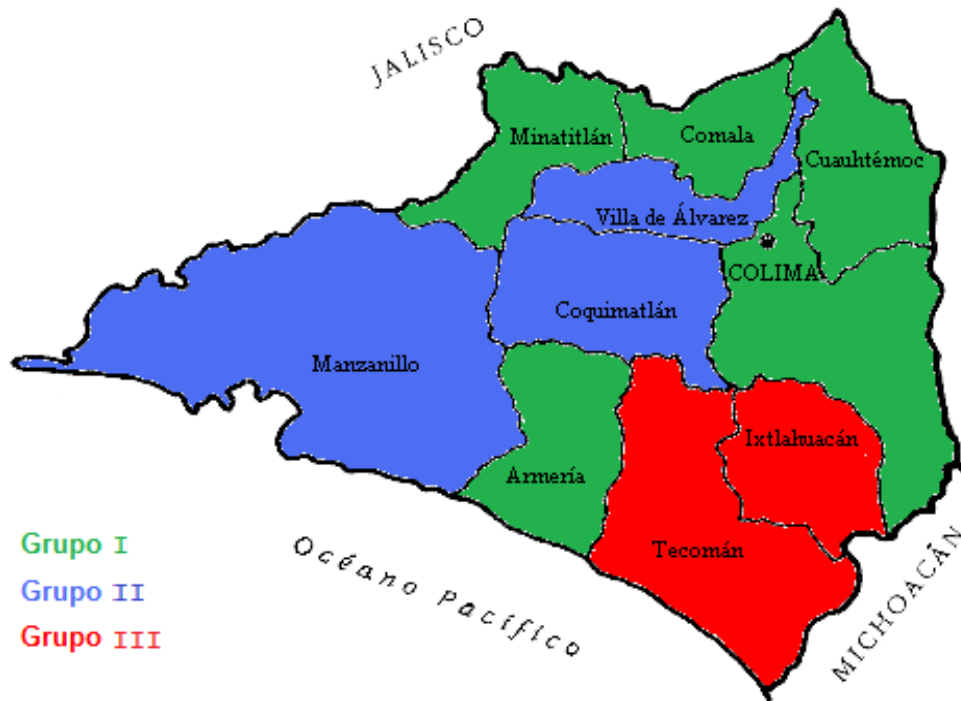
Medida corporal	Componentes principales		
	1	2	3
Longitud de cabeza	0.422	0.312	0.163
Anchura de cabeza	0.338	0.156	0.004
Longitud de cráneo	0.010	0.119	0.050
Anchura de cráneo	0.472	0.183	0.191
Longitud de grupa	-0.017	0.313	0.326
Anchura de grupa	0.494	0.152	0.344
Alzada a la cruz	0.287	0.932	0.014
Perímetro torácico	0.985	0.154	-0.059
Profundidad de pecho	0.277	0.610	0.190
Anchura de pecho	0.655	0.047	0.130
Perímetro de caña	0.526	0.035	0.144
Longitud corporal	0.404	0.267	0.871
Variabilidad explicada (%)	55.88	19.48	11.19
Variabilidad acumulada (%)	55.88	75.36	86.55

**Figura 1.** Conglomerado jerárquico de clasificación por similitud de los municipios del estado de Colima, México de acuerdo a las medidas corporales de las ovejas Pelibuey muestreadas (*Hierarchical conglomerate of like groups of municipalities in Colima, México according to body measurements of Pelibuey ewes*).**Tabla II.** Medidas corporales (en centímetros) de los grupos de ovejas Pelibuey en el estado de Colima de acuerdo con el análisis de componentes principales y de conglomerados jerárquicos (*Body measurements (in centimeters) of Pelibuey ewes groups in the state of Colima according to principal component and hierarchical cluster analysis*).

Medida corporal	Grupo		
	I (n=192)	II (n=110)	III (n=65)
Alzada a la cruz	65.23 ± 4.12	66.38 ± 3.75	64.93 ± 3.98
Perímetro torácico	75.63 ± 5.77	76.40 ± 5.51	83.70 ± 7.44
Profundidad de pecho	30.50 ± 2.94	32.37 ± 2.78	31.23 ± 2.31
Anchura de pecho	16.49 ± 1.52	16.84 ± 1.73	18.45 ± 2.20
Longitud corporal	67.58 ± 5.51	69.80 ± 4.88	68.66 ± 5.23

Media ± desviación estándar

El grupo de ovejas de los municipios de Cuauhtémoc, Minatitlán, Colima, Armería y Comala (Grupo I) se caracterizaron por presentar el menor desarrollo en el área pectoral (perímetro torácico, anchura de pecho y profundidad de pecho) así como la menor longitud corporal. Las ovejas de los municipios de Coquimatlán, Manzanillo y Villa de Álvarez (Grupo II) presentaron la mayor longitud corporal, alzada a la cruz y profundidad de pecho, en tanto que las ovejas de Ixtlahuacán y Tecomán (Grupo III) mostraron el mayor perímetro torácico y anchura de pecho y la menor alzada a la cruz (Tabla II; Figura 2).



**Figura 2.** Distribución geográfica de los grupos de ovejas Pelibuey en el estado de Colima de acuerdo con el análisis de componentes principales y de conglomerados jerárquicos (*Geographical distribution of Pelibuey ewes groups in the state of Colima according to principal component and hierarchical cluster analysis*).

### Discusión

No obstante que un estudio previo, en el cual se utilizó el análisis de varianza como herramienta estadística, indicó que la raza Pelibuey presenta una morfología homogénea (Arredondo *et al.*, 2013a), la utilización del análisis de componentes principales permitió encontrar diferencias entre las ovejas que componen los rebaños de los distintos municipios evaluados. Esto permite a su vez establecer una orientación zootécnica de cada rebaño de animales de acuerdo a su morfología. El primer componente muestra a un grupo de ovejas (I) con poco desarrollo pectoral y valores promedio en su longitud corporal y alzada a la cruz, con un fenotipo indefinido. El segundo componente agrupa un conjunto de ovejas con la mayor alzada a la cruz, longitud corporal y profundidad de pecho con una tendencia al fenotipo lechero. El tercer componente muestra un grupo de animales (III) caracterizados por tener el mayor perímetro torácico y anchura de pecho y la menor alzada tendiendo al fenotipo cárnico. Como se esperaba las medidas cefálicas y craneales no contribuyeron a la variación entre individuos al no estar influenciadas por factores climáticos y de manejo (Herrera & Luque, 2009).

El análisis multivariado permite medir lo similares o disimilares que son los individuos de una muestra a través de índices de disimilaridad, los cuales son indicadores que miden la distancia entre dos individuos (considerando a estos individuos como vectores en el espacio de las variables) y entre estos, dos de los más conocidos son la distancia Euclídea y la distancia de Mahalanobis. La distancia Euclídea no obstante su sencillez de cálculo, presenta el inconveniente de ser sensible a las unidades de medida de las variables, por lo que las variables de mayor magnitud contribuirán en mayor medida a la variación observada que las variables de menor magnitud. Como consecuencia de ello, los cambios de escala determinarán, también, cambios en la distancia entre los individuos (Valdez-Cepeda *et al.*, 2003). Lo anterior es posible corroborarlo en el presente

trabajo en el cual, las medidas corporales de mayor magnitud, perímetro torácico, longitud corporal, alzada a la cruz y profundidad de pecho con valores promedio de 77.24, 68.53, 64.92 y 31.16 centímetros respectivamente, fueron cuatro de las cinco medidas que explicaron la mayor proporción de la variación morfológica de las ovejas evaluadas. En forma contraria, un estudio previo en el cual se analizó la morfología de esta misma muestra de ovejas por el método de análisis canónico discriminante usando la distancia de Mahalanobis como medida de distancia, mostró que la anchura y longitud del cráneo y de la grupa con valores promedio de 11.17, 6.53, 17.63 y 20.61 centímetros respectivamente, fueron las variables responsable de explicar la variación morfológica (Arredondo *et al.*, 2013b). Asimismo, en ese mismo trabajo es posible observar como el perímetro torácico, la longitud corporal, la alzada a la cruz, la anchura de pecho y la profundidad de pecho, variables relevantes en el presente estudio no contribuyeron significativamente a explicar la variación entre las ovejas.

En el presente estudio, los resultados parecen indicar que la variación morfológica parece no estar relacionada con las condiciones geográficas y climáticas en las cuales las ovejas fueron criadas. Ovejas criadas en diferentes hábitats como Minatitlán (montañas y colinas, mayor altitud, menor temperatura media anual y mayor precipitación) y Armería (llanura costera, menor altitud, mayor temperatura media anual y menor precipitación) fueron morfológicamente similares, en tanto que ovejas criadas en hábitats similares como Tecomán y Armería (llanura costera, menor altitud, mayor temperatura media anual y menor precipitación) fueron morfológicamente diferentes. En este sentido, la falta de diferenciación entre las poblaciones de ovejas de algunos municipios puede explicarse por su proximidad geográfica (Colima es el tercer estado de menor extensión del país), lo cual facilita el intercambio de animales y permite un flujo de genes entre las poblaciones.

Otra posible explicación a las variaciones morfológicas encontradas en el presente estudio la constituye el diferente manejo al cual son sometidos los animales. Mientras que algunas corderas fueron criadas bajo condiciones extensivas sin alimentación suplementaria, otras recibieron suplementación energético-proteica durante su pubertad, gestación y lactancia, lo cual mejoró su desarrollo corporal. Otros dos factores que influyeron negativamente en la estructura corporal de algunas ovejas fue por una parte su empadre durante la pubertad, ya que su peso adulto y crecimiento se ve afectado por la preñez (McMillan & McDonald, 1983) y por otro lado, la consanguinidad derivada del apareamiento entre animales emparentados (Erkambrack & Knigth, 1991).

Desde el punto de vista genético, la principal causa de variación morfológica está determinada por las diferencias genéticas y fenotípicas de los sementales utilizados en cada rancho. Una gran parte de ellos proviene de un centro de producción de genética ubicado en el estado, en el cual los principales criterios de selección y formación de las líneas genéticas son la fertilidad y prolificidad por encima del tamaño corporal. Otro grupo de productores adquiere sus sementales en ranchos ubicados principalmente en la región de Los Altos de Jalisco, en los cuales durante muchos años, la raza Pelibuey ha sido cruzada con la raza Katahdin con el fin de incrementar rápidamente su tamaño corporal, mientras que un tercer grupo de productores selecciona sus sementales de sus propios rebaños o de rebaños comerciales vecinos con base en la apariencia externa, sin tomar en cuenta su verdadero valor genético.

Dado que la raza Pelibuey, no presenta una aptitud zootécnica definida (Arredondo *et al.*, 2013a), la variabilidad en la morfología encontrada en este estudio, abre la posibilidad de orientarla hacia la producción de carne y leche por medio de la selección de los animales con el fenotipo apropiado para cada propósito.

## Conclusiones

Se concluye que la variación morfológica de las ovejas Pelibuey en el estado de Colima se encuentra determinada principalmente por el perímetro torácico, la anchura de pecho, la profundidad de pecho, la longitud corporal y la alzada a la cruz. El análisis de componentes principales permitió identificar a los grupos de ovejas de conformación corporal similar y a determinar su orientación zootécnica.

## Bibliografía

- Abdollahi, M. 2009. Hierarchical cluster analysis of Indian populations of *Heterodera zae* based on second stage juveniles and egg morphometrics. *International Journal of Agriculture & Biology* 11, 756-760.
- AMCO. 1998. Lineamientos para la clasificación de las razas ovinas en México. México. Asociación Mexicana de Criadores de Ovinos. 12 p.

- Arredondo, R.V., Macedo, B.R., Molina, C.J., Magaña, A.J., Prado, R.O., García, M.L.J., Herrera, C.A. & Lee, R.H. 2013a. Morphological characterization of Pelibuey sheep in Colima, México. *Tropical Animal Health and Production* 45, 895-900.
- Arredondo, V., Macedo, R., Magaña, J.C., Molina, J., Prado, O., García, L.J., Lee, H. & Herrera, A. 2013b. Variabilidad morfológica de la oveja Pelibuey en Colima, México. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal* 3, 1-7.
- Avellanet, R., 2006. Conservación de recursos genéticos ovinos en la raza Xisqueta: Caracterización estructural, racial y gestión de la diversidad en programas “in situ”. *Tesis de Doctorado*. Universitat Autònoma de Barcelona. Bellaterra, España, 282.
- Birteeb, P.T., Peters, S.O., Yakubu, A., Adeleke, M.A. & Ozoje, M.O. 2012. Multivariate characterisation of the phenotypic traits of Djallonke and Sahel sheep in Northern Ghana. *Tropical Animal Health and Production* 45, 267-264.
- Erkambrack, S.K. & Knigh, A. D. 1991. Effects of inbreeding on reproduction and wool production of Rambouillet, Targhee and Columbia ewes. *Journal of Animal Science* 69, 4734-4744.
- Herrera, M. & Luque, M., 2009. Morfoestructura y sistemas para el futuro en la valoración morfológica. En: Valoración Morfológica de los Animales Domésticos. (ed. Sañudo, A.C.), pp. 83-102. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, Madrid, España.
- INEGI. 2010a. Colima. Geografía. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. URL <http://www.inegi.org.mx/inegi/default.aspx?s=geo&e=06>.
- INEGI. 2010b. Anuario Estadístico de Colima 2010. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México. 387 p.
- McMillan, W.H. & McDonald, M.F. 1983. Reproduction in ewe lambs and its effect on 2-year-old performance. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 26, 437-442.
- Scheaffer, R.L., Mendenhall, W. & Ott, L. 1990. Elementary Survey Sampling. 4th Edition. PWS-Kent. Boston, USA. 390 p.
- SPSS, 2006. SPSS for Windows, Release 15.0. SPSS Inc., Chicago, USA.
- Valdez-Cepeda, R.D., Blanco-Macías, F. & Gallegos-Vázquez, C. 2003. Ordenación y clasificación numérica en el nopal tunero mediante atributos del fruto. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 9, 81-95.
- Yakubu, A., Salako, A.E. & Abdullah, A.R. 2011. Varimax rotated principal component factor analysis of the zoometrical traits of Uda sheep. *Archivos de Zootecnia* 60, 813-816.
- Yilmaz, O., Cemal, I. & Karaca, O. 2012. Estimation of mature live weight using some body measurements in Karya sheep. *Tropical Animal Health and Production* 45, 397-403.