

# Validación del modelo de Weibull para reconstruir poblaciones de mamíferos y estimar la estructura de población de los neandertales del Valle Alto del Lozoya (Madrid, España)

Andrea Victoria Reyes Rojas<sup>1</sup>, Guillermo Rodríguez-Gómez<sup>1,2</sup>, Jesús A. Martín-González<sup>3</sup>, Juan Luis Arsuaga<sup>1,2</sup>

## INTRODUCCIÓN

La reconstrucción paleodemográfica es útil para conocer el desarrollo de las especies extintas. Sin embargo, el registro fósil es parcial y no permite conocer esta información con claridad. Es por esto, que, resulta necesario abordar estos estudios desde métodos alternativos. Uno de ellos es la **estimación de perfiles de supervivencia y mortalidad**, que permiten reconstruir la estructura de las poblaciones, estimar la capacidad de carga y la disponibilidad de recursos cárnicos en paleoecosistemas. Esto se puede hacer en poblaciones extintas mediante modelos matemáticos. Poder **estimar estructuras de edad de poblaciones humanas** es de gran interés en el estudio de la **evolución humana**.

## OBJETIVOS

El primer objetivo de este estudio es **validar el modelo de Weibull** como herramienta para obtener perfiles de supervivencia, mortalidad y estructura de edades de especies de mamíferos. Validado el modelo de Weibull, se buscará **reconstruir la estructura de edades** de los grupos **humanos** que vivieron en el Valle Alto del Lozoya, Madrid (España) cuando se depositaron los sedimentos del yacimiento de la Cueva del Camino. En este yacimiento se han hallado dos molares y alrededor de 50 fragmentos de industria lítica de *Homo neanderthalensis* (Arsuaga et al. 2012).

## MATERIALES Y MÉTODOS

El modelo de Weibull se expresa de la siguiente forma:

$$S(t) = e^{-(t/\lambda)^k}$$

donde,  $t$  se corresponde con el tiempo,  $k$  y  $\lambda$  son dos parámetros que se relacionan con la estructura de edad de la población ( $k$ ) y con la tasa de reproducción  $\lambda$  (Martín-González et al., 2016).

Para validar el modelo, se analizaron **13 poblaciones actuales de mamíferos** (Tabla 1) que cumplen o están cerca de cumplir **condiciones de estabilidad y estacionariedad**, que son las condiciones impuestas al modelo de Weibull para obtener perfiles y estructuras a largo plazo. Como **entradas** al modelo de Weibull se utilizan valores de **tasa de reproducción por clases de edad** y como **salidas** se obtienen los **perfiles de supervivencia** y, de ellos, las **estructuras poblacionales**. Se realizaron análisis estadísticos de la prueba de  $\chi^2$  para comparar las estructuras poblacionales observadas con las estimadas.

Taxones utilizados		
Nombre científico	Nombre común	Referencias
<i>Connochaetes taurinus taurinus</i>	Ñu	Attwell, 1982
<i>Cervus elaphus</i>	Ciervo común o rojo	Benton et al., 1995
<i>Hemitragus jemlahicus</i>	Tahr	Caughley, 1970
<i>Rupicapra rupicapra</i>	Rebeco	Caughley, 1970
<i>Rhinoceros unicornis</i>	Rinoceronte indio	Dinerstein y Price, 1991
<i>Equus caballus</i>	Caballo	Garrot y Taylor, 1990
<i>Macaca nemestrina</i>	Macaco cola de cerdo sureño	Ha et al., 2000
<i>Rangifer tarandus</i>	Caribú	Messier et al., 1988
<i>Castor canadensis</i>	Castor americano	Payne, 1984
<i>Marmota flaviventris</i>	Marmota de vientre amarillo	Schwartz et al., 1998
<i>Ovis dalli</i>	Oveja de Dall	Simmons, 1984
<i>Papio cynocephalus</i>	Babuino amarillo	Storz et al., 2002
<i>Connochaetes taurinus albojubatus</i>	Ñu azul de barba blanca oriental	Watson, 1970

Tabla 1. Especies de mamíferos con poblaciones con condiciones próximas a la estabilidad y estacionariedad analizados en el estudio.

Los resultados obtenidos permitieron **validar el modelo** (Figura 2).

Gracias a esta validación, se reconstruyó la estructura de la población de grupos neandertales (*Homo neanderthalensis*) que habitaron el Valle Alto del Lozoya (Madrid) durante el Pleistoceno superior. Se emplearon **valores de fertilidad** inferidos para grupos **neandertales** (Hemmer 2015) y de poblaciones de **cazadores-recolectores** actuales (Marlowe 2005). Empleamos como tamaño del grupo **28 individuos** porque fue el valor estimado a partir de los recursos cárnicos del valle, según la fauna de Cueva del Camino (Molino 2023).

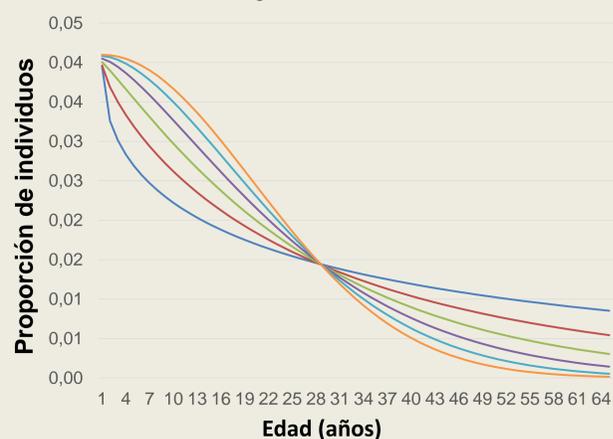


Figura 3. Diferentes estructuras de vida estimadas para poblaciones de *Homo neanderthalensis*.

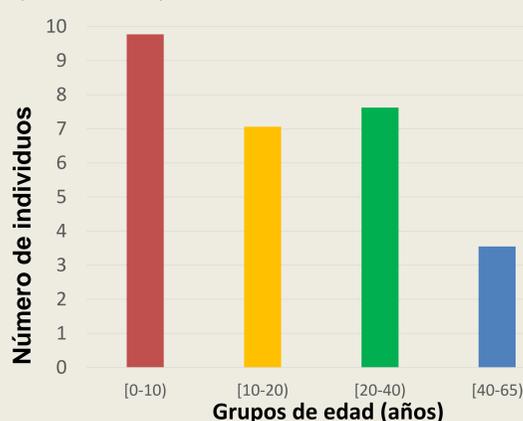


Figura 4. Histograma sobre el promedio de la distribución por grupos de edad de individuos neandertales en el Valle Alto del Lozoya



Figura 1: Localización del yacimiento Cueva del Camino en el municipio de Pinilla del Valle en la Comunidad de Madrid junto a una imagen sobre los dos molares de *Homo neanderthalensis* hallados en el yacimiento.

## RESULTADOS

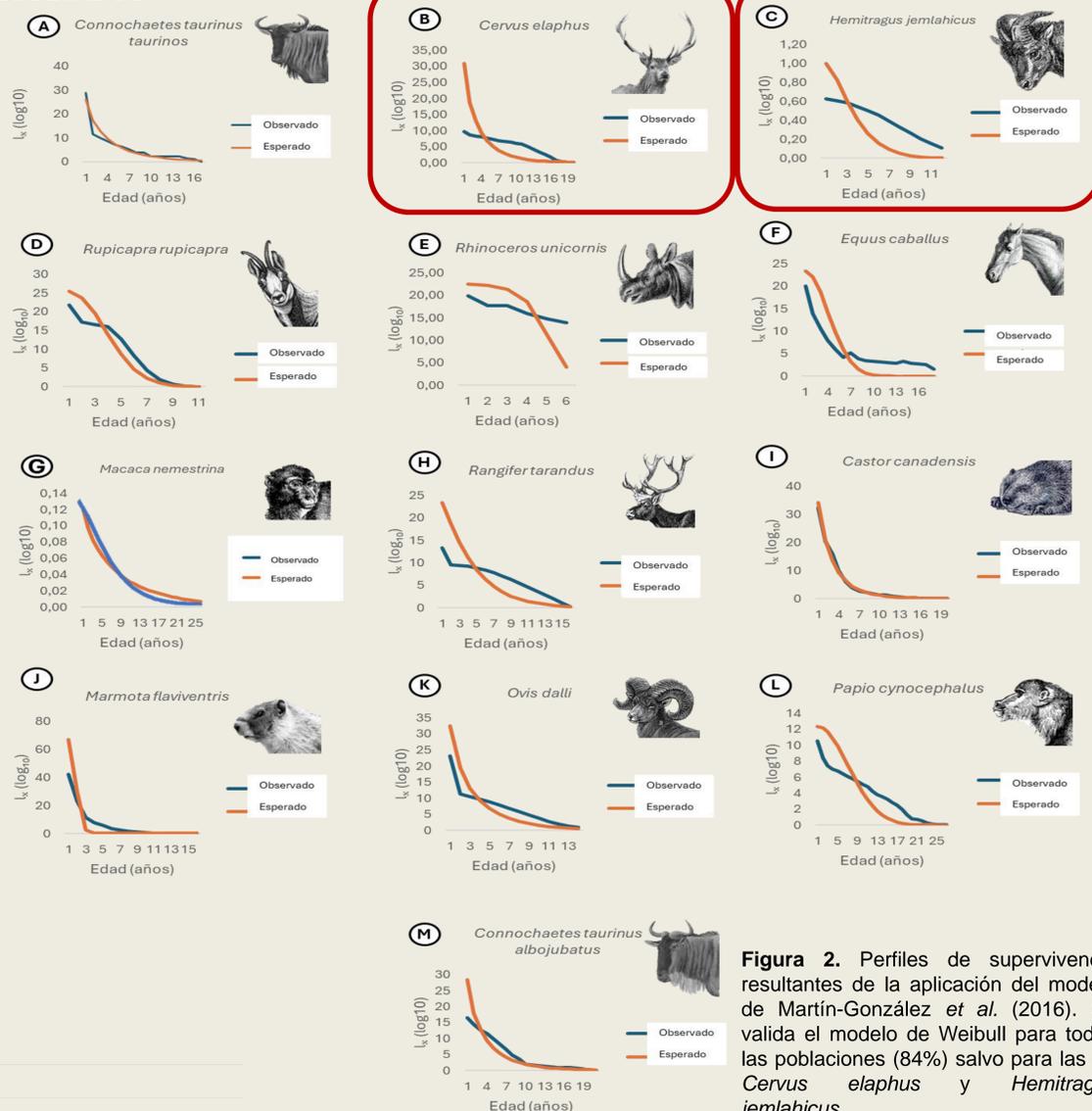


Figura 2. Perfiles de supervivencia resultantes de la aplicación del modelo de Martín-González et al. (2016). Se valida el modelo de Weibull para todas las poblaciones (84%) salvo para las de *Cervus elaphus* y *Hemitragus jemlahicus*.

## CONCLUSIONES

- El modelo de Weibull es **validado** por el **84%** de las poblaciones analizadas.
- Este modelo permite **reconstruir estructuras de edad** a largo plazo para poblaciones de **neandertales** a partir de **parámetros de fertilidad** inferidos para esta especie y también para poblaciones de cazadores-recolectores.
- De los 28 neandertales que se ha estimado que vivían en el Valle Alto del Lozoya, **diez** serían **niños**, **siete** serían **adolescentes y jóvenes adultos** de 10 a 20 años, **ocho** serían individuos **adultos** de 20 a 40 años y **tres** individuos tendrían edades por **encima de los 40 años**.
- Este grupo contaría con **cuatro** individuos **femeninos** en edad fértil.

## Agradecimientos:

Este trabajo ha sido financiado por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades (Ref: PID2021-122355NB-C31), la Comunidad de Madrid (Ref. PR27/21-004) a través del Convenio Plurianual con la Universidad Complutense de Madrid, y por el grupo de investigación RNM-146 de la Junta de Andalucía. G. Rodríguez-Gómez disfruta de un contrato posdoctoral "Atracción de Talento Investigador César Nombela" (Ref. 2023-T1/PHHUM-29222) cofinanciado por la Comunidad de Madrid y la Universidad Complutense de Madrid.

## Referencias



## Afiliaciones

<sup>1</sup> Departamento de Geodinámica, Estratigrafía y Paleontología, Universidad Complutense de Madrid. <sup>2</sup> Centro UCM-ISCIII de Evolución y Comportamiento Humanos. <sup>3</sup> Departamento de Matemáticas y Computación, Universidad de Burgos, Plaza Misael Bañuelos s/n, 09001, Burgos, España.