

ESTUDIO DE LA LONGEVIDAD EN LA ISLA DE PICO (ARCHIPIÉLAGO DE LAS AZORES)*

CARLOTA SANTOS**
JORGE ROMÁN-BUSTO***
VICENTE FUSTER****

Resumo: Los determinantes de la longevidad humana han sido ampliamente estudiados, señalándose factores culturales, nutricionales y genéticos, como principales causantes del incremento de los años de vida. En la Isla de Pico, archipiélago de las Azores, varios estudios han detectado entre los siglos XVIII y XX trayectorias diferenciadas en los niveles de mortalidad respecto a los registrados en otras poblaciones europeas contemporáneas. Considerando datos procedentes de los registros parroquiales de nacimientos, matrimonios y óbitos, se establecieron las relaciones de parentesco y se describieron las principales características demográficas de los habitantes de 9 de las 17 parroquias de la isla para dicho periodo. Tras aplicar la metodología de reconstitución de parroquias y mediante el método de Desjardins e Charbonneau se analizó la correspondencia intergeneracional en la edad de defunción, considerando el sexo de los progenitores e hijos, así como distintos grupos de edad, con el objetivo de verificar la existencia de una correspondencia intergeneracional de la longevidad. Los resultados confirman su componente hereditario, y subrayan los efectos negativos de la edad avanzada del padre al nacimiento en la duración de la vida de las hijas, pero no de los hijos, tal y como ha sido señalado anteriormente por otros autores.

Palavras-chave: Longevidad; Isla de Pico; Correspondencia intergeneracional; Análisis longitudinal.

Abstract: The determinants of human longevity have been extensively studied, indicating cultural, nutritional and genetic factors as major causes that increase our life time. On the island of Pico, Azores, several studies have detected, between the eighteenth and twentieth centuries, distinct paths in the levels of mortality compared to those recorded in other contemporary European populations. Considering data from parish records on births, marriages and deaths, kinship relations were established and the main demographic characteristics of people in 9 of the island's 17 parishes for that period were described. After applying the methodology of parish reconstitution and the method of Desjardins and Charbonneau, intergenerational correspondence in the age of death was analyzed, considering the sex of the parents and children, as well as different age groups, with the aim of verifying the existence of an intergenerational correspondence for longevity. The results confirm the hereditary component, and emphasize the negative effects of advanced paternal age at the time of birth in the life span of daughters but not of sons, as previously noted by other authors.

Keywords: Longevity; Pico Island; Intergenerational correspondence; Longitudinal analysis.

INTRODUCCIÓN

Los territorios insulares ofrecen un marco de investigación demográfico y biológico ideal para el estudio de las poblaciones humanas. El aislamiento geográfico, así como la homogeneidad de sus variables ambientales y culturales, permite controlar los determinantes de las características vitales de sus poblaciones. Desde el punto de vista genético, algunos

* Investigación desarrollada en el ámbito del proyecto: «Espaços urbanos: dinâmicas demográficas e sociais (séculos XVII-XX)» con referencia PTDC/HIS-HIS/099228/2008, cofinanciado por el programa COMPETE – Programa Operacional Factores de Competitividade en su componente FEDER y por la Fundação para a Ciência e a Tecnologia en su componente OE.

** Departamento de História, Universidade do Minho. Investigadora del Grupo de História das Populações/CITCEM, Universidade do Minho. Email: csantos@ics.uminho.pt.

*** Departamento de Zoología y Antropología Física, Universidad Complutense de Madrid. Investigador del Grupo de História das Populações/CITCEM, Universidade do Minho. Email: romanbjm@hotmail.com.

**** Departamento de Zoología y Antropología Física, Universidad Complutense de Madrid. Email: vfuster@bio.ucm.es.

territorios insulares presentan unas tasas de consanguinidad superiores a las de áreas continentales (JORDE *et al.*, 1982; SMITH *et al.*, 1992), lo que permite identificar caracteres biológicos propios asociados a determinados linajes, que en otras poblaciones más heterogéneas no se manifestarían o no podrían estudiarse con la misma facilidad. En las Islas Azores, esta consanguinidad mantiene valores elevados para algunas parroquias y periodos concretos estudiados con anterioridad al siglo. XX (LIMA y SMITH, 1992; SMITH *et al.*, 1992; SANTOS, 2004b), mientras que para años recientes del pasado siglo los valores encontrados de consanguinidad no difieren de los encontrados en el Portugal continental (PACHECO *et al.*, 2003). Esto podría explicarse por un incremento de las rutas de comunicación entre islas (SANTOS *et al.*, 2005).

El archipiélago de las Azores, con características demográficas muy definidas, es por ello un entorno idóneo para los estudios poblacionales. Está localizado en el Océano Atlántico, aproximadamente a 1500 km del Portugal continental. Lo forman nueve islas de origen volcánico incluidas en tres grupos: Oriental (Santa María y S. Miguel), Central (Terceira, Faial, Pico, S. Jorge y Graciosa) y Occidental (Flores y Corvo) (Figura 1). Las islas del grupo oriental y central fueron descubiertas en 1427, pero su poblamiento sólo se inició a partir de 1439 para el grupo oriental, y a mediados del siglo XV en las del grupo central. Las islas del grupo occidental, fueron pobladas en épocas más tardías. Flores en la primera década del siglo XVI y Corvo en la cuarta década de ese mismo siglo¹.

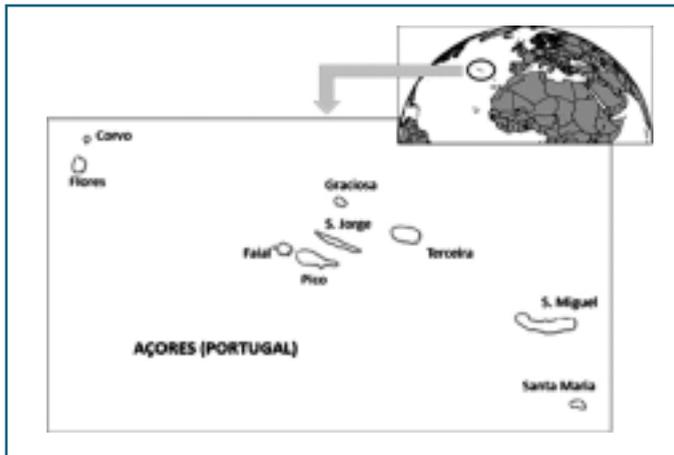


Figura 1 – Localización e islas del Archipiélago de las Azores (Portugal).

Fonte: Elaboração própria com imagem de www.educima.com.

Dentro del archipiélago, el área de estudio, la isla de Pico, está situada a 28° 20' de longitud oeste y a 38° 30' de latitud norte, siendo dominada por la montaña de Pico, que se eleva a 2351 m de altitud. Cerca de dos décadas después de haber sido descubierta, la

¹ Para profundizar en las cuestiones relacionadas con el descubrimiento y poblamiento de las Azores, véase MATOS, 1989; CARITA, 2008; MENESES, 2008.

isla fue poblada por una población fundadora constituida por individuos procedentes de Flandes y de Portugal continental, naturales en su mayor parte del norte del país. Como resultado de una orografía compleja, agravada por la frecuencia de movimientos sísmicos y por la amenaza de erupciones volcánicas, la población se asentó en las partes bajas del litoral, donde la suavidad del clima y las características del suelo favorecieron una economía de subsistencia basada en el cultivo de legumbres, patata, árboles de fruto, cereales, tabaco y viticultura. En los terrenos más altos se expandieron los pastos para el ganado, que en algunas zonas sobrepasa los 800 metros de altitud (AMORIM, 1992).

No obstante, a lo largo de su historia, la producción de cereales de la cual Pico es dependiente, ha sido insuficiente para el autoconsumo, haciendo necesaria su importación desde la isla de Faial, con la cual Pico ha mantenido siempre una estrecha interdependencia económica. Esto ha generado una política municipal de intervencionismo, que ya a mediados del siglo XVIII, estaba dirigida en el sentido de control del comercio y simultáneamente del fomento de la producción (MENESES, 1995). La necesidad de superar las limitaciones impuestas a las actividades agrícolas, una vez que la naturaleza de los suelos era poco adecuada para el cultivo de los cereales, ha estimulado actividades marítimas como la pesca, la navegación de cabotaje, y a partir del siglo XIX, la industria ballenera.

Diversos estudios demográficos han evidenciado en los siglos XVIII y XIX trayectorias diferenciadas en los niveles de mortalidad de la isla de Pico, respecto a los registrados en poblaciones europeas contemporáneas (AMORIM, 1992; AMORIM, 1997; MESQUITA, 1998; AMORIM, 2001; SANTOS, 2004a), incluyendo las otras islas del archipiélago de las Azores (ROCHA y RODRIGUES, 1983), así como cierta singularidad en otros fenómenos como la alta esperanza de vida al nacimiento y las moderadas tasas de mortalidad infantil (ROCHA, 1991). Se ha señalado como explicación a estos niveles de mortalidad, la influencia conjunta de factores exógenos, como la benignidad del clima; unos hábitos culturales favorables, como la lactancia materna o una dieta frugal y equilibrada, así como ciertas predisposiciones fisiológicas de posible carácter hereditario (AMORIM, 2004).

En términos generales, los determinantes genéticos contribuyen de forma destacada en la longevidad y control del envejecimiento. Algunos mecanismos epigenéticos provocarían también cambios en la expresión de genes relevantes de la longevidad, ya que las restricciones calóricas afectarían a la senescencia celular, actuando sobre el envejecimiento, lo que derivaría en una extensión potencial de la esperanza de vida (LI *et al.*, 2011). Respecto a la heredabilidad de la longevidad, Stipp (2010) asume que estaría determinada por varios genes implicados en enfermedades ligadas a la vejez, señalando al complejo TORC1, sensor del estado nutricional, como activador o inhibidor de estos genes, Sebastiani *et al.* (2010) abordaron el estudio de la heredabilidad mediante un modelo explicativo de la longevidad extrema, que incluía hasta 150 polimorfismos de nucleótidos simples localizados en diferentes cromosomas, y que llegaba a predecir el 77% de los casos de longevidad extrema estudiados en una muestra de EEUU. Entre los genes asociados al incremento de la esperanza de vida parece ser que los genes ApoE y FOXO3A son los que presentan una mayor asociación con la longevidad, según concluye Murabito *et al.* (2012) en un amplio trabajo de revisión de los estudios más recientes.

Dicho análisis se basa en diferentes metodologías llevadas a cabo por investigadores de todo el mundo: genotipado de los participantes en estudios longitudinales y de individuos pertenecientes a poblaciones longevas, así como análisis de historias familiares.

Sin duda, los estudios genealógicos, y concretamente los que tienen en consideración la edad de defunción de los individuos, ofrecen interesantes postulados a este debate. No obstante, algunas genealogías utilizadas en los estudios sobre heredabilidad de la longevidad, procedentes de familias aristocráticas, han omitido el sexo y la edad de los individuos, factores que podrían ser determinantes en la transmisión intergeneracional, imposibilitando su consideración (DESJARDINS y CHARBONNEAU, 1990). Es por ello necesario avanzar en el análisis de genealogías que incluyan dicha información para periodos amplios de tiempo. Las bases de datos existentes para nueve parroquias de la isla de Pico, que en términos poblacionales representan dos tercios de la población insular, permiten afinar en el estudio de la transmisión hereditaria de la longevidad para el periodo comprendido entre los siglos XVIII y XX. Se planteó con ese fin el siguiente objetivo: testar la posible existencia de una correspondencia intergeneracional de la longevidad, partiendo de una evaluación previa de los efectos potencialmente negativos de la edad a la maternidad y a la paternidad sobre la duración media de vida de los hijos e hijas a lo largo de varias generaciones.

MATERIAL Y MÉTODOS

Fueron utilizadas bases de datos demográficas y genealógicas obtenidas mediante la metodología de *reconstitución de parroquias* (AMORIM, 1991) con información sobre la relación de parentesco, edad a la paternidad y maternidad, edad de fallecimiento y sexo, de los individuos pertenecientes a 9 de las 17 parroquias de la isla: Madalena, Criação Velha, Candelária, S. Mateus, S. Caetano (municipio de Madalena), S. João, Ribeiras (municipio de Lajes), Prainha y S. Roque (municipio de S. Roque). En estas bases, la influencia de la clase social estaría minimizada por el alto grado de homogeneidad encontrado hasta épocas muy recientes (SANTOS, 2004a).

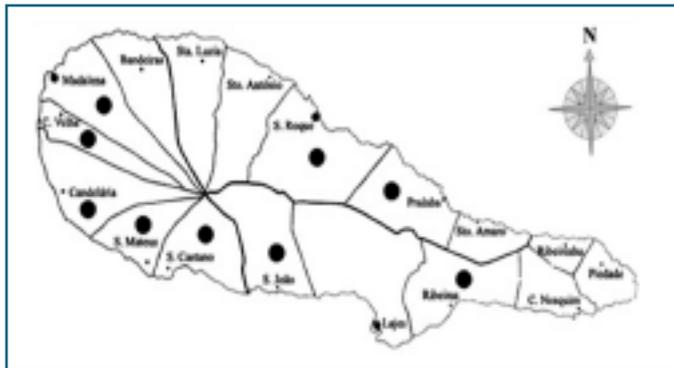


Figura 2 – Localización de las parroquias objeto de estudio en la isla de Pico

Fonte: Elaboração própria com imagem de www.igop.pt

A partir de las bases de datos construidas por varios investigadores para un período de tres siglos (Tabla 1), fue creada una muestra teniendo en cuenta los siguientes criterios: primeramente fueron seleccionadas sólo aquellas familias cuyo matrimonio se celebró con posterioridad a 1745, momento en que se inicia el registro sistemático de la mortalidad infantil, lo que permitía garantizar una exhaustividad en la información; en un segundo paso se consideraron sólo las que tenían hijos nacidos antes de 1865 (en uniones conyugales celebradas antes de 1845, para que la muestra incluyera únicamente generaciones extintas); y finalmente se analizaron las que tuvieran por lo menos un hijo casado (solamente se relaciona la longevidad de individuos casados con las de sus padres en idéntica situación). De esta forma se obtuvo una muestra con 8517 registros de hijos (3937 hombres y 4580 mujeres) genealógicamente relacionados con progenitores de los que se disponían de datos de edad al nacimiento de los hijos, y edad de defunción.

Tabla 1: Descripción de las parroquias reconstituidas

PARROQUIAS	PERÍODO	AUTOR
Madalena	1664 – 1970	Carlota Santos
Candelária	1706 – 1970	»
Criação Velha*	1801 – 1996	Hermínia Mesquita
S. Mateus	1669 – 1992	Norberta Amorim
S. Caetano**	1886 – 1979	»
S. João	1637 – 1980	»
Ribeiras	1681 – 2000	»
Prainha	1613-1963	»
S. Roque	1581-1909	»

** parroquia separada de la Madalena en 1800

** parroquia separada de S. Mateus en 1886

Nota: genealogías disponibles en www.gfp.is.uminho.pt

Para el análisis de la mortalidad intergeneracional se utilizaron los métodos propuestos por Desjardins y Charbonneau (1990):

Método A – Se reparten los hijos en 2 grupos, los que fallecieron antes de los 60 años y con 60 años y más. Se calcula la edad media de defunción de los padres para cada uno de los grupos y se subtrae la primera media a la segunda. La diferencia debe de ser significativamente positiva en la hipótesis de una correspondencia intergeneracional efectiva.

Método B – Se utiliza el mismo proceso, pero se aíslan los dos cuartiles extremos de la distribución. La mitad de los óbitos de los hijos se concentra entre los 45 y 75 años.

De esta forma se ha podido evaluar los efectos negativos de la edad de paternidad y maternidad sobre la duración media de los hijos e hijas supervivientes a la edad reproductiva. Posteriormente se analizaron las posibles relaciones de causalidad existentes entre la longevidad de cada uno de los progenitores y los descendientes de sexo mascu-

lino y femenino. Los análisis estadísticos, y la comparación de medias mediante la *t-student*, fueron realizados con el programa SPSS 17.0 (2008).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Un primer análisis sobre los efectos de la edad de los progenitores al momento del nacimiento de los hijos, en la duración media de la vida de estos últimos, reveló ausencia de cualquier asociación entre la edad a la maternidad y la duración media de vida de la progeneritura masculina y femenina (Tabla 2).

Tabla 2: Duración media de vida y diferencia de longevidad según el sexo en función de la edad de la madre al nacimiento

EDAD DE LA MADRE AL NACIMIENTO	EDAD MEDIA DE ÓBITO* (± Desvio padrón - años)	
	HIJOS (tamaño de la muestra)	HIJAS (tamaño de la muestra)
20-29	69,93 ± 14,8 (1499)	69,96 ± 16,1 (1721)
30-39	70,13 ± 15,4 (1886)	71,32 ± 15,7 (2249)
40-49	70,54 ± 15,4 (679)	70,18 ± 16,3 (720)

* Calculada para hijos casados

Al observar los resultados de comparar la edad del padre al nacimiento y la edad media de defunción de los descendientes (Tabla 3), se verifica un descenso en la longevidad media de las hijas que nacieron de padres con una edad superior a los 49 años, las cuales vivieron una media de 3 años menos, siendo las diferencias observadas estadísticamente significativas ($p < 0,02$; $t = 2,2$). Por el contrario, si bien si se observa una disminución de la supervivencia de hijos de padres con edades entre los 50 y 59 años, este resultado es poco relevante y estadísticamente no significativo en el penúltimo grupo de edad (40-49) donde se encuentra un ligero incremento de la edad media al óbito.

Tabla 3: Duración media de vida y diferencia de longevidad segundo el sexo en función de la edad del padre al nacimiento

EDAD DE LA PADRE AL NACIMIENTO	EDAD MEDIA DE ÓBITO* (± Desvio padrón - años)	
	HIJOS (tamaño de la muestra)	HIJAS (tamaño de la muestra)
20-29	70,17 ± 14,8 (805)	70,94 ± 15,5 (931)
30-39	69,98 ± 15,2 (1659)	70,46 ± 16,3 (2002)
40-49	70,11 ± 14,9 (1124)	71,04 ± 15,2 (1302)
50-59	68,86 ± 15,3 (332)	67,98 ± 16,9 (304)

* Calculada para hijos casados

Los efectos negativos de una edad más avanzada del padre al nacimiento, en la duración de la vida de las hijas, pero no de los hijos, fueron señalados por Gavrilov y Gavrilova (1997) en un estudio realizado con una muestra de familias de la aristocracia, donde se observaba que las hijas nacidas de padres con mayor media de edad, tenían 4,4 años menos de esperanza de vida. Esto viene a destacar la edad paterna a la reproducción como un factor importante en la tasa de mutación espontánea del material genético del hombre, lo que concuerda con la *mutation theory of aging* (CROW, 1999). Esta semejanza sustentaría la hipótesis de que el *cromosoma X* paterno, heredado exclusivamente por las hijas, puede ser el portador de alguno de los genes de longevidad humana sensibles a las mutaciones (GAVRILOV *et al.*, 1997). Estos mismos autores habrían detectado la mayor probabilidad de alcanzar una longevidad excepcional en nacidos de madres menores de treinta años (GRAVILOVA y GRAVILOV, 2008), hecho que no ha podido ser confirmado en el presente estudio al no considerarse por separado los individuos de longevidad extrema.

En la Tabla 4 se muestran los resultados obtenidos tras aplicar el método de Desjardins y Charbonneau (1990), considerando por separado los mayores y menores de 60 años en el método A, y los dos cuartiles extremos en edad (45 y 75) según el método B. Todas las desviaciones son positivas y estadísticamente significativas, lo que pone de manifiesto una vez más la fuerte correspondencia intergeneracional de la longevidad en esta población. Las edades medias al óbito de los hijos son más elevadas cuando sus padres fallecen en edades más avanzadas, tanto en lo que se refiere al sexo masculino, como al sexo femenino, trátase del padre o de la madre.

Según el Método A, para los hijos que alcanzan más de 60 años, se observa que la edad media de fallecimiento tanto del padre (71,36) como de la madre (70,81) eran superiores a las de hijos fallecidos con menos de 60 años. Para las hijas se repiten las mismas diferencias, siendo superior la variación entre el grupo de más de 60 años y menos de 60 años. La desviación se acentúa al aplicar el Método B, donde se observa un exceso de más de tres años de esperanza de vida en hijos nacidos de padres fallecidos con más de 75 años, que en los nacidos con menos de 45. Esta relación, más fuerte, entre la edad de la madre al óbito y la duración media de vida de sus descendientes, puede verse determinada por un conjunto de factores no exclusivamente genéticos entre los que destaca la fuerte interacción establecida con el feto durante el embarazo o a lo largo de su infancia (FALCONER, 1989).

Tabla 4: Diferencias entre la edad al óbito de los padres según el grupo de edad al óbito de los hijos

TODOS LOS HIJOS CASADOS								
PADRES	HIJOS				HIJAS			
	MÉTODO A		MÉTODO B		MÉTODO A		MÉTODO B	
	(fallecidos con)		(fallecidos con)		(fallecidos con)		(fallecidos con)	
	< 60 años (n=900)	60 e + años (n=3037)	< 45 años (n=311)	75 e + años (n=1742)	< 60 años (n=1098)	60 e + años (n=3482)	< 45 años (n=531)	75 e + años (n=2237)
EDAD MEDIA AL ÓBITO (AÑOS)								
Madre	69,04	70,81	68,39	71,60	68,67	71,19	69,19	72,06
Padre	69,88	71,36	67,83	71,61	70,16	71,70	70,52	72,29
DIFERENCIA (AÑOS)								
Madre	1,77		3,21		2,52		2,87	
Padre	1,48		3,78		1,54		1,77	

Estos resultados confirman también los obtenidos mediante curvas de supervivencia de descendientes según la longevidad paterna y materna, donde se reflejaba una relación no lineal entre la longevidad de cualquiera de los miembros del matrimonio y de su progenitura, independientemente del sexo (SANTOS y ABADE, 2007).

Desde que Gavrilov y Gavrilova (1991) propusieran la hipótesis de que en el desarrollo temprano de los organismos se produce un daño celular comparable al deterioro acumulado durante el resto de la vida del individuo adulto y por tanto determinante en su envejecimiento, varios han sido los estudios que irían en esta línea (ver GAVRILOV y GAVRILOVA, 2004; y GAVRILOVA y GAVRILOV, 2008). Esta idea de la alta carga inicial de los daños (hipótesis HIDL) señala también que las mujeres pueden ser particularmente sensibles en estas primeras exposiciones a la vida, como portadoras de dos tipos de *cromosomas X* diferentes, cuya expresión se determina en una edad temprana y en los que podrían estar localizados algunos de los genes implicados en la herencia de la longevidad. Otra predicción probada de esta teoría, se evidencia en los resultados obtenidos, según el cual, habría un modelo no lineal de la herencia de vida útil. Por cada año adicional de vida de los padres, se espera alguna ganancia fija en el promedio de vida de los hijos, como resultado de una herencia poligenética (GAVRILOV y GAVRILOVA, 2004).

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos por reconstrucción de familias para nueve parroquias de la isla de Pico revelan una clara correspondencia intergeneracional de la longevidad, más acentuada en el caso de los hijos de manera similar a lo observado en otras poblaciones. Por otro lado, se verificó además una relación entre la edad tardía del padre al nacimiento y la menor duración media de vida de las hijas.

Existe por todo ello un componente genético, hereditario, sobre el que estudios moleculares permiten discernir su importancia y peso en la determinación de la longevidad y

esperanza de vida del individuo. La isla de Pico, con sus características demográficas particulares, y la calidad y extensión de registros demográficos para un periodo amplio de tiempo, permitirá profundizar en estas cuestiones en una futura comparación con poblaciones de las otras islas del archipiélago, para las cuales están siendo construidas idénticas bases de datos de larga duración. Esto ofrecerá respuestas más articuladas sobre las moderadas tasas de mortalidad registradas en la isla de Pico a lo largo de tres siglos.

REFERENCIAS

- AMORIM, M. N. (1991) – *Uma metodologia de Reconstituição de Paróquias desenvolvida sobre registos portugueses*. «Boletín de la Asociación de Demografía Histórica», IX, 1, p. 7-25.
- (1992) – *Evolução demográfica de três paróquias do Sul do Pico (1680-1980)*. Braga: Universidade do Minho, Instituto de Ciências Sociais.
- (1997) – *Mortalité et structure par âge pour la période pré-transition. Analyse comparative sur populations portugaises*. En *Entretiens Jacques Cartier*. Lyon.
- (2001) – *Do Antigo Regime à Contemporaneidade. Microanálise da transição demográfica numa paróquia açoriana*. «Revista ADEH», XIX, 2, p. 79-113.
- (2004) – *População e recursos básicos. As quatro ilhas do ex-distrito da Horta em finais do século XIX*. En *Actas do III Colóquio «O Faial e a Periferia Açoriana nos Séculos XV a XX»*. Horta: Núcleo Cultural da Horta, p. 175-205.
- CARITA, R. (2008) – *O descobrimento dos Açores*. En MATOS, Artur Teodoro de; MENESES, Avelino Freitas y LEITE, José Guilherme Reis (dir.) – *História dos Açores. Do descobrimento ao século XX*. Angra do Heroísmo: Instituto Açoriano da Cultura, I, p. 49-61.
- CROW, J. F. (1999) – *Spontaneous mutation in man*. «Mutation Research», 437, p. 5-9.
- DESJARDINS, B. y CHARBONNEAU, H. (1990) – *L'héritabilité de la longévité*. «Population», 45 (3), p. 603-615.
- FALCONER, D. S. (1989) – *Introduction to Quantitative Genetics*. London: Longman.
- GAVRILOV, L. A. y GAVRILOVA, N. S. (1991) – *The Biology of Life Span: A Quantitative Approach*. New York: Chur, Harwood Academic Publisher.
- GAVRILOV, L. A. y GAVRILOVA, N. S. (1997) – *Parental age at conception and offspring longevity*. «Reviews in Clinical Gerontology», 7, p. 5-12.
- GAVRILOV, L. A.; GAVRILOVA, N. S.; KROUTKO, V. N.; EVDOKUSHKINA, G. N.; SEMYONOVA, V. G.; GAVRILOVA, A. L.; LAPSHIN, E. V.; EVDOKUSHKINA, N. N. y KUSHNAREVA, Y. E. (1997) – *Mutation load and human longevity*. «Mutation Research», 377, p. 61-62.
- GAVRILOV, L. A. y GAVRILOVA, N. S. (2004) – *Early-Life Programming of Aging and Longevity The Idea of High Initial Damage Load (the HIDL Hypothesis)*. Forthcoming in the «Annals of the New York Academy of Sciences», vol. 1019, p. 496-501.
- GAVRILOVA, N. S. y GAVRILOV, L. A. (2008) – *Can exceptional longevity be predicted?* «Journal of the American Academy of Actuaries», July/August issue, p. 82-88.
- JORDE, L. B.; WORKMAN, P. L. y ERIKSSON, A. W. (1982) – *Genetic microevolution in the Aland Islands, Finland*. «Current developments in Anthropological Genetics», vol. 2, p. 333-365.
- LI, Y.; DANIEL, M. y TOLLEFSBOL, T. O. (2011) – *Epigenetic regulation of caloric restriction in aging*. «BMC Medicine», 25, p. 9-98.
- LIMA, M. y SMITH, M. (1992) – *Consanguinidade, endogamia e ilegitimidade na freguesia de S. Roque do Pico (Açores)*. «Relatórios e Comunicações do Departamento de Biologia». Universidade dos Açores, 20, p. 7-10.
- MATOS, A. T. (1989) – *Povoamento e colonização dos Açores*. En ALBUQUERQUE, Luís (dir.) – *Portugal no Mundo*. Lisboa: Alfa, I, p. 176-188.

- MENESES, A. F. (1995) – *Estudos de História dos Açores*. Ponta Delgada: Jornal de Cultura, 2.
- (2008) – *O Povoamento*. En MATOS, Artur Teodoro de; MENESES, Avelino Freitas y LEITE, José Guilherme Reis (dir.) – *História dos Açores. Do descobrimento ao século XX*. Angra do Heroísmo: Instituto Açoriano da Cultura, I, p. 63-109.
- MESQUITA, M. H. (1998) – *Evolução demográfica na Criação Velha, paróquia do Sul do Pico (1801-1993)*. Ponta Delgada: Direcção Regional da Cultura.
- MURABITO, J. M.; YUAN, R. y LUNETTA, K. L. (2012) – *Special Issue on Genetics and Aging: The Search for Longevity and Healthy Aging Genes: Insights From Epidemiological Studies and Samples of Long-Lived Individuals*. «Journal of Gerontology», 67, p. 470-479.
- PACHECO, P. R.; BRANCO, C. C.; PEIXOTO, B. R. y MOTA-VIEIRA, L. (2003) – *Consanguinity in the Azores Islands (Portugal): A retrospective study from 1931 to 2000*. «European Journal of Human Genetic», suppl. 1, p. 856.
- ROCHA, G. (1991) – *Dinâmica Populacional dos Açores no Século XX – Unidade, Permanência, Diversidade*. Ponta Delgada: Universidade dos Açores.
- ROCHA, G. y RODRIGUES, V. (1983) – *A população dos Açores no ano de 1849*. «Arquipélago», n.º especial. Ponta Delgada: Universidade dos Açores.
- SANTOS, C. (2004a) – *Biodemografia do concelho da Madalena – Estrutura demográfica e genética de uma população açoriana da Ilha do Pico*. Tesis doctoral. Braga: Universidade do Minho/Instituto de Ciências Sociais.
- (2004b) – *Endogamia e consanguinidade no concelho da Madalena – Ilha do Pico (séculos XVIII e XIX)*. En *Actas do III Colóquio «O Faial e a Periferia Açoriana nos séculos XV a XX»*. Horta: Núcleo Cultural da Horta, p. 207-226.
- SANTOS, C.; ABADE, A.; CANTONS, J.; MAYER, F. M. et al. (2005) – *Genetic Structure of Flores Island (Azores, Portugal) in the 19th Century and in the Present Day: Evidence from Surname Analysis*. «Human Biology», p. 317-341.
- SANTOS, C. y ABADE, A. (2007) – *Transmissão familiar da longevidade na ilha do Pico (séculos XVIII a XX)*. En *VIII Congreso de la ADEH, Menorca*.
- SEBASTIANI, P.; SOLOVIEFF, N.; PUCA, A.; HARTEY, S. W.; MELISTA, E.; ANDERSEN, S.; DWORKIS, D. A.; WILK, J. B.; MYERS, R. H.; STEINBERG, M. H.; MONTANO, M.; BALDWIN, C. T. y PERLS, T. (2010) – *Genetic Signatures of Exceptional Longevity in Humans Science*. «PLoS ONE», 7 (1), e 29848.
- SMITH, M. T.; ABADE, A. y CUNHA, E. M. (1992) – *Genetic structure of the Azores: marriage and inbreeding in Flores*. «Annals of Human Biology», 19 (6), p. 595-601.
- SPSS Inc. Statistical Package for the Social Sciences. Released (2008) – *SPSS Statistics for Windows, Version 17.0*. Chicago: SPSS Inc.
- STIPP, D. (2010) – *The Youth Pill: Scientists at the Brink of an Anti-Aging Revolution*. Penguin Books: London.