

# Ratios de crecimiento inicial en sociedades prehistóricas: un análisis comparativo de las primeras sociedades neolíticas de la península ibérica

Hasierako hazkunde-ratioak historiaurreko gizarteetan:  
Iberiar penintsulako lehen gizarte neolitikoetako alderaketa-azterketa

Initial growth rates of prehistoric populations:  
a comparative analysis of early Neolithic groups in the Iberian Peninsula

**PALABRAS CLAVE:** Ritmo de crecimiento, península ibérica, fechas no calibradas, Neolítico, Mesolítico.

**GAKO-HITZAK:** Hazkunde-erritmoa, Iberiar penintsula, kalibratu gabeko datak, Neolittoa, Mesolittoa.

**KEY WORDS:** Growth rate, Iberian Peninsula, uncalibrated dates, Neolithic, Mesolithic.

Salvador PARDO-GORDÓ<sup>(1)</sup> y Joaquim FORT<sup>(2,3)</sup>

## RESUMEN

Examinamos sumas de distribuciones de probabilidad (SPDs) en función del tiempo para varias regiones de la península ibérica. Empleando fechas calibrados, un máximo y un mínimo en la curva de calibración impiden hacer ajustes exponenciales fiables. Por otra parte, empleando fechas sin calibrar obtenemos buenos ajustes exponenciales y ritmos de crecimiento iniciales muy razonables desde el punto de vista etnográfico. Para el Cantábrico el ritmo de crecimiento de la población neolítica es más lento, lo cual no es sorprendente porque es conocido que en esa región el Neolítico se propagó más lentamente. Para el Mesolítico ibérico se observa un comportamiento exponencial de la SPD excepcionalmente largo y el ritmo de crecimiento es bajo en comparación con el rango etnográfico.

## LABURPENA

Iberiar penintsulako hainbat eskualdetarako denboraren araberako probabilitate-banaketen baturak (SPD) aztertu ditugu Data kalibratuak erabiliz, kalibratuzko-kurban gehieneko eta gutxieneko datu batek doikuntza esponentzial fidagarriak egitea eragozten du. Bestalde, kalibratu gabeko datak erabiliz, doikuntza esponentzial onak eta hasierako hazkunde-erritmoak oso zentzuzkoak dira etnografiaren ikuspegitik. Isurialde kantauriarren kasuan, Neolitoko biztanleriaren hazkunde-erritmoa mantsoagoa da, baina hori ez da harrigarria; izan ere, Neolittoa mantsoago zabaldu zen eskualde horretan. Iberiar penintsulako Mesolitotoari dagokionez, SPDaren portaera esponentziala bereziki luzea da, eta hazkunde-erritmoa, aldiz, txikia, maila etnografikoarekin alderatuta.

## ABSTRACT

We analyze summed probability distributions (SPDs) as a function of time for several regions in the Iberian Peninsula. Making use of calibrated dates, a maximum and a minimum in the calibration curve prevent to carry out reliable exponential fits. On the other hand, making use of uncalibrated dates we obtain good exponential fits as well as very reasonable values for the initial growth rate ethnographically. For the Cantabrian region the growth rate of the Neolithic population is lower, which is not surprising because it is known that in the Cantabrian region the Neolithic spread more slowly. For the Iberian Mesolithic the exponential behavior of the SPD is exceptionally long and the initial growth rate is low compared with the ethnographic range.

<sup>(1)</sup> Grupo de investigación GISPRAYA, Departamento de Geografía e Historia. Universidad de la Laguna, España, spardogo@ull.edu.es, <https://orcid.org/0000-0002-1060-1526>

<sup>(2)</sup> Complex Systems Laboratory, Universitat de Girona, Cataluña, España, joaquim.fort@udg.edu <https://orcid.org/0000-0003-2647-8558>

<sup>(3)</sup> Institució Catalana de Recerca i Estudis Avançats (ICREA), Barcelona, Cataluña, España

## 1. INTRODUCCIÓN

Desde la propuesta seminal del trabajo publicado por Rick (1987) titulado *dates as data*, los estudios de inferencia poblacional a partir de las fechas radiocarbónicas están siendo una constante en la literatura arqueológica (Crema 2024). Esta aproximación se basa en el uso de las Sumas de Distribuciones de Probabilidad (SPDs) como variable analítica para explorar la tendencia demográfica en grandes intervalos temporales. A pesar del enérgico debate inicial sobre si este método permite realizar deducciones paleodemográficas (Alday *et al.*, 2018; Timpson *et al.*, 2015, Torfing 2015), una revisión realizada recientemente demostró el incremento constante de estas aproximaciones focalizadas en la utilización del radiocarbono con el objetivo de analizar tendencias paleodemográficas (Pardo-Gordó y Barceló 2020). Estos trabajos han arrojado conclusiones interesantes entre las que destacamos la identificación de patrones de auges y caídas (*boom and bust*) para el Neolítico en varias regiones de Europa (Shennan *et al.*, 2013) o evidencias de reestructuración de la población (Silva y Vander Linden 2017).

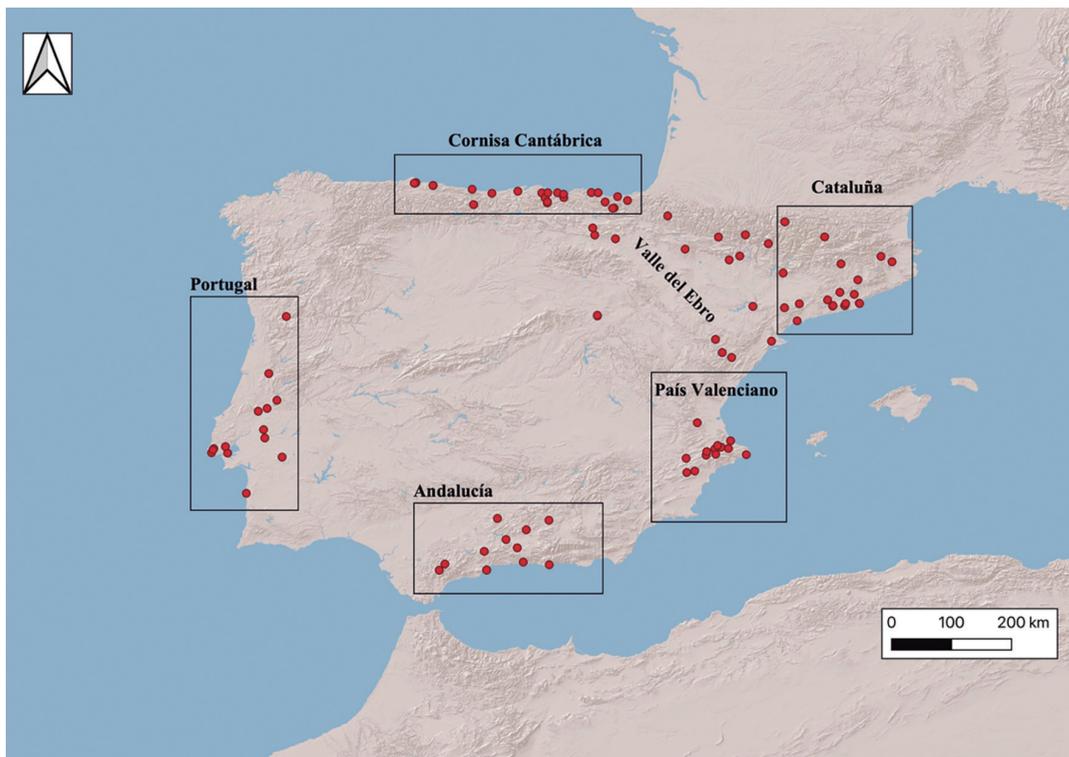
En los últimos años se ha realizado un viraje en el método *dates as data* basado en el análisis de la información radiocarbónica utilizando la estadística bayesiana (Crema y Shoda, 2021). En este sentido, un trabajo recientemente publicado aplicando este giro metodológico ha logrado usar SPDs a intervalos temporales de una centuria para estimar el ritmo de crecimiento inicial de la población neolítica en una región

européa específica, los Balcanes centrales (Blagojevic *et al.* 2024). Es interesante que en este trabajo han realizado el ajuste de una exponencial a dos intervalos de crecimiento rápido obteniendo ritmos de crecimiento inicial del 3.2% y 2.4%, valores que se hallan dentro del rango etnográfico considerado para sociedades agrícolas preindustriales los cuales se sitúan entre 2,3% y 3,7% (véase Bancells y Fort 2024). Esto sugiere que 50 años de investigación empleando valores etnográficos han sido un trabajo en la dirección correcta, desde el primer estudio donde se usaba un ritmo de crecimiento inicial etnográfico para calcular la velocidad de propagación de un frente neolítico (Ammerman y Cavalli-Sforza, 1973).

Este trabajo tiene como principal objetivo realizar una estimación del ritmo de crecimiento inicial para el Neolítico en varias regiones de la península ibérica. Para ello se presentará, en primer lugar, la muestra utilizada para continuar con la identificación de problemas en el cálculo de las ratios de crecimiento y la propuesta metodológica alternativa. Se finalizará con algunas conclusiones.

## 2. LOS DATOS: DATACIONES RADIOMÉTRICAS Y REGIONES GEOGRÁFICAS CONSIDERADAS

Los datos utilizados para realizar esta aproximación sobre las ratios de crecimiento se han obtenido compilado en torno a 50 dataciones para cada región geográfica considerada con fechas circa 6700-6200



**Fig. 1:** Mapa de los yacimientos con fechas empleadas en este trabajo / Map of the sites with dates used in this work.

BP (véanse los valores de N en tabla 1) a partir de la revisión sistemática de diferentes trabajos de síntesis, literatura gris y las diferentes bases de datos de radiocarbono publicadas recientemente (Pardo-Gordó *et al.* 2019; Martínez-Grau *et al.* 2020; Huet *et al.* 2022). La selección de las fechas utilizadas se ha basado en los siguientes criterios: i) las dataciones no deben contradecir la norma de expansión Este-Oeste del Neolítico; ii) las fechas seleccionadas presentan una desviación típica  $\leq 100$ ; iii) las fechas utilizadas no están afectadas por el efecto reservorio.

Las regiones geográficas consideradas abarcan tanto a contextos mediterráneos como atlánticos (Fig. 1). En el caso del arco mediterráneo peninsular, se han considerado tres regiones diferentes: Cataluña, País Valenciano y Andalucía. Por otro lado, para contextos atlánticos examinaremos dos regiones: Portugal y la cornisa cantábrica. Además, analizaremos el valle del Ebro. Finalmente, por lo que atañe a la información Mesolítica se ha utilizado la totalidad de la península ibérica.

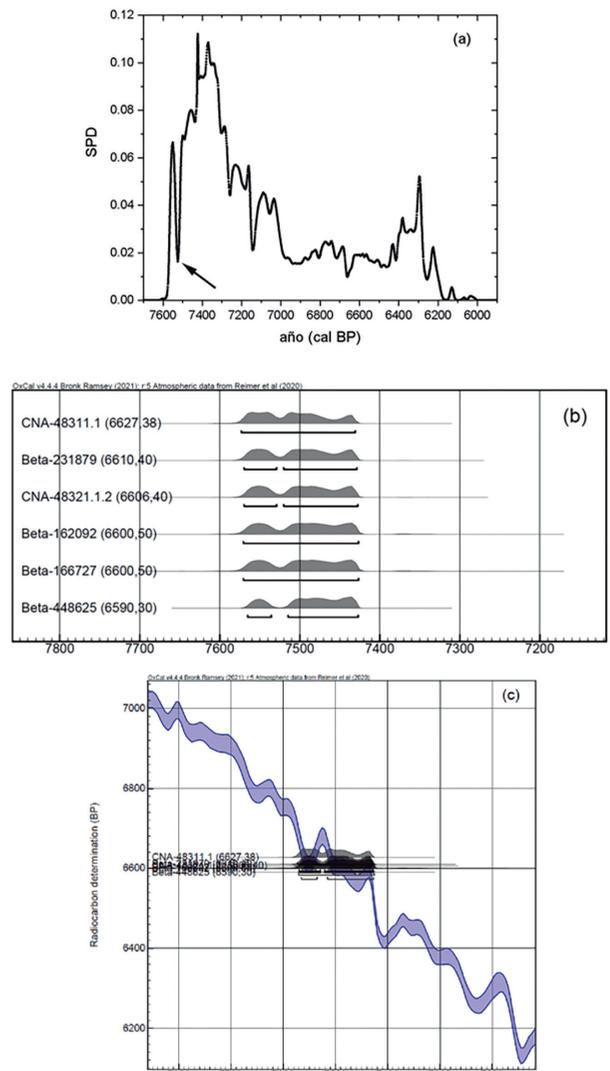
Región	N	ritmo de crecimiento inicial	R <sup>2</sup> adj	BP (no calibrada)
País Valenciano	55	2,8%	0,99	6760-6660 = 100 años
Andalucía	32	3,3%	0,99	6700-6610 = 90 años
Cataluña	51	2,7%	0,99	6750-6650 = 100 años
Portugal	59	3,6%	0,99	6800-6708 = 92 años
Valle del Ebro	59	3,6%	1,00	6850-6720 = 130 años
Cantábrico	59	1,1%	0,99	6300-6040 = 260 años
Mesolítico	42	0,98%	0,99	8400-7840 = 560 años

**Tabl. 1:** Ritmos de crecimiento inicial para la población neolítica en varias regiones de la península ibérica. N es el número de dataciones empleado. La última columna contiene el intervalo en el que se ha llevado a cabo el ajuste exponencial, y se ha elegido de forma que el modelo exponencial dé un buen ajuste ( $R^2_{adj} \geq 0,99$ ). La última fila es una estimación para el Mesolítico empleando el mismo método. Las tablas con las dataciones de radiocarbono originales para cada región están disponibles en: [http://copernic.udg.es/QuimFort/2025\\_03\\_02\\_data\\_iberia.xlsx](http://copernic.udg.es/QuimFort/2025_03_02_data_iberia.xlsx) / Initial growth rates for the Neolithic population in various regions of the Iberian Peninsula. N represents the number of datings used. The last column contains the interval in which the exponential fit has been applied and has been chosen so that the exponential model provides a good fit ( $R^2_{adj} \geq 0,99$ ). The last row is an estimate for the Mesolithic using the same method. The tables with the original radiocarbon datings for each region are available at [http://copernic.udg.es/QuimFort/2025\\_03\\_02\\_data\\_iberia.xlsx](http://copernic.udg.es/QuimFort/2025_03_02_data_iberia.xlsx).

### 3. PROBLEMAS CON LAS CURVAS DE CALIBRACIÓN

La Fig. 2a muestra la SPD usando fechas calibradas para el Neolítico temprano en el país Valenciano. En la Fig. 2a hay un mínimo muy pronunciado centrado en 7525 cal BP (flecha). ¿Es este mínimo debido a una despoblación real o tiene otra causa? En la Fig. 2b mostramos las distribuciones de probabilidad para las fechas más antiguas en esta región. Claramente, hay un mínimo para todas las dataciones (aún más, para la última de ellas el mínimo es cero). Por lo tanto, no es

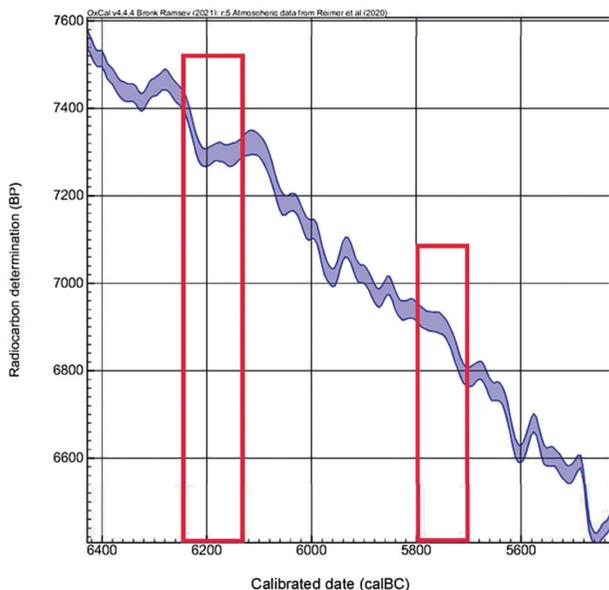
que haya menos restos arqueológicos cerca de 7525 cal BP sino que la distribución de cada uno de los restos tiene un mínimo en esa fecha. La Fig. 2c muestra las mismas distribuciones (negro) y las curvas de calibración (azul). Vemos claramente que el mínimo en todas las dataciones es debido a la presencia de un máximo en las curvas de calibración centrado en 7525 cal BP, que provoca que las dataciones no crucen las curvas de calibración cerca de dicha fecha. Por otra parte, no conocemos ningún motivo por el que un máximo en la curva de calibración pueda causar una despoblación. Así pues, tenemos que concluir que el mínimo en 7525 cal BP (Fig. 2a) no es debido a ninguna despoblación real sino simplemente a un máximo



**Fig. 2:** (a) SPD usando fechas calibradas para el Neolítico temprano en el país Valenciano. (b) Distribuciones de probabilidad para las fechas más antiguas de la misma región y base de datos. (c) Las mismas distribuciones (negro) y curvas de calibración IntCal 20 (azul) / SPD using calibrated dates for the Early Neolithic in the Valencian Country. (b) Probability distributions for the earliest dates of the same region and database. (c) The same distributions (black) and IntCal 20 calibration curves (blue).

en las curvas de calibración. En definitiva, a problemas asociados a la curva de calibración (Weninger *et al.*, 2011). Así pues, si pretendemos usar la SPD como una medida demográfica, dicho mínimo no debe ser considerado fiable sino artificial. Lo mismo sucede con el máximo inmediatamente anterior a dicho mínimo, en 7550 cal BP (Fig. 2a), que se debe a un mínimo en las curvas de calibración (Fig. 2c) para la misma fecha (7550 cal BP). Por lo tanto, desafortunadamente no podemos utilizar la Fig. 2a para ajustar una exponencial a la SPD en el intervalo de fechas más antiguo (7600-7500 cal BP). Es decir, no podemos usar la SPD de fechas calibradas para estimar el ritmo de crecimiento inicial de la población.

En otras regiones de la península ibérica hemos encontrado el mismo problema, por lo que no hemos considerado fiable estimar ritmos de crecimiento inicial empleando fechas calibradas para la península ibérica. En contraste, Blagojević *et al.* (2024) no tuvieron este problema para estimar ritmos de crecimiento inicial en los Balcanes debido a que, tal y como se puede comprobar en la Fig. 3, no hay ningún mínimo ni máximo pronunciado en las curvas de calibración para los dos episodios de incremento rápido en la SPD a los que ajustaron un crecimiento exponencial (6250-6125 cal BC y 5800-5700 cal BC). En cambio, en la Fig. 2c tenemos un mínimo (7550 cal BP) y un máximo (7525 cal BP) pronunciados que, tal y como hemos explicado, imposibilitan llevar a cabo un ajuste exponencial fiable en el intervalo de fechas más antiguo (7600-7500 cal BP).

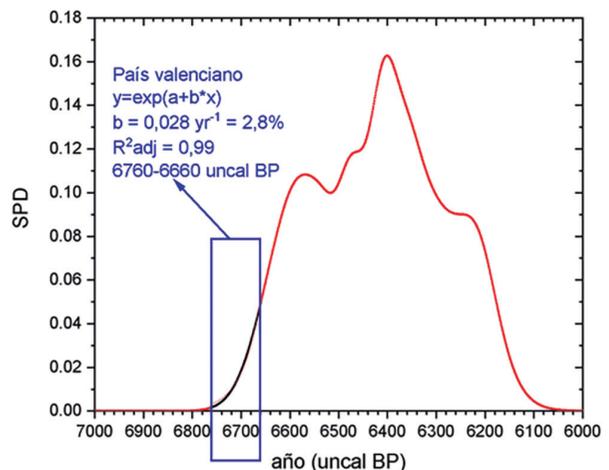


**Fig. 3:** Curva de calibración IntCal 20. Los rectángulos rojos indican los intervalos en los cuales Blagojević *et al.* (2024) ajustaron una exponencial. A diferencia de la Fig. 2c, en estos intervalos no hay ningún máximo ni mínimo pronunciados / IntCal 20 calibration curve. The red rectangles indicate the intervals in which Blagojević *et al.* (2024) fitted an exponential. Unlike in Fig. 2c, there are no pronounced maxima or minima in these intervals.

#### 4. ESTIMACIONES EMPLEANDO LA SUMA GAU-SIANA DE FECHAS SIN CALIBRAR

En la sección anterior hemos visto que, a diferencia de lo que pasa en los Balcanes centrales (Fig. 3), para las fechas neolíticas más antiguas de la península ibérica hay un máximo y mínimo pronunciados en las curvas de calibración (Fig. 2c), a causa de lo cual aparecen un mínimo y máximo en la SPD (Fig. 2a) y, por lo tanto, no podemos usar fechas calibradas para estimar ritmos de crecimiento iniciales. En esta situación, sólo podemos elegir entre claudicar a nuestra pretensión de estimar ritmos de crecimiento neolíticos iniciales en la península ibérica, o bien buscar una alternativa. Creemos que la primera opción que deberíamos explorar es usar fechas sin calibrar. Esto puede parecer arriesgado, pero tiene tres argumentos a favor. (i) Es un método que no aplica ninguna manipulación de los datos; (ii) Si bien a lo largo de miles de años el efecto de la calibración es importante, para estimar ritmos de crecimiento inicial es necesario considerar intervalos de sólo unos 100 años (Blagojević *et al.*, 2024; Bancells y Fort, 2024), con lo que esperamos que el efecto de la calibración sea modesto; y (iii) Ammerman y Cavalli-Sforza (1984) usaron fechas no calibradas en su estimación de la velocidad del frente neolítico (1 km/año aprox.), resultado que fue confirmado por estudios posteriores (Pinhasi *et al.* 2005) usando fechas calibradas.

La Fig. 4 muestra la SPD para el Neolítico temprano en el país Valenciano usando fechas sin calibrar. Se ha obtenido considerando una distribución gaussiana o normal con la media y desviación estándar de cada fecha, y sumando dichas distribuciones. Claramente, es una curva mucho más suave que la curva correspondiente empleando con fechas calibradas (Fig. 2a). El ajuste al inicio de la curva (Fig. 4) muestra que el



**Fig. 4:** SPD para el Neolítico temprano en el país Valenciano usando fechas sin calibrar, es decir, sumando distribuciones gaussianas con la media y desviación estándar de cada datación radiocarbónica / SPD for the Early Neolithic in the Valencian Country using uncalibrated dates, that is, by summing Gaussian distributions with the mean and standard deviation of each radiocarbon dating.

modelo exponencial se ajusta muy bien a los datos ( $R^2_{adj}=0,99$ ) e implica un ritmo de crecimiento inicial de 2.8%. Además, este valor (2,8%) está de acuerdo con el rango etnográfico mencionado en la Sec. 1 (2,3%-3,7%, obtenido combinando los valores para 5 poblaciones agrícolas preindustriales en Bancells y Fort 2024).

Para otras regiones hemos empleado el mismo método y los resultados se resumen en la tabla 1. Observamos que, para todas las regiones, el modelo exponencial se ajusta muy bien a los datos ( $R_{adj}^2 \geq 0,99$ ). Es interesante que los valores para los datos neolíticos de las 4 regiones costeras (país Valenciano, Andalucía, Cataluña y Portugal) y el valle del Ebro arrojan el rango 2,7%-3,6%, que está dentro del rango etnográfico mencionado arriba (2,3%-3,7%). En nuestra opinión, es difícil creer que la similitud entre el rango arqueológico para la península ibérica (2,7%-3,6%) y el rango etnográfico (2,3%-3,7%) sea una casualidad. Esta concordancia absoluta sugiere más bien que ambos rangos miden la misma magnitud, es decir, el ritmo de crecimiento inicial de poblaciones agrícolas preindustriales. Aún más, el rango arqueológico obtenido por Blagojevic y colegas (2024) para los Balcanes centrales usando dos episodios de crecimiento y dataciones calibradas (2,4%-3,2%) es también muy similar al rango etnográfico (2,3%-3,7%) y al rango arqueológico que hemos obtenido para la península ibérica usando dataciones no calibradas (2,7%-3,6%).

Para el Cantábrico (tabla 1, penúltima línea) el ritmo de crecimiento es más lento (1,1%), cosa que era de esperar porque el frente neolítico se propagó a menor velocidad (Isern *et al.* 2014) debido posiblemente a la adaptación de los nuevos grupos a condiciones ecológicas nuevas, entre otros factores. Finalmente, a efectos puramente comparativos, hemos observado que para las dataciones mesolíticas (tabla 1, última línea) el comportamiento es especial en dos sentidos: el ritmo de crecimiento (0,98%) es bajo comparado con el rango etnográfico (2,3%-3,7%) y hay un comportamiento exponencial sostenido para un intervalo excepcionalmente largo (más de 500 años).

## 5. CONCLUSIONES

En la península ibérica, para las fechas neolíticas más antiguas hay un mínimo y un máximo pronunciados en las curvas de calibración (Fig. 2c) que provocan un máximo y un mínimo, respectivamente, en las SPDs (Fig. 2a). Por este motivo, no parece acertado usar fechas calibradas para obtener estimaciones fiables de los ritmos de crecimiento iniciales. Sin embargo, empleando fechas sin calibrar se obtienen ritmos de crecimiento iniciales muy razonables desde el punto de vista etnográfico. Para el Cantábrico el ritmo de crecimiento de la población neolítica es más lento, lo cual no es sorprendente porque es conocido que en esa región el Neolítico se propagó más lentamente.

Para el mesolítico se observa un comportamiento exponencial de la SPD excepcionalmente largo y el ritmo de crecimiento es bajo en comparación con el rango etnográfico. A simple vista, la interpretación más lógica es que el mesolítico ibérico no puede explicarse a partir de una difusión démica a tenor de su comparación con la información neolítica. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que la información utilizada para el mesolítico ibérico se reduce a unas pocas dataciones asociadas *cronológicamente* al inicio del complejo geométrico puesto que el objetivo era realizar una primera comparación. En este sentido, en el futuro debe plantearse un trabajo específico sobre el crecimiento demográfico de las últimas sociedades cazadoras-recolectoras de la península ibérica que nos permita discernir de una forma precisa no solo la ratio de crecimiento sino también si esta se ajusta a las ratios de sociedades productoras de alimentos, tal y como se ha demostrado en otros contextos cronológicos (Bettinger 2016).

En definitiva, los resultados iniciales obtenidos en este viraje metodológico en torno a la utilización de las dataciones para aproximarse a calcular crecimientos iniciales de poblaciones resultan esperanzadores. Este método evita el problema de aceptar, sin ninguna justificación, que un máximo de la curva de calibración pueda dar lugar a una despoblación. En el futuro sería de interés analizar y desarrollar métodos empleando fechas calibradas (siempre y cuando no alteren los datos originales ni hagan suposiciones no justificadas), así como comprar sus resultados con los basados en la suma gaussiana de fechas sin calibrar (tabla 1).

## 6. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido elaborado en el contexto de los proyectos de investigación PID2021-1274NA-I00 y PID2023-150978NB-C22 financiados por el MICIU/AEI/10.13039/501100011033 y por FEDER/UE, la ayuda RYC2021-033700-I financiada por MICIU/AEI/10.13039/501100011033 y por la Unión Europea NextGenerationEU/PRTR, así como los proyectos ICREA (Academia 2021) y la AGAUR (2021-SGR-00190).

## BIBLIOGRAFIA

- Alday, A., Domingo, R., Sebastián, M., Soto, A., Aranbarri, J., González-Sampériz, P., Sampietro-Vattuone, M.M., Utrilla, P., Montes, L., Peña-Monné, J.L., 2018. The silence of the layers: Archaeological site visibility in the Pleistocene-Holocene transition at the Ebro Basin. *Quaternary Science Reviews* 184, 85–106.
- Ammerman, A. J., Cavalli-Sforza, L. L. 1973. A population model for the diffusion of early farming in Europe. In: Renfrew, C. (Ed.), *The explanation of culture change: models in prehistory*, 343-357. Duckworth, London.
- Ammerman, A. J., Cavalli-Sforza, L. L., 1984. *The Neolithic transition and the genetics of populations in Europe*. Princeton University Press, Princeton.

- Bancells, P., Fort, J., 2024. Cultural versus demic diffusion in agricultural expansions according to three definitions of dispersal distances. *Archaeological and Anthropological Sciences* 16, 39.
- Bettinger, R.L., 2016. Prehistoric hunter-gatherer population growth rates rival those of agriculturalists. *Proceedings of National Academy of Sciences of the United States of America* 113(4), 812-814.
- Blagojevic, T., Porcic, M., Stefanovic, S., 2024. Addressing the intensity of changes in the prehistoric population dynamics: population growth rate estimations in the central Balkans early Neolithic. *Radiocarbon* 66 (2) 280-294.
- Crema, ER., 2024. Statistical Inference of Prehistoric Demography from Frequency Distribution of Radiocarbon Dates: A review and a Guide for the Perplexed. *Journal of Archaeological Method and Theory* 29, 1287-1418.
- Crema, ER., Shoda, S., 2021. A Bayesian approach for fitting and comparing demographic growth models of radiocarbon dates. A case study on the Jomon-Yayoi transition in Kyushu (Japan). *PlosOne* 11(4).
- Huet, T., Cubas, M., Gibaja Bao, J.F., Oms, F.X., Mazzucco, N., 2022. NeoNet Dataset. Radiocarbon Dates for the Late Mesolithic/Early Neolithic Transition in the North Central-Western Mediterranean Basin. *Journal of Open Archaeology Data* 10, 1–8.
- Isern, N., Fort, J., Carvalho, A. F., Gibaja, J. F., Ibáñez, J. J., 2014. The Neolithic transition in the Iberian peninsula: data analysis and modelling. *Journal of Archaeological Method and Theory* 21, 447-460.
- Martínez-Grau, H., Jagher, R., Oms, F.X., Barceló, J.A., Pardo-Gordó, S., Antolín, F., 2020a. Global processes, regional dynamics? Radiocarbon data as a proxy for social dynamics at the end of Mesolithic and during the Early Neolithic in the NW of Mediterranean and Switzerland (ca. 6200 – 4600 cal BC). *Documenta Praehistorica* 47, 170-191.
- Pardo-Gordó, S., Barceló Álvarez, J.A.. 2020. Paleodemografía y dataciones radiométricas en la Prehistoria de la península ibérica. En Barceló JA., Morell, B. (Eds). *Métodos cronométricos en arqueología, prehistoria y paleontología*, 477-496.
- Pardo-Gordó, S., Bernabeu, J., García Puchol, O., Díez Castillo, A.. 2019. Timing the Mesolithic-Neolithic Transition in the Iberian Peninsula: The radiocarbon dataset. *Journal of Open Archaeology Data* 7.
- Pinhasi, R., Fort, J., Ammerman, A. J.. 2005. Tracing the origin and spread of the Neolithic in Europe. *PLoS Biology* 3 (12), 2220-2228.
- Rick, J.W., 1987. Dates as data: an examination of the peruvian preceramic radiocarbon record. *American Antiquity* 52, 55–73.
- Shennan, S., Downey, S. S., Timpson, A., Edinborough, K., Colledge, A., Kerig, T., Manning, K. Thomas, M. G., 2013. Regional population collapse followed initial agriculture booms in mid-Holocene Europe. *Nature Communications* 4, 2486.
- Silva, F., Vander Linden, M., 2017. Amplitude of travelling front as inferred from 14C predicts levels of genetic admixture among European early farmers. *Scientific Reports* 7, 11985.
- Timpson, A., Manning, K., Shennan, S., 2015. Inferential mistakes in population proxies: A response to Torfing's "Neolithic population and summed probability distribution of 14C-dates." *Journal of Archaeological Science* 63, 199–202.
- Torfing, T., 2015. Layers of assumptions: A reply to Timpson, Manning, and Shennan. *Journal of Archaeological Science* 63, 203–205.
- Weninger, B., Edinborough, K., Clare, L., Jöris, O., 2011. Concepts of probability in radiocarbon analysis. *Documenta Praehistorica* 38, 1-20.