

ADVERTIMENT. L'accés als continguts d'aquesta tesi queda condicionat a l'acceptació de les condicions d'ús establertes per la següent llicència Creative Commons:  <https://creativecommons.org/licenses/?lang=ca>

ADVERTENCIA. El acceso a los contenidos de esta tesis queda condicionado a la aceptación de las condiciones de uso establecidas por la siguiente licencia Creative Commons:  <https://creativecommons.org/licenses/?lang=es>

WARNING. The access to the contents of this doctoral thesis it is limited to the acceptance of the use conditions set by the following Creative Commons license:  <https://creativecommons.org/licenses/?lang=en>

TESIS DOCTORAL

Estrategias de gestión de los recursos marinos entre 15.100 y 6.700 cal BP en la costa del Mar de Alborán, en el contexto de la Península Ibérica.



Autora:

Amaia Aguirre Uribesalgo

Directores:

Dra. Maria Saña Seguí (UAB)

Dr. Esteban Álvarez Fernández (USAL)

FACULTAT DE FILOSOFIA Y LETRAS.

PROGRAMA DOCTORAL: ARQUEOLOGIA PREHISTÓRICA

2024

PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN EN EL MARCO DE LOS CUALES SE HA DESARROLLADO LA TESIS DOCTORAL:

2021-2024. PID2020-115715GB-I00: Unraveling the importance of animal management to food security with the introduction of farming in the Iberian Peninsula: a Bioarcheological approach, Ministerio de Ciencia e Innovación, (Departament de Prehistoria, UAB)

2021-2024: PID2020-114462GB-I00: Short-, medium- and long distance interactions between Upper Paleolithic Human Societies on the Bay of Biscay seen through biotic and abiotic resources (PaleontheMove). Ministerio de Ciencia e Innovación (Departamento de Prehistoria, Hª Antigua y Arqueología, Universidad de Salamanca)

2015-2017 HAR2014-60081-R. Producción Animal y cerámica en el neolítico peninsular. Estudio biogeoquímico integrado del consumo y las prácticas culinarias. Ministerio de Economía y Competitividad (MINECO). Retos Investigación, Proyectos I+D+i 2014 correspondientes al Programa Estatal de Investigación, Desarrollo e Innovación Orientada a los Retos de la Sociedad, (Departament de Prehistoria, UAB)

2023-2026. SGR 00527: Evolution and impact of early food production systems - EarlyFoods" (AGAUR) (ICTA-UAB)

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, querría agradecer a los directores de tesis, la Dra. Maria Saña Seguí (UAB) y el Dr. Esteban Álvarez Fernández (Universidad de Salamanca), por su apoyo, consejo y por haber estado siempre disponibles a lo largo de la elaboración de esta tesis doctoral. También, me gustaría agradecer los consejos y ayuda prestada por el Dr. Antoni Rosell i Melé (ICTA-UAB).

En segundo lugar, quiero agradecer a todos los investigadores que me han ayudado en distintas cuestiones relacionadas con la tesis doctoral.

De este modo, quiero mostrar especial agradecimiento al Dr. Andre Carlo Colonese por la ayuda brindada con el muestreo de isótopos y las interpretaciones pertinentes. Además, por su disponibilidad a la hora de compartir los materiales y cualquier cosa que necesitara del laboratorio del ICTA. También, agradezco al Dr. Asier García Escárzaga por su disponibilidad a la hora de revisar los resultados y por sus comentarios constructivos a la hora de interpretar los datos.

Además, quiero dar las gracias al Dr. Pau Comes por su paciencia y ayuda con el proceso de medición de las muestras isotópicas en BasGench-IRMS. Asimismo, quiero agradecer la rapidez y eficiencia del Laboratorio de Isótopos Estables de la Universidad de Burgos, y, en particular, al Dr. Eneko Iriarte por su disponibilidad.

También, dar las gracias al Open Lab de la UAB y, en especial, al Dr. Igor Bogdanovic, por su disponibilidad y la ayuda brindada con el proceso de escaneo de las lapas.

Respecto a los materiales estudiados, me gustaría agradecer a los Dr. Emili Aura Tortosa (Universitat de València) y Dr. Francisco Jordá Pardo (UNED, Madrid) por su disponibilidad a la hora de cualquier consulta sobre el yacimiento de la cueva de Nerja y sus comentarios constructivos acerca de las interpretaciones de los resultados obtenidos a partir de los conjuntos. Los materiales de la Sala de la Mina de esa cueva se encuentran custodiados en el Departamento de Prehistoria, Historia Antigua y Arqueología de la Universidad de Salamanca, al que doy las gracias por permitirme utilizar sus instalaciones en las estancias que en ese centro llevé a cabo. También, quiero agradecer al Dr. Rafael Martínez Sánchez por su ayuda en las interpretaciones de los resultados del abrigo de Zacatín y su disponibilidad a la hora de estudiar los materiales de este, custodiados en el Departamento de Historia de la Universidad de Córdoba, al que también doy las gracias por poder utilizar sus instalaciones para llevar a cabo mi investigación.

En tercer lugar, agradezco a los compañeros y compañeras del laboratorio de Arqueozoología por su apoyo emocional y por hacer que trabajar en el laboratorio haya sido ameno y divertido.

Azkenik, nire ama hizkuntzan, gurasoiei, Aneri, Mikeli eta Alexi eskerrak eman nahi dizkiet nire bizitzako proiektu gustietan parte hartu eta lagundu ahal izanagatik. Ezinezkoa izango litzateke tesia amaitzea zuen babes emozional barik.

Índice

Capítulo 1. Introducción	26
Capítulo 2. Explorando estrategias: Recursos malacológicos en la transición Mesolítico-Neolítico de la Península Ibérica.	33
2.1. Datos disponibles: registro, sistematización y criterios de evaluación	37
2.2. Evolución en la explotación de moluscos marinos: áreas litorales de la Península Ibérica entre el Mesolítico y el Neolítico	41
2.2.1. La gestión de los moluscos marinos en el litoral cantábrico durante el Mesolítico y Neolítico	42
2.2.2. La gestión de los moluscos marinos en el litoral atlántico durante el mesolítico y neolítico	45
2.2.3. La gestión de los moluscos marinos en el litoral mediterráneo durante el mesolítico y neolítico	49
2.3. Aprovechamiento de moluscos marinos entre el Mesolítico y el Neolítico en la península ibérica.....	51
2.4. Aprovechamiento de moluscos marinos durante la neolitización en la península ibérica: tendencias y trayectorias.	56
2.5. Moluscos marinos durante la Neolitización de la península ibérica: exploración de hipótesis y presupuestos iniciales entorno a su gestión.....	61
Capítulo 3. Materiales	63
3.1. Área de estudio.....	63
3.2. Yacimientos estudiados.....	64
3.2.1. La cueva de Nerja. La Sala de La Mina	64
3.2.2. El Abrigo de Zacatín.....	77
Capítulo 4. Metodología	91
4.1. Análisis arqueomalacológico.....	91
4.1.1. Clasificación taxonómica.	91
4.1.2. Cuantificación de los restos y cálculo del Número Mínimo de Individuos.....	95
4.1.3. Hábitat y ecología de las especies del intermareal.	97
4.1.4. Las estrategias de explotación a partir de la biodiversidad de los conjuntos malacológicos.	98
4.2. Análisis biométrico de las conchas de la especie <i>Patella caerulea</i>	99

4.3. Análisis de isótopos estables en la concha de la especie <i>Patella caerulea</i>	100
4.3.1. Biología y pautas de crecimiento de la especie <i>Patella caerulea</i>	100
4.3.2. Análisis de isótopos estables de oxígeno en conchas de moluscos marinos (Figura 4.7).....	101
4.3.3. Estrategia de muestreo.....	103
4.3.4. Medición de los valores isotópicos.....	104
4.3.5. Estimación del momento de recolección de <i>Patella caerulea</i>	105
4.3.6. Estimación de la temperatura superficial del mar a partir del carbonato cálcico de <i>Patella caerulea</i>	106
4.4. Análisis de la morfometría geométrica de las conchas de la especie <i>Patella caerulea</i>	107
4.4.1. Principios y aplicación del análisis de morfometría geométrica.	107
4.4.2. Toma de muestras y procesado de datos.	108
4.4.3. Selección de ejemplares modernos para la creación de referenciales	110
Capítulo 5. Resultados del análisis arqueomalacológico: las especies representadas y su variabilidad.	112
5.1. Cueva de Nerja (Sala de la Mina).	112
5.1.1 Características tafonómicas de los conjuntos analizados: agentes y procesos naturales que han actuado sobre el conjunto.	113
5.1.2 Las especies de moluscos marinos representadas.....	115
5.1.3 Variabilidad específica documentada a nivel diacrónico	124
5.1.4 Análisis de la diversidad de especies recolectadas	130
5.1.5 Otros invertebrados marinos.....	134
5.2. Abrigo de Zacatín.....	136
5.2.1. Características tafonómicas de los conjuntos analizados: agentes y procesos naturales que han actuado sobre el conjunto.	136
5.2.2 Las especies de moluscos marinos representadas.....	138
5.2.3 Variabilidad específica documentada a nivel diacrónico	143
5.2.4. Análisis de la diversidad de especies recolectadas	146
5.2.5. Otros invertebrados marinos.....	149
5.3. Comparación de las especies representadas y la variabilidad diacrónica de los moluscos marinos de la cueva de Nerja (Sala de la Mina) y el abrigo de Zacatín.....	150
Capítulo 6. Resultado del análisis biométrico de las conchas de <i>Patella caerulea</i> , <i>Patella ulyssiponensis</i> y <i>Patella rustica</i> de los yacimientos de la cueva de Nerja, Sala de la Mina (Málaga) y Zacatín (Granada).....	154

6.1. Análisis de las medidas de longitud máxima (L), anchura (A) y altura (H) de la concha de las especies <i>P. caerulea</i> y <i>P. ulyssiponensis</i> de la cueva de Nerja (Sala de la Mina) por nivel.....	154
6.1.1. <i>Patella caerulea</i>	154
6.1.2. <i>Patella ulyssiponensis</i>	160
6.2. La longitud máxima representativa del tamaño promedio de la concha: correlación entre la longitud máxima y la anchura de las conchas de <i>P. caerulea</i> y <i>P. ulyssiponensis</i>	166
6.2.1. <i>Patella caerulea</i>	167
6.2.2. <i>Patella ulyssiponensis</i>	168
6.3. Diferencias en la longitud máxima de las conchas de las especies <i>P. caerulea</i> y <i>P. ulyssiponensis</i> entre los periodos estudiados de la cueva de Nerja-Mina.	169
6.3.1. <i>Patella caerulea</i>	169
6.3.2. <i>Patella ulyssiponensis</i>	170
6.4. Variación de las medidas de longitud máxima, anchura y altura de la concha de las especies <i>P. caerulea</i> , <i>P. ulyssiponensis</i> y <i>P. rustica</i> del abrigo de Zacatín (Granada) por fases.....	172
6.4.1. <i>Patella caerulea</i>	172
6.4.2. <i>Patella ulyssiponensis</i>	176
6.4.3. <i>Patella rustica</i>	180
6.5. La longitud máxima representativa del tamaño promedio de la concha: correlación entre la longitud máxima y la anchura de las conchas de <i>P. caerulea</i> , <i>P. ulyssiponensis</i> y <i>P. rustica</i>	185
6.5.1. <i>Patella caerulea</i>	185
6.5.2. <i>Patella ulyssiponensis</i>	186
6.5.3. <i>Patella rustica</i>	187
6.6. Diferencias en la longitud máxima de las conchas de las especies <i>P. caerulea</i> , <i>P. ulyssiponensis</i> y <i>P. rustica</i> entre las fases estudiadas del abrigo de Zacatín.....	188
6.6.1. <i>Patella caerulea</i>	188
6.6.2. <i>Patella ulyssiponensis</i>	189
6.6.3. <i>Patella rustica</i>	190
6.7. Comparación del cambio en el tamaño de las conchas de las distintas especies del género <i>Patella</i> entre las secuencias de la Sala de la Mina de la cueva de Nerja y del abrigo de Zacatín.	191
Capítulo 7. Resultado del análisis morfométrico de las conchas de <i>Patella caerulea</i> del yacimiento de la cueva de Nerja (Sala de la Mina): una nueva aproximación desde la morfometría geométrica.....	194

7.1. Análisis morfométrico de los ejemplares modernos de la especie <i>Patella caerulea</i> . .	194
8.1.1 Datos biométricos a partir de medidas lineales.	195
8.1.2. Datos morfométricos a partir de la morfometría geométrica.	198
8.1.3. Diferencias morfométricas entre ejemplares que habitan el intermareal superior e inferior.	202
8.2. Análisis morfométrico de los ejemplares arqueológicos de la especie <i>Patella caerulea</i>	203
8.2.1 Datos biométricos a partir de medidas lineales.	204
8.2.2. Datos a partir de la morfometría geométrica.	211
8.2.3. Diferencias morfométricas entre los ejemplares en base a los distintos periodos estudiados y la variabilidad por nivel.	215
Capítulo 8. Resultados del análisis isotópico de las lapas de la especie <i>Patella caerulea</i> en los yacimientos de la cueva de Nerja (Sala de la Mina) y en el Abrigo de Zacatín (Málaga)	218
8.1. Los valores $\delta^{18}\text{O}$ de las conchas de la Sala de la Mina de Nerja	218
8.2. Los valores $\delta^{13}\text{C}$ de las conchas de Nerja-Mina.....	225
8.3. Reconstrucción de las temperaturas del mar (T $\delta^{18}\text{O}$) a partir de las conchas de <i>Patella carulea</i> de la secuencia de Nerja-Mina.	230
8.4. Estimación del momento de recolección.....	231
8.4.1. Estacionalidad en la adquisición del recurso en NM16.....	232
8.4.2. Estacionalidad en la adquisición del recurso en NM12.....	234
8.4.3. Estacionalidad en la adquisición del recurso en NM7.....	237
8.4.4. Estacionalidad en la adquisición del recurso en NM5.....	240
8.5. Los valores $\delta^{18}\text{O}$ de las conchas del Abrigo de Zacatín.....	245
8.6. Los valores $\delta^{13}\text{C}$ de las conchas del Abrigo de Zacatín.	250
8.7. Reconstrucción de las temperaturas del mar (T $\delta^{18}\text{O}$) a partir de las conchas de <i>Patella carulea</i> de la secuencia de Zacatín.....	254
8.8. Estimación del momento de recolección.....	255
8.8.1. Estacionalidad en la adquisición del recurso en Fase 1.....	256
8.8.2. Estacionalidad en la adquisición del recurso en Fase 2.....	258
8.8.3. Estacionalidad en la adquisición del recurso en Fase 3.....	261
8.9. Comparación de las estrategias de adquisición de <i>Patella caerulea</i> entre el yacimiento de Nerja-Mina y el Abrigo de Zacatín.	266
Capítulo 9. Discusión: Estrategias de gestión de los moluscos marinos entre el Paleolítico superior final y el Neolítico antiguo (entre ca. 15.100 y 6700 cal BP) en la costa del Mar de Alborán de la Península Ibérica.	270

9.1. Diversidad, continuidad y cambio en la recolección de moluscos marinos en el sur de Alborán desde el Paleolítico superior hasta el Neolítico antiguo final	271
9.2. Estacionalidad en las prácticas de recolección de moluscos marinos en las últimas sociedades cazadoras-recolectoras y los inicios de las comunidades agrícolas en el extremo occidental mediterráneo	276
9.3. <i>Patella</i> en la transición Mesolítico-Neolítico: explorando presiones naturales y antrópicas en la gestión de áreas litorales del sur peninsular	293
9.4. Evolución y trayectorias en las estrategias de gestión de recursos marinos en el mar de Alborán en el marco de los modelos explicativos de la neolitización en la península ibérica	302
CONCLUSIONES	307
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	310
ANEXOS	354
ANEXO 1 – Capítulo 2.....	355
ANEXO 2 – Capítulo 6. Biometría.....	357
La cueva de Nerja (Sala de la Mina).	357
El abrigo de Zacatín.	366
ANEXO 3 – Capítulo 7. Morfometría geométrica.....	368
Colección de referencia.	368
ANEXO 4 – Capítulo 8. Análisis secuencial de isótopos de Oxígeno y Carbono.....	378
La cueva de Nerja (Sala de la Mina).	378
El abrigo de Zacatín.	383

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

Capítulo 2

FIGURAS

Figura 2.1. Mapa de ubicación de yacimientos Mesolíticos y Neolíticos de la península ibérica (base del mapa realizado a partir de Bailey et al. 2020). Se incluye la información de la distancia del yacimiento a la costa en el momento de ocupación y extensión de la plataforma continental. Códigos de los yacimientos: 1. El Cierro; 2. Cuetu la Hoz; 3. Poza L'Egua; 4. Colomba; 5. El Alloru; 6. El Toral III; 7. La Llana; 8. Mazaculos II; 9. El Pindal; 10. El Toralete; 11. Las Barcenillas; 12. El Mazo; 13. La Garma A; 14. El Truchiro; 15. La Fragua; 16. Las Arenillas; 17. La Trecha; 18. La Chora; 19. Los Gitanos; 20. Pico Ramos; 21. Santimamiñe; 22. Kobaederra; 23. Marizulo; 24. J3; 25. La Cativera; 26. Solà del Pep; 27. El Collado; 28. Santa Maira; 29. Les Cendres; 30. Barranco das Quebradas; 31. Rocha das Gaviotas; 32. Toledo; 33. Amoreira; 34. Padrão I; 35. Vale Santo; 36. Retamar; 37. Campo de Hockey; 38. SET Parralejo; 39. La Esparragosa. Cronología de yacimientos: Mesolítico círculo amarillo, Neolítico cuadrado azul, ambas cronologías pentágono naranja..... 35

Figura 2.2. Fechas radiocarbónicas (BP) de todos los niveles estudiados por región (Cantábrico, Atlántico y Mediterráneo). La calibración se ha realizado con la curva IntCal 20 y OxCal versión 4.4.4 (Bronk Ramsey 2021). Las dataciones con mayor desviación se resaltan con bordes naranjas, mientras que los niveles arqueológicos de un mismo yacimiento se resaltan con un fondo de color. Las muestras marinas se han corregido con el correspondiente valor del efecto reservorio (costa cantábrica $\Delta R = -105 \pm 21$ (Soares et al. 2016), costa atlántica-portuguesa $\Delta R = 95 \pm 15$, sur de Algarve $\Delta R = 69 \pm 17$ y Golfo de Cádiz $\Delta R = -108 \pm 31$ (Soares 2015), y costa Mediterránea catalana $\Delta R = -42 \pm 30$ (Siani et al. 2000)) y calibrado con la curva Marina20 (Heaton et al. 2020)..... 37

Figura 2.3. Mapa de la representación de especies de moluscos explotados durante el Mesolítico y el Neolítico en la península ibérica. 55

Figura 2.4. Clúster basado en el índice de similitud de Simpson que analiza la diversidad de la recolección de moluscos en las distintas áreas geográficas estudiadas. El fondo gris claro corresponde al periodo neolítico y el gris oscuro al periodo mesolítico.....55

Figura 2.5. Diagrama de caja de barras del porcentaje de gasterópodos frente a bivalvos en yacimientos de costa e interior durante el Mesolítico y Neolítico en la Península Ibérica. Tipo de yacimientos: cueva: cuadrado azul, abrigos: círculo rosa y aire-libre: triángulo verde.....60

TABLAS

Tabla 2.1. Principales especies de moluscos marinos consumidos y su hábitat durante el Mesolítico y Neolítico en la Península Ibérica. Para el hábitat seguimos la clasificación propuesta por la Unión Europea: 1110: Bancos de arena que están cubiertos ligeramente por agua de mar todo el tiempo; 1130: Esteros; 1150: Lagunas costeras; 1160: Grandes ensenadas y bahías poco profundas; 1170: Arrecifes (fuente http://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/marine/index_en.htm).....39

Tabla 2.2. Porcentajes de los géneros de moluscos marinos comestibles documentados en yacimientos del Holoceno inicial de la región Cantábrica. Código de yacimientos: 1. El Cierro (B), 2. Cueto de Hoz, 3. Poza L'Egua, 4. Colomba, 5. El Alloru, 6. El Toral III (13A), 7. El Toral III (21), 8. La Llana, 9. Mazaculos II (A3), 10. El Pindal (2), 11. El Toralete, 12. Barcenillas (5), 13. El Mazo (114), 14. El Mazo (115), 15. La Garma A (Q), 16. El Truchiro, 17. La Fragua (1), 18. Las Arenillas, 19. La Chora, 20. La Trecha, 21. Marizulo (II), 22. J3 (D), 48. Mazaculos II (A2), 49. Los Gitanos (A4), 50. Los Gitanos (A3), 51. Los Gitanos (A2), 52. Pico Ramos (4), 53. Kobaederra (IV), 54. Kobaederra (III), 55. Kobaederra (II), 56. Santimamiñe (SIm).....43

Tabla 2.3. Porcentajes de las especies de moluscos marinos comestibles documentados en yacimientos del Holoceno inicial de la vertiente Atlántica, la costa portuguesa. Código de yacimientos: 30: Barranco das Quebradas 5, 31 Barranco das Quebradas 4, 32: Barranco das Quebradas 3 (c1 higher), 33: Barranco das Quebradas 3 (c1 lower), 34: Barranco das Quebradas 1 (c3), 35: Barranco das Quebradas 1 (c1-2), 36. Rocha das Gaviotas (2c lower), 37. Rocha das Gaviotas (3), 38. Toledo (B) 39. Amoreira (B), 57. Padrao I (C2), 58. Rochas das Gaviotas (2c higher), 59. Vale Santo.....47

Tabla 2.4. Porcentajes de las especies de moluscos marinos comestibles documentados en yacimientos del Holoceno inicial de la costa del Golfo de Cádiz. Códigos de yacimientos: 44. Retamar, 45. Campo de Hockey, 46. SET Parralejos, 47. La Esparragosa.....49

Tabla 2.5. Porcentajes de las especies de moluscos marinos comestibles documentados en yacimientos del Holoceno inicial de la costa Mediterránea. Código de yacimientos: 23. La Cativera (A), 24. La Cativera (B), 25. Solà del Pep, 26. El Collado (IV), 27. El Collado (II), 28. El Collado (I), 29. Santa Maira (3).....50

Tabla 2.6. Datos paleoecológicos de los niveles arqueológicos del Mesolítico y Neolítico seleccionados por áreas geográficas (A=costa cantábrica, B=costa portuguesa, C=Golfo de Cádiz, D=costa Mediterránea). NMI=Número Mínimo de Individuos, S=número de especies, D=índice de Simpson, 1/D=índice inverso del índice de Simpson, H'=índice de Shannon-Weiner, J=equidad de Pielou, qD=número efectivo de especies y matriz de afinidad faunística basada en el índice de similitud de Simpson que compara el conjunto de cada área geográfica.....55

Capítulo 3

FIGURAS

Figura 3.1. Mapa de localización donde se señala la ubicación de la cueva de Nerja en el Mar de Alboran y aspecto de la costa próxima a Maro en la actualidad.....65

Figura 3.2. Plano general de la Cueva de Nerja con la localización de las diferentes salas donde se han llevado a cabo intervenciones arqueológicas (Jordá Pardo y Aura Tortosa, 2008).....67

Figura 3.3. Secuencia estratigráfica de la Sala de la Mina de la cueva de Nerja.....69

Figura 3.4. Cueva de Nerja, Sala de la Mina. Modelización bayesiana de las fechas radiocarbónicas con el programa OxCal (versión 4.4) (Bronk Ramsey 2021).....	71
Figura 3.5. Cerámicas procedentes de la Sala de la Mina (NM-5) (García Borja et al. 2014).....	73
Figura 3.6. Nerja-Sala de la Mina. Conchero documentado en NM14.....	74
Figura 3.7. Sala de la Mina de la cueva de Nerja. Muestreo de <i>Patella caerulea</i> en los niveles de la secuencia para realizar análisis isotópicos.....	77
Figura 3.8. Mapas donde se señala, de forma detallada, la ubicación del abrigo de Zacatín (península ibérica, Mar de Alborán y ensenada de Zacatín) (Martínez Sánchez et al. 2024)...	78
Figura 3.9. Abrigo de Zacatín. A. Vista del abrigo antes de ser intervenidas arqueológicamente las diferentes áreas señaladas. B. Sección esquemática de los diferentes sectores intervenidos (en rojo). C. Dibujo de la estratigrafía de los sectores 1, 2 y 3, después de su intervención arqueológica. D. Dibujo de la estratigrafía del sector 5, después de su limpieza. Dibujo de la estratigrafía del sector N, después de la intervención arqueológica. F. Estratigrafía del Sector 5W antes de ser intervenido. Además de la estratigrafía, las fases 1, 2, 3 y 4 están marcadas en verde, rojo, naranja y azul, respectivamente (Martínez Sánchez et al. 2024).....	81
Figura 3.10. Abrigo de Zacatín. Modelización bayesiana de las fechas radiocarbónicas con el programa OxCal (versión 4.4) (Bronk Ramsey, 2021) (Martínez Sánchez et al. 2024).....	85
Figura 3.11. Cerámicas procedentes del abrigo de Zacatín. 1 y 2. Recipientes con asas horizontales (UE 309 y UE 5.5). 3. Recipiente decorado con cordones (UE 5W2). 4. Fragmento de cuello de vasija (UE 5.2), 5 y 7. Fragmentos con decoración a peine (sin contexto). 6. Fragmento con decoración cardinal (sin contexto) (Martínez Sánchez et al. 2024).....	88
Figura 3.12. Industria lítica procedente del abrigo de Zacatín (Fases 1 a 4). 1. Microlito (trapecio) con filo transversal. 2. Laminita y detalle indicando la utilización de la percusión indirecta. 3 Laminita obtenida mediante presión, con indicios de termoalteración (Martínez Sánchez et al. 2024).....	88

TABLAS

Tabla 3.1. Dataciones radiocarbónicas de la Sala de la Mina de la cueva de Nerja.....	70
Tabla 3.2. Abrigo de Zacatín. Diagrama de las diferentes UUEE por fases y cronologías (Martínez Sánchez, informe inédito).....	85
Tabla 3.3. Abrigo de Zacatín. Resultados de las dataciones radiocarbónicas obtenidas en el laboratorio Beta Analytic. La calibración de dichas fechas ha sido realizada con el programa OxCal (versión 4.4) (Bronk Ramsey 2021) teniendo en cuenta la curva atmosférica IntCal20 (Reimer et al. 2020). (Martínez Sánchez et al. 2024).....	85

Capítulo 4

FIGURAS

- Figura 4.1. Ejemplares de la especie *Patella caerulea* Linnaeus, 1758 (Hardy 2005).....92
- Figura 4.2. Ejemplares de la especie *Patella rustica* Linnaeus, 1758 (Gofas et al. 2011).....93
- Figura 4.3. Ejemplares de la especie *Patella ulyssiponensis* Linnaeus, 1758 (Hardy 2005, Gofas et al. 2011).....93
- Figura 4.4. Ejemplar de la especie *Patella ferruginea* Linnaeus, 1758 (Hardy 2005).....94
- Figura 4.5. Ejemplar de la especie *Cymbula safiana* Linnaeus, 1758 (Hardy, 2005).....95
- Figura 4.6. Ejemplar de la especie *Siphonarea pectinata* Linnaeus, 1758 (Hardy, 2005).....95
- Figura 4.7. Diferencias en la composición isotópica del oxígeno en el ciclo del agua en condiciones climáticas cálidas o frías (Martín y Muñoz-García 2015).....102
- Figura 4.8. Posición de los puntos de referencia sobre la superficie digitalizada de la concha de *Patella caerulea*. Los puntos rojos corresponden a los puntos de referencia principal; los verdes, a las referencias del perímetro; y los azules, a las referencias definidas matemáticamente.....109
- Figura 4.9. Localización de los acantilados próximos a la playa de Maro (Nerja, Málaga), lugar en el que hemos ejemplares de *Patella caerulea*. Se indica la zonación vertical.....111

Capítulo 5

FIGURAS

- Figura 5.1. 1. Porcentajes de los taxones de moluscos más abundantes procedentes de los niveles estudiados de Nerja-Mina. La categoría de *otros* engloba las especies <10% (ver Tabla 12). Se ha tenido en cuenta el NMI.....118
- Figura 5.2. Porcentajes de las distintas especies del género *Patella* (*P. caerulea*, *P. ulyssiponensis*, *P. rustica* y *P. ferruginea*) documentadas en los niveles de la Sala de la Mina de la cueva de Nerja. Se ha tenido en cuenta el NMI.....122
- Figura 5.3. Abundancia relativa (NMI) de los moluscos marinos procedentes de la Sala de la Mina de la cueva de Nerja.....126
- Figura 5.4. Los porcentajes de las distintas especies del género *Patella* por periodo, procedentes de la Sala de la Mina de la cueva de Nerja. Se ha tenido en cuenta el NMI.....127
- Figura 5.5. Porcentajes de los moluscos más escasos (<10% del NMI por nivel) por periodo procedentes de la Sala de la Mina de la cueva de Nerja. Se ha tenido en cuenta el NMI.....129
- Figura 5.6. Clúster, basado en el índice de similitud de Simpson, que relaciona la diversidad en la recolección de moluscos en los periodos documentados en la Sala de la Mina de la cueva de Nerja. El gráfico se ha realizado con el programa PAST 4.03. La gradación del fondo gris distingue los distintos periodos cronológicos.....134

Figura 5.7. Porcentajes del NMI de las especies de moluscos más abundantes de las tres fases estudiadas del Abrigo de Zacatín. La categoría de <i>otros</i> engloba los taxones con porcentajes <10% (ver Tabla 20) y <i>Mytilidae</i> , familia que aglutina los individuos del género <i>Mytilus</i> y la especie <i>Perna perna</i>	141
Figura 5.8. Variación por periodo de las familias (a) y los taxones (b) con mayor abundancia relativa (NMI) documentados en la secuencia del Abrigo de Zacatín.....	144
Figura 5.9. Porcentajes de gasterópodos con <1% del NMI documentados en la secuencia del Abrigo de Zacatín.....	146
Figura 5.10. Clúster, basado en el índice de similitud de Simpson, que relaciona la diversidad en la recolección de moluscos en los periodos documentados en la secuencia arqueológica del Abrigo de Zacatín. El gráfico se ha realizado con el programa PAST 4.03. La gradación del fondo gris distingue los distintos periodos cronológicos.....	149

TABLAS

Tabla 5.1. Número de restos de ejemplares de la familia <i>Patellidae</i> con alteraciones previas a la recolección y de tipo postdeposicional.....	114
Tabla 5.2. Abundancias relativas de moluscos marinos (NMI _m) proceden del estudio de Jordá-Pardo (1984-85) y los ejemplares de la familia <i>Patellidae</i> (NMI _p) estudiados en este estudio, procedentes de los distintos niveles estudiados de Nerja, Sala de la Mina.....	117
Tabla 5.3. Abundancia relativa (NMI) de las especies documentadas en los 16 niveles de Nerja (Sala de la Mina). La categoría de “ornamentales indeterminados” corresponde a conchas recogidas y utilizadas con fines ornamentales (Jordá-Pardo, 1985); sin que se indique su clasificación a nivel de especie.....	120
Tabla 5.4. Porcentajes del NMI de las distintas especies del género <i>Patella</i> (<i>P. caerulea</i> , <i>P. ulysiponensis</i> , <i>P. rustica</i> y <i>P. ferruginea</i>) documentadas en los niveles de la Sala de la Mina de la cueva de Nerja. Se ha tenido en cuenta el NM.....	123
Tabla 5.5. Ejemplares de la familia <i>Patellidae</i> documentadas en los niveles de la Sala de la Mina de la cueva de Nerja con alteraciones antrópicas producidas durante la gestión del recurso del yacimiento de Nerja. Se ha considerado el NR.....	124
Tabla 5.6. Índices de diversidad de especies por nivel en la Sala de la Mina de la cueva de Nerja. El NMI corresponde a todos los invertebrados marinos.....	131
Tabla 5.7. Índices de diversidad de especies por periodo en la secuencia arqueológica de la Sala de la Mina de la cueva de Nerja. El NMI corresponde a todos los invertebrados marinos.....	133
Tabla 5.8. El número de restos (NR) de las dos especies de equinoideos estudiados por Villalba et al. (2007) de los 16 niveles de la Sala de la Mina de la cueva de Nerja.....	135
Tabla 5.9. El NMI de balanos de los niveles del Paleolítico superior final de la Sala de la Mina de la cueva de Nerja (Álvarez-Fernández et al. 2014).....	135

Tabla 5.10. Abundancias y densidad de restos de los moluscos de las distintas fases documentadas en el Abrigo de Zacatín. El NMI _p corresponde únicamente a los ejemplares de la familia <i>Patellidae</i>	137
Tabla 5.11. Número de restos (NR) y abundancia relativa (NMI) de las especies de moluscos marinos documentadas en las tres fases del Abrigo de Zacatín.....	138
Tabla 5.12. Número de restos de invertebrados marinos con alteraciones tafonómicas previas a su recolección y postdeposicionales documentados en la secuencia del Abrigo de Zacatín.....	139
Tabla 5.13. NR con alteraciones antrópicas producidas durante la gestión del recurso documentados en las tres fases del Abrigo de Zacatín.....	142
Tabla 5.14. Índices de diversidad de taxones en las tres fases documentadas en el abrigo de Zacatín.....	147

Capítulo 6

FIGURAS

Figura 6.1. Box-plot en el que se muestra la variación en la longitud máxima de la concha de la especie <i>Patella caerulea</i> en los 16 niveles arqueológicos del yacimiento de Nerja, Sala de la Mina.....	156
Figura 6.2. BoxPlot donde se muestra la variación en la anchura de la concha de la especie <i>Patella caerulea</i> en los 16 niveles arqueológicos del yacimiento de Nerja, Sala de la Mina.....	158
Figura 6.3. Box-Plot donde se señala la variación en la altura de la concha de la especie <i>Patella caerulea</i> en los 16 niveles arqueológicos del yacimiento de Nerja, Sala de la Mina.....	160
Figura 6.4. Box-Plot en el que se indica la variación en la longitud máxima de la concha de la especie <i>Patella ulyssiponensis</i> en los 16 niveles arqueológicos del yacimiento de Nerja, Sala de la Mina.....	162
Figura 6.5. Box-Plot en el que se indica la variación en la anchura de la concha de la especie <i>Patella ulyssiponensis</i> en los 16 niveles arqueológicos del yacimiento de Nerja, Sala de la Mina... ..	164
Figura 6.6. Box-Plot en el que se señala la variación en la altura de la concha de la especie <i>Patella ulyssiponensis</i> en los 16 niveles arqueológicos del yacimiento de Nerja, Sala de la Mina.....	166
Figura 6.7. Correlación entre la longitud máxima y la anchura de la concha de la especie <i>P. caerulea</i> de los 16 niveles de la cueva de Nerja (Sala de la Mina).....	167
Figura 6.8. Correlación entre la longitud máxima y la anchura de la concha de la especie <i>P. ulyssiponensis</i> de los 16 niveles de la cueva de Nerja (Sala de la Mina).....	168

Figura 6.9. Box-Plot en el que se indica la diferencia en la longitud máxima de la concha de la especie <i>Patella caerulea</i> en base a los periodos cronológicos documentados en la cueva de Nerja (Sala de la Mina).....	170
Figura 6.10. Box-Plot en el que se señala la diferencia en la longitud máxima de la concha de la especie <i>Patella caerulea</i> en base a los periodos cronológicos analizados en la cueva de Nerja (Sala de la Mina).....	171
Figura 6.11. Box-Plot en el que se señala la variación en la longitud máxima de la concha de la especie <i>Patella caerulea</i> en las tres fases del abrigo de Zacatín.....	173
Figura 6.12. Box-Plot en el que se indica una variación en la anchura de la concha de la especie <i>Patella caerulea</i> en las tres fases del abrigo de Zacatín.....	174
Figura 6.13. Box-Plot en el que se señala la variación en la altura de la concha de la especie <i>Patella caerulea</i> en las tres fases del abrigo de Zacatín.....	176
Figura 6.14. Box-Plot en el que se señala Variación en la longitud máxima de la concha de la especie <i>Patella ulyssiponensis</i> en las tres fases del abrigo de Zacatín.....	177
Figura 6.15. Box-Plot en el que se muestra la variación en la anchura de la concha de la especie <i>Patella ulyssiponensis</i> en las tres fases del abrigo de Zacatín.....	179
Figura 6.16. Box-Plot en el que se indica la variación en la altura de la concha de la especie <i>Patella ulyssiponensis</i> en las tres fases del abrigo de Zacatín.....	180
Figura 6.17. Box-Plot en el que se señala la variación en la longitud máxima de la concha de la especie <i>Patella rustica</i> en las tres fases del abrigo de Zacatín.....	182
Figura 6.18. Box-Plot en el que se indica la variación en la anchura de la concha de la especie <i>Patella rustica</i> en las tres fases del abrigo de Zacatín.....	183
Figura 6.19. Box-Plot donde se muestra la variación en la altura de la concha de la especie <i>Patella rustica</i> en las tres fases del abrigo de Zacatín.....	184
Figura 6.20. Correlación entre la longitud máxima y la anchura de la concha de la especie <i>P. caerulea</i> de las tres fases estudiadas del abrigo de de Zacatín.....	186
Figura 6.21. Correlación entre la longitud máxima y la anchura de la concha de la especie <i>P. ulyssiponensis</i> de las tres fases estudiadas del abrigo de Zacatín.....	187
Figura 6.22. Correlación entre la longitud máxima y la anchura de la concha de la especie <i>P. rustica</i> de las tres fases estudiadas del abrigo de Zacatín.....	188
Figura 6.23. Box-Plot en el que se muestra la diferencia en la longitud máxima de la concha de la especie <i>Patella caerulea</i> en base a los periodos cronológicos analizados en el abrigo de Zacatín.....	189
Figura 6.24. Box-Plot en el que se indica la diferencia en la longitud máxima de la concha de la especie <i>Patella ulyssiponensis</i> en base a los periodos cronológicos analizados en el abrigo de Zacatín.....	190

Figura 6.25. Box-Plot en el que se señala la diferencia en la longitud máxima de la concha de la especie *Patella rustica* en base a los periodos cronológicos analizados en el abrigo de Zacatín.....191

TABLAS

Tabla 6.1. Información estadística descriptiva de la longitud de la concha de ejemplares de la especie *Patella caerulea* procedentes de los 16 niveles arqueológicos del yacimiento de Nerja, Sala de la Mina.....155

Tabla 6.2. Información estadística descriptiva de la anchura de la concha de ejemplares de la especie *Patella caerulea* procedentes de los 16 niveles arqueológicos del yacimiento de Nerja, Sala de la Mina.....157

Tabla 6.3. Información estadística descriptiva de la altura de la concha de ejemplares de la especie *Patella caerulea* procedentes de los 16 niveles arqueológicos del yacimiento de Nerja, Sala de la Mina.....159

Tabla 6.4. Información estadística descriptiva de la longitud de la concha de ejemplares de la especie *Patella ulyssiponensis* procedentes de los 16 niveles arqueológicos del yacimiento de Nerja, Sala de la Mina.....161

Tabla 6.5. Información estadística descriptiva de la anchura de la concha de ejemplares de la especie *Patella ulyssiponensis* procedentes de los 16 niveles arqueológicos del yacimiento de Nerja, Sala de la Mina... ..163

Tabla 6.6. Información estadística descriptiva de la altura de la concha de ejemplares de la especie *Patella ulyssiponensis* procedentes de los 16 niveles arqueológicos del yacimiento de Nerja, Sala de la Mina.....165

Tabla 6.7. Información estadística descriptiva de la longitud de la concha de ejemplares de la especie *Patella caerulea* procedentes de las tres fases del abrigo de Zacatín.....172

Tabla 6.8. Información estadística descriptiva de la anchura de la concha de ejemplares de la especie *Patella caerulea* procedentes de las tres fases del abrigo de Zacatín.....174

Tabla 6.9. Información estadística descriptiva de la altura de la concha de ejemplares de la especie *Patella caerulea* procedentes de las tres fases del abrigo de Zacatín.....175

Tabla 6.10. Información estadística descriptiva de la longitud de la concha de ejemplares de la especie *Patella ulyssiponensis* procedentes de las tres fases del abrigo de Zacatín.....177

Tabla 6.11. Información estadística descriptiva de la anchura de la concha de ejemplares de la especie *Patella ulyssiponensis* procedentes de las tres fases del abrigo de Zacatín.....178

Tabla 6.12. Información estadística descriptiva de la altura de la concha de ejemplares de la especie *Patella ulyssiponensis* procedentes de las tres fases del abrigo de Zacatín.....180

Tabla 6.13. Información estadística descriptiva de la longitud de la concha de ejemplares de la especie *Patella rustica* procedentes de las tres fases del abrigo de Zacatín.....181

Tabla 6.14. Información estadística descriptiva de la anchura de la concha de ejemplares de la especie *Patella rustica* procedentes de las tres fases del abrigo de Zacatín.....182

Tabla 6.15. Información estadística descriptiva de la altura de la concha de ejemplares de la especie *Patella rustica* procedentes de las tres fases del abrigo de de Zacatín.....184

Capítulo 7

FIGURAS

Figura 7.1. Diferencia en la longitud máxima de las conchas de los ejemplares modernos de *Patella caerulea* recogidos en la zona del intermareal (superior e inferior).....196

Figura 7.2. Diferencia en la altura de las conchas de los ejemplares modernos de *Patella caerulea* recogidos en la zona del intermareal (superior e inferior).....197

Figura 7.3. Gráfico de los porcentajes de varianzas explicadas para la variación morfológica de los ejemplares actuales de la especie *Patella caerulea* recogidos en la Playa de Maro (Málaga).....199

Figura 7.4. Distribución de los ejemplares modernos de *Patella caerulea* de la zona superior e inferior del intermareal recogidos en la Playa de Maro (Málaga), en base a la variable morfológica los componentes PC1 (conicidad) y PC2 (posición del ápice).....201

Figura 7.5. Comparación de la variable de conicidad PC1 entre los ejemplares actuales de *Patella caerulea* de la zona superior y la zona inferior del intermareal recogidos en la Playa de Maro (Málaga).....203

Figura 7.6. Zona espacial de la concha de *Patella caerulea* que mayor variabilidad muestra en relación con la variable morfológica representada por PC1.....203

Figura 7.7. Variación en la longitud máxima de la concha de la especie *Patella caerulea* en los 16 niveles arqueológicos del yacimiento de Nerja, Sala de la Mina.....206

Figura 7.8. Diferencia en la longitud máxima de la concha de la especie *Patella caerulea* en base a los periodos cronológicos analizados en la cueva de Nerja, Sala de la Mina.....208

Figura 7.9. Variación en la altura de la concha de la especie *Patella caerulea* en los 16 niveles arqueológicos del yacimiento de Nerja, Sala de la Mina.....209

Figura 7.10. Diferencia en la altura de la concha de la especie *Patella caerulea* en base a los periodos cronológicos analizados en la cueva de Nerja, Sala de la Mina.....211

Figura 7.11. Zona espacial de la concha de *Patella caerulea* que mayor variabilidad muestra en relación con la variable morfológica representada por PC5.....213

Figura 7.12. Variación en la elongación del pie de la concha de la especie *Patella caerulea* en los 16 niveles arqueológicos procedentes de Nerja (Sala de la Mina).....216

Figura 7.13. Diferencia en la elongación del pie de la concha de la especie *Patella caerulea* en base a los periodos cronológicos analizados procedentes de Nerja (Sala de la Mina).....217

TABLAS

Tabla 7.1. Información estadística descriptiva de la longitud máxima de las conchas de los ejemplares actuales de <i>Patella caerulea</i> recogidos en la zona del intermareal (superior e inferior).....	195
Tabla 7.2. Información estadística descriptiva de la altura de las conchas de los ejemplares actuales de <i>Patella caerulea</i> recogidos en la zona del intermareal (superior e inferior).....	197
Tabla 7.3. Información estadístico descriptiva de PC1 en los ejemplares modernos de <i>Patella caerulea</i> el intermareal superior e inferior recogidos en la Playa de Maro (Málaga).....	200
Tabla 7.4. Información estadístico descriptiva de PC2 en los ejemplares actuales de <i>Patella caerulea</i> el intermareal superior e inferior recogidos en la Playa de Maro (Málaga).....	201
Tabla 7.5. Resultados del contraste de hipótesis y el <i>p</i> -valor para cada PC de los ejemplares actuales de <i>Patella caerulea</i> recogidos en la Playa de Maro (Málaga).....	202
Tabla 7.6. Información estadística descriptiva de la longitud de la concha de ejemplares de la especie <i>Patella caerulea</i> procedentes de los 16 niveles arqueológicos del yacimiento de Nerja, Sala de la Mina.....	205
Tabla 7.7. Información estadística descriptiva de la longitud máxima de la concha de ejemplares de la especie <i>Patella caerulea</i> procedentes de los periodos cronológicos estudiados del yacimiento de Nerja, Sala de la Mina.....	207
Tabla 7.8. Información estadística descriptiva de la altura de la concha de ejemplares de la especie <i>Patella caerulea</i> procedentes de los 16 niveles arqueológicos del yacimiento de Nerja, Sala de la Mina.....	208
Tabla 7.9. Información estadística descriptiva de la altura de la concha de ejemplares de la especie <i>Patella caerulea</i> procedentes de los periodos cronológicos estudiados del yacimiento de Nerja, Sala de la Mina.....	210
Tabla 7.10. Resultados del contraste de hipótesis y el <i>p</i> -valor para cada PC de los ejemplares arqueológicos de <i>Patella caerulea</i> procedentes de Nerja (Sala de la Mina).....	212
Tabla 7.11. Información estadístico descriptiva de PC5 en los ejemplares de <i>Patella caerulea</i> procedentes de los 16 niveles arqueológicos procedentes de Nerja (Sala de la Mina).....	214
Tabla 7.12. Información estadístico descriptiva de PC5 en los ejemplares de <i>Patella caerulea</i> procedentes de los 5 periodos cronológicos estudiados procedentes de Nerja (Sala de la Mina).....	215

Capítulo 8

FIGURAS

Figura 8.1. Perfiles de $\delta^{18}\text{O}_{\text{concha}}$ obtenidas del muestreo secuencial de la concha 40 de la especie <i>Patella caerulea</i> en NM16.....	220
Figura 8.2. Perfiles de $\delta^{18}\text{O}_{\text{concha}}$ obtenidas del muestreo secuencial de la concha 12 de la especie <i>Patella caerulea</i> en NM12.....	221

Figura 8.3. Perfiles de $\delta^{18}\text{O}_{\text{concha}}$ obtenidas del muestreo secuencial de la concha 22 de la especie <i>Patella caerulea</i> en NM7.....	222
Figura 8.4. Perfiles de $\delta^{18}\text{O}_{\text{concha}}$ obtenidas del muestreo secuencial de la concha 7 de la especie <i>Patella caerulea</i> en NM5.....	223
Figura 8.5. Distribución de los valores isotópicos de $\delta^{18}\text{O}_{\text{concha}}$ de la especie <i>Patella caerulea</i> de todas las conchas de los cuatro niveles estudiados en Nerja-Mina.....	224
Figura 8.6. Boxplot de la distribución de los valores isotópicos de $\delta^{18}\text{O}_{\text{concha}}$ de la especie <i>Patella caerulea</i> de todas las conchas de los cuatro niveles estudiados en Nerja-Mina.....	224
Figura 8.7. Perfiles de $\delta^{13}\text{C}_{\text{concha}}$ obtenidas del muestreo secuencial de la concha 40 de la especie <i>Patella caerulea</i> en NM16.....	226
Figura 8.8. Perfiles de $\delta^{13}\text{C}_{\text{concha}}$ obtenidas del muestreo secuencial de la concha 12 de la especie <i>Patella caerulea</i> en NM12.....	227
Figura 8.9. Perfiles de $\delta^{13}\text{C}_{\text{concha}}$ obtenidas del muestreo secuencial de la concha 22 de la especie <i>Patella caerulea</i> en NM7.....	228
Figura 8.10. Perfiles de $\delta^{13}\text{C}_{\text{concha}}$ obtenidas del muestreo secuencial de la concha 7 de la especie <i>Patella caerulea</i> en NM5.....	229
Figura 8.11. Boxplot de la distribución de los valores isotópicos de $\delta^{13}\text{C}_{\text{concha}}$ de la especie <i>Patella caerulea</i> de todas las conchas de los cuatro niveles estudiados de Nerja-Mina.....	230
Figura 8.12. Secuencias isotópicas de las muestras de borde de las conchas procedentes de NM16.....	234
Figura 8.13. Secuencias isotópicas de las muestras de borde de las conchas de <i>Patella caerulea</i> procedentes de NM12.....	237
Figura 8.14. Secuencias isotópicas de las muestras de borde de las conchas de <i>Patella caerulea</i> procedentes de NM7.....	240
Figura 8.15. Secuencias isotópicas de las muestras de borde de las conchas procedentes del nivel NM5 de Nerja-Mina.....	243
Figura 8.16. Gráfico de la estación de captura de <i>Patella caerulea</i> en los cuatro niveles de Nerja-Mina.....	244
Figura 8.17. Diferencia en la estación de adquisición de la especie <i>Patella caerulea</i> en base a los periodos cronológicos analizados en el abrigo de Zacatín.....	245
Figura 8.18. Perfiles de $\delta^{18}\text{O}_{\text{concha}}$ obtenidas del muestreo secuencial de la concha 30 de la especie <i>Patella caerulea</i> de la fase 1 de Zacatín.....	247
Figura 8.19. Perfiles de $\delta^{18}\text{O}_{\text{concha}}$ obtenidas del muestreo secuencial de la concha 12 de la especie <i>Patella caerulea</i> de la fase 2 de Zacatín.....	248
Figura 8.20. Perfiles de $\delta^{18}\text{O}_{\text{concha}}$ obtenidas del muestreo secuencial de la concha 1 de la especie <i>Patella caerulea</i> de la fase 3 de Zacatín.....	249

Figura 8.21. Boxplot de la distribución de los valores isotópicos de $\delta^{13}\text{C}_{\text{concha}}$ de la especie <i>Patella caerulea</i> de todas las conchas de las tres fases estudiadas en Zacatín.....	250
Figura 8.22. Perfiles de $\delta^{13}\text{C}_{\text{concha}}$ obtenidas del muestreo secuencial de la concha 30 de la especie <i>Patella caerulea</i> en la fase 1 de Zacatín.....	251
Figura 8.23. Perfiles de $\delta^{13}\text{C}_{\text{concha}}$ obtenidas del muestreo secuencial de la concha 12 de la especie <i>Patella caerulea</i> en la fase 2 de Zacatín... ..	252
Figura 8.24. Perfiles de $\delta^{13}\text{C}_{\text{concha}}$ obtenidas del muestreo secuencial de la concha 1 de la especie <i>Patella caerulea</i> en la fase 3 de Zacatín.... ..	253
Figura 8.25. Boxplot de la distribución de los valores isotópicos de $\delta^{13}\text{C}_{\text{concha}}$ de la especie <i>Patella caerulea</i> de todas las conchas de las tres fases estudiadas en Zacatín.....	254
Figura 8.26. Secuencias isotópicas de las muestras de borde de las conchas procedentes de la fase 1 de Zacatín.....	258
Figura 8.27. Secuencias isotópicas de las muestras de borde de las conchas procedentes de la fase 2 de Zacatín.....	261
Figura 8.28. Secuencias isotópicas de las muestras de borde de las conchas procedentes de la fase 3 de Zacatín.....	264
Figura 8.29. Gráfico de la estación de captura de <i>Patella caerulea</i> en las tres fases de Zacatín.....	265
Figura 8.30. Diferencia en la estación de adquisición de la especie <i>Patella caerulea</i> en base a los periodos cronológicos analizados en el abrigo de Zacatín.....	266
Figura 8.31. Gráfico de porcentajes de la estación de captura de <i>Patella caerulea</i> durante el Paleolítico superior final en Nerja-Mina.....	267
Figura 8.32. Gráfico de porcentajes de la estación de captura de <i>Patella caerulea</i> durante el Mesolítico en Nerja-Mina y Zacatín.....	268
Figura 8.33. Gráfico de porcentajes de la estación de captura de <i>Patella caerulea</i> durante el Neolítico antiguo en Nerja-Mina y Zacatín.....	268
Figura 8.34. Gráfico de porcentajes de la estación de captura de <i>Patella caerulea</i> durante el Neolítico antiguo final en Nerja-Mina y Zacatín.....	269

TABLAS

Tabla 8.1. Información estadística de los valores isotópicos de oxígeno de la muestra total y secuencial de <i>Patella caerulea</i> de NM16.....	219
Tabla 8.2. Información estadística de los valores isotópicos de oxígeno de la muestra total y secuencial de <i>Patella caerulea</i> de NM12.....	220
Tabla 8.3. Información estadística de los valores isotópicos de oxígeno de la muestra total y secuencial de <i>Patella caerulea</i> de NM7.....	221

Tabla 8.4. Información estadística de los valores isotópicos de oxígeno de la muestra total y secuencial de <i>Patella caerulea</i> de NM5.....	224
Tabla 8.5. Resultados de los valores isotópicos ($\delta^{18}\text{O}$) del borde de la concha de los ejemplares de <i>Patella caerulea</i> analizados de NM16 y la estimación de la estación del valor isotópico.....	232
Tabla 8.6. Resultados de los valores isotópicos ($\delta^{18}\text{O}$) del borde de la concha de los ejemplares analizados de <i>Patella caerulea</i> de NM12 y la estimación de la estación del valor isotópico.....	235
Tabla 8.7. Resultados de los valores isotópicos ($\delta^{18}\text{O}$) del borde de la concha de los ejemplares analizados de <i>Patella caerulea</i> de NM7 y la estimación de la estación del valor isotópico.....	238
Tabla 8.8. Resultados de los valores isotópicos ($\delta^{18}\text{O}$) del borde de la concha de los ejemplares analizados de <i>Patella caerulea</i> de NM5 y la estimación de la estación del valor isotópico.....	241
Tabla. 8.9. Información estadística de los valores isotópicos de oxígeno, tanto de la muestra total como la secuencial, de <i>Patella caerulea</i> de la fase 1 de Zacatín.....	246
Tabla. 8.10. Información estadística de los valores isotópicos de oxígeno, tanto de la muestra total como la secuencial, de <i>Patella caerulea</i> de la fase 2 de Zacatín.....	247
Tabla. 8.11. Información estadística de los valores isotópicos de oxígeno, tanto de la muestra total como la secuencial, de <i>Patella caerulea</i> de la fase 3 del Abrigo de Zacatín.....	248
Tabla 8.12. Resultados de los valores isotópicos ($\delta^{18}\text{O}$) del borde de la concha de los ejemplares de <i>Patella caerulea</i> analizados en la fase 1 de Zacatín y la estimación de la estación del valor isotópico.....	256
Tabla 8.13. Resultados de los valores isotópicos ($\delta^{18}\text{O}$) del borde de la concha de los ejemplares de <i>Patella caerulea</i> analizados en la fase 2 de Zacatín y la estimación de la estación del valor isotópico.....	259
Tabla 8.14. Resultados de los valores isotópicos ($\delta^{18}\text{O}$) del borde de la concha de los ejemplares de <i>Patella caerulea</i> analizados en la fase 3 de Zacatín y la estimación de la estación del valor isotópico.....	262

ANEXOS

Anexo 1. Capítulo 2. Tabla de listado de yacimientos de la región Cantábrica, Atlántica y Mediterránea.

Anexo 2. Capítulo 6. Tablas de la estadística descriptiva de biometría.

Anexo 3. Capítulo 7. Referenciales de morfometría.

Anexo 4. Capítulo 8. Análisis isotópico de oxígeno y carbono

RESUM

Entendre la transició econòmica a les societats prehistòriques és essencial per desenvolupar marcs explicatius precisos. Durant l'Holocè inicial, l'adopció de pràctiques agropecuàries va marcar un canvi significatiu en el mode de vida de les societats prehistòriques, influint en els patrons d'assentament, tecnologia i dinàmiques socials i ideològiques. A la península Ibèrica, es debaten diversos models explicatius, com els migracionistes i els indigenistes, que interpreten de manera diferent l'assimilació de les societats caçadores-recol·lectores al model econòmic agropecuari. En aquest marc, en aquesta tesi doctoral, és destaca la importància dels recursos marins, especialment a la regió del mar d'Alborán, desafiant la dicotomia entre societats caçadores-recol·lectores i agropecuàries. Els objectius específics pretenen generar nou coneixement sobre la transició Mesolític-Neolític a la costa Mediterrània del sud de la península Ibèrica. Per això, s'ha investigat l'impacte de l'adopció d'animals domèstics en les estratègies de recol·lecció de recursos marins, avaluant si aquesta introducció va generar canvis significatius en les pràctiques d'explotació del litoral. De manera més concreta, s'han caracteritzat les estratègies i criteris de recol·lecció de mol·luscs entre el paleolític superior i el neolític antic final, considerant variables com l'estacionalitat de recol·lecció i la zona de captura. A més, s'han contrastat les pressions ambientals i antròpiques en les característiques físiques de les conquilles, explorant la morfometria geomètrica com a eina per inferir les condicions ecològiques de les àrees de captura. Aquests aspectes han permès aportar una visió integral, detallada i novedosa de les estratègies de subsistència i la gestió dels recursos marins en aquest període històric. L'estudi s'ha centrat en els jaciments de la Cueva de Nerja (sala de la Mina) i l'abrigo de Zacatín, tots dos localitzats al mar d'Alborán, al sud-est de la península Ibèrica i que cobreixen un interval temporal entre ca. 15.100 i 6700 cal BP (ca 12.500 i 4.700 cal BC). Aquesta avaluació s'ha dut a terme a partir de l'anàlisi de la variabilitat taxonòmica a nivell diacrònic, els anàlisis biomètrics, morfomètrics i els anàlisis d'isòtops estables. Els resultats obtinguts amb la investigació documenten canvis significatius en la gestió de mol·luscs als jaciments estudiats, indicant diferències entre els períodes Mesolític i Neolític en les pràctiques de recol·lecció. S'observen variacions temporals en l'abundància relativa i diversitat d'espècies explotades, amb una estratègia de gestió més diversificada al Mesolític i més especialitzada al Neolític. Aquests canvis es vinculen a condicions ambientals específiques durant l'Holocè i a la influència potencial de l'adopció d'animals domèsticats al Neolític. L'estacionalitat en la recol·lecció de *Patella caerulea* mostra canvis significatius entre el Paleolític superior final i el Neolític, amb una recol·lecció més estacional en aquest últim període. Els anàlisis morfomètrics mostren canvis en la talla i la forma de les conquilles, suggerint influències ambientals, com el canvi climàtic, i antropogèniques, com la pressió de recol·lecció. La morfometria geomètrica indica una estratègia de recol·lecció més planificada i mòbil al Neolític. Les conclusions s'han elaborat tenint en compte el context de la neolitització a la Península Ibèrica, destacant la complexitat de la transició de poblacions caçadores-recol·lectores a comunitats agrícoles. Es proposa que, malgrat l'adopció de modes de vida sedentaris, l'explotació de recursos marins persisteix com a pràctica habitual i complementària. Els jaciments de Nerja i Zacatín han proporcionat una visió detallada de les dinàmiques d'explotació de recursos marins, destacant la continuïtat i adaptabilitat de les comunitats en medis litorals al llarg del temps.

PARAULES CLAU: Mesolític, Neolític, mar d'Alborán, Cueva de Nerja, Abrigo de Zacatín, recursos marins, isòtops estables, morfometria geomètrica.

RESUMEN

Comprender la transición económica en las sociedades prehistóricas es esencial para desarrollar marcos explicativos precisos. Durante el Holoceno temprano, la adopción de prácticas agro-ganaderas marcó un cambio significativo en el modo de vida de las sociedades prehistóricas, influyendo en patrones de asentamiento, tecnología y dinámicas sociales e ideológicas. En la península ibérica, se debaten diversos modelos explicativos, como los migracionistas y los indigenistas, que interpretan de manera diferente la asimilación de las sociedades cazadoras-recolectoras al modelo económico agropecuario. En este marco, en esta tesis doctoral se destaca la importancia de los recursos marinos, especialmente en la región del mar de Alborán, desafiando la dicotomía entre sociedades cazadoras-recolectoras y agropastoriles. Los objetivos específicos pretenden generar nuevo conocimiento sobre la transición Mesolítico-Neolítico en la costa Mediterránea del sur de la península ibérica. Para esto, se ha investigado el impacto de la adopción de animales domesticados en las estrategias de recolección de recursos marinos, evaluando si esta introducción generó cambios significativos en las prácticas de explotación del litoral. De manera más concreta, se han caracterizado las estrategias y criterios de recolección de moluscos entre el Paleolítico superior y el Neolítico antiguo final, considerando variables como la estacionalidad de recolección y la zona de captura. Además, se han contrastado las presiones ambientales y antrópicas en las características físicas de las conchas de gasterópodos del género *Patella*, explorando la morfometría geométrica como herramienta para inferir las condiciones ecológicas de las áreas de captura. Estos aspectos han permitido aportar una visión integral, detallada y novedosa de las estrategias de subsistencia y la gestión de los recursos marinos en este periodo histórico. El estudio se ha centrado en los yacimientos de Cueva de Nerja (sala de la Mina) y el abrigo de Zacatín, ambos localizados en el mar de Alborán (extremo oeste del Mediterráneo), en el sureste de la península ibérica y que cubren un intervalo temporal entre ca. 15.100 y 6700 cal BP (ca 12.500 y 4.700 cal BC). Esta evaluación se ha llevado a cabo a partir del análisis de la variabilidad taxonómica a nivel diacrónico, los análisis biométricos, morfométricos y los análisis de isótopos estables. Los resultados obtenidos con la investigación documentan cambios significativos en la gestión de moluscos en los yacimientos estudiados, indicando diferencias entre los períodos Mesolítico y Neolítico en las prácticas de recolección. Se observan variaciones temporales en la abundancia relativa y diversidad de especies explotadas, con una estrategia de gestión más diversificada en el Mesolítico y más especializada en el Neolítico. Estos cambios se vinculan a condiciones ambientales específicas durante el Holoceno y a la influencia potencial de la adopción de animales domesticados en el Neolítico. La estacionalidad en la recolección de *Patella caerulea* muestra cambios significativos entre el Paleolítico superior final y el Neolítico, con una recolección más estacional en este último periodo. Los análisis morfométricos muestran cambios en el tamaño y la forma de las conchas, sugiriendo influencias ambientales, como el cambio climático, y antropogénicas, como la presión y selección de áreas de recolección. La morfometría geométrica indica una estrategia de recolección más planificada y móvil en el Neolítico. Las conclusiones se han elaborado teniendo en cuenta el contexto de la neolitización en la península ibérica, destacando la complejidad de la transición de poblaciones cazadoras-recolectoras a comunidades agrícolas. Se propone que, a pesar de la adopción de modos de vida sedentarios, la explotación de recursos marinos persiste como práctica habitual y complementaria. Los yacimientos de Nerja y Zacatín han proporcionado una visión detallada de las dinámicas de explotación de recursos marinos, resaltando la continuidad y adaptabilidad de las comunidades a lo largo del tiempo.

PALABRAS CLAVE: Mesolítico, Neolítico, mar de Alborán, Cueva de Nerja, Abrigo de Zacatín, recursos marinos, isótopos estables, morfometría geométrica

ABSTRACT

Understanding the economic transition in prehistoric societies is essential for developing precise explanatory frameworks. During the early Holocene, the adoption of agro-pastoral practices marked a significant change in the lifestyle of prehistoric societies, influencing settlement patterns, technology, and social and ideological dynamics. In the Iberian Peninsula, various explanatory models are debated, such as migrationists and indigenists, interpreting differently the assimilation of hunter-gatherer societies into the agro-pastoral economic model. In this context, this doctoral thesis emphasizes the importance of marine resources, especially in the Alboran Sea region, challenging the dichotomy between hunter-gatherer and agro-pastoral societies. The specific objectives aim to generate new knowledge about the Mesolithic-Neolithic transition in the Mediterranean coast of southern Iberia. To achieve this, the impact of adopting domesticated animals on marine resource collection strategies has been investigated, evaluating whether this introduction led to significant changes in coastal exploitation practices. More specifically, strategies and criteria for collecting shellfish have been characterized from the Upper Paleolithic to the late early Neolithic, considering variables such as seasonality and capture zone. Additionally, environmental and anthropogenic pressures on the physical characteristics of shells have been contrasted, exploring geometric morphometrics as a tool to infer ecological conditions in capture areas. These aspects have provided a comprehensive, detailed, and novel insight into subsistence strategies and marine resource management in this historical period. The study has focused on the Cueva de Nerja and the Zacatín shelter, both located in the Alboran Sea, in the southeast of the Iberian Peninsula, covering a time span between approximately 15,100 and 6700 cal BP (around 12,500 and 4,700 cal BC). This evaluation has been carried out based on the analysis of taxonomic variability at a diachronic level, biometric and morphometric analyses, and stable isotope analyses. The results obtained from the research document significant changes in shellfish management in the studied sites, indicating differences between the Mesolithic and Neolithic periods in collection practices. Temporal variations in the relative abundance and diversity of exploited species are observed, with a more diversified management strategy in the Mesolithic and a more specialized one in the Neolithic. These changes are linked to specific environmental conditions during the Holocene and the potential influence of adopting domesticated animals in the Neolithic. Seasonality in the collection of *Patella caerulea* shows significant changes between the final Upper Paleolithic and the Neolithic, with more seasonal collection in the latter period. Biometric analyses show changes in the size and shape of shells, suggesting environmental influences, such as climate change, and anthropogenic factors, such as collection pressure. Geometric morphometrics indicate a more planned and mobile collection strategy in the Neolithic. The conclusions have been drawn considering the context of Neolithization in the Iberian Peninsula, highlighting the complexity of the transition from hunter-gatherer populations to agricultural communities. It is proposed that, despite the adoption of sedentary lifestyles, the exploitation of marine resources persists as a common and complementary practice. The Nerja and Zacatín sites have provided a detailed view of the dynamics of marine resource exploitation, emphasizing the continuity and adaptability of communities over time.

KEYWORDS: Mesolithic, Neolithic, Alboran Sea, Cueva de Nerja, Zacatín Shelter, marine resources, stable isotopes, geometric morphometrics.

Capítulo 1. Introducción

Comprender la riqueza y complejidad de las prácticas de subsistencia es fundamental para elaborar con precisión los marcos explicativos de cambio de modelo económico en las sociedades del pasado.

Durante el Holoceno inicial se asiste a uno de los cambios más relevantes en el modo de vida de las sociedades prehistóricas con la adopción de las prácticas agro-ganaderas. Los nuevos sistemas de producción modifican el modo de vida en diversos aspectos tales como los patrones de asentamiento, la tecnología y los procesos de trabajo, manifestándose también cambios en el ámbito social e ideológico. Por lo que se refiere a la península ibérica, en particular, se han propuesto diversos modelos explicativos para explicar dichos cambios desde diversas posturas teóricas. Entre los más debatidos actualmente estarían los migracionistas (Zilhão 1993, Bernabeu 1996, Bernabeu et al. 2009) y los indigenistas (Vicent 1990, Cruz-Berrocal 2012, González-Morales et al. 2004, Cubas et al. 2016). Las primeras posturas tienden a otorgar un papel pasivo a las sociedades cazadoras-recolectoras en el proceso de asimilación del modelo económico de las sociedades agropecuarias, mediante la aculturación de las sociedades autóctonas (Guilaine y Manen 2007, Bernabeu et al. 2009) o exclusión por no adoptar dicho modelo económico (Jover y Garcia-Atienzar 2015). Las segundas posturas, en cambio, consideran que la adopción del nuevo modelo económico se desarrolló de manera activa por parte de las sociedades cazadoras-recolectoras, mediante movimiento de población y de información, a través de redes mesolíticas pre-existentes (Alday-Ruiz 2009, Arias 2007). Estos últimos modelos, a diferencia de los difusionistas, otorgan a las sociedades cazadoras-recolectoras capacidad de transformación en sí mismas (Berrocal y García 2007) y las consideran responsables del cambio en las regiones menos favorables, ecológicamente hablando, para el desarrollo de las nuevas prácticas económicas (Arias 2007, Fano et al. 2015). Por último, cabe mencionar también las posturas integracionistas (Rojo-Guerra et al. 2008, García Martínez de Lagrán 2012) en el marco de las cuales se presentan diversos escenarios en los que pudieron interactuar las sociedades agro-pastoriles y las cazadoras-recolectoras, planteando distintas trayectorias en la adopción del modelo económico agrícola y ganadero.

La mayoría de estas hipótesis explicativas sobre el origen del Neolítico se centran en el papel que jugaron los recursos domésticos, siendo pocos los que integran los recursos marinos en la explicación de las dinámicas de cambio. En esta línea, los trabajos elaborados en la región cantábrica, donde se observa una continuidad ininterrumpida en la explotación de recursos

marinos desde el Mesolítico a comienzos de la Edad de Bronce (Álvarez-Ferández 2015), consideran la existencia de una continuidad entre las sociedades cazadoras-recolectoras y las agrícolas y ganaderas (Alday-Ruiz 2009, Cava 1990, Arias 1991), en el marco de un proceso que sucede a un ritmo heterogéneo (Zapata 1996, Cubas y Fano 2011).

Por lo tanto, la continuidad en las actividades como la caza de animales salvajes, la recolección de plantas salvajes y de los recursos marinos junto con la adopción de especies domésticas (Cubas et al. 2016, Aura-Tortosa et al. 2013), cuestionan en parte la dicotomía comúnmente establecida entre sociedades cazadoras-recolectoras y agropastoriles (Whitehouse et al. 2014, Castro et al. 2003). Se trata de procesos de trabajo y de modalidades de explotación de los recursos naturales que en muchas ocasiones implican criterios de selección y mecanismos de presión sobre los recursos que no difieren excesivamente de los seguidos o implementados durante las primeras experiencias agrícola y ganaderas. En consecuencia, es fundamental comprender el papel que pudieron tener las diversas estrategias de gestión de los recursos marinos y de las plantas en la adopción del modelo económico agrícola y ganadero. La búsqueda, la selección y la estacionalidad en la adquisición de estos recursos alimentarios son factores importantes en la determinación de las estrategias de subsistencia de grupos humanos.

Los moluscos marinos, en particular, presentan unas características distintas a los vertebrados terrestres. Por un lado, el marisco constituye una fuente pobre de calorías en proporción al aporte de los mamíferos terrestres (Osborn 1977, Cohen 1977, Gamble 1986). En cambio, proporcionan carbohidratos adicionales, proteínas, vitaminas D y E, y minerales como el calcio, hierro y yodo esenciales para lograr una salud óptima, que no es posible conseguir con un único alimento o un mismo grupo de alimentos (Hockett y Haw, 2003, Erlandson 1988). Aun así, en los estudios sobre las estrategias de subsistencia se ha primado la cantidad de retorno calórico en detrimento de la variedad en la dieta. Además, autoras como Ch. Claassen (1998) han remarcado que el hecho de que la recolección de moluscos sea un trabajo desempeñado principalmente por mujeres, ha contribuido a marginar la importancia de estas prácticas en la esfera económica de las sociedades humanas. Además, se trata de invertebrados que viven en grandes agrupaciones sésiles, en áreas de fácil acceso, en la mayoría de los casos, y no se requiere de instrumentos especializados o complejos para recolectarlos (Erlandson 2001). Al igual que los vertebrados terrestres, los moluscos marinos deben ser procesados antes de ser consumidos. Este proceso se puede realizar tanto en el lugar donde se ha recogido el alimento como en el yacimiento. La decisión del lugar de procesado se vincula a la proporción de la carne frente al tamaño de la concha (Coddling et al. 2014), lo que puede provocar una ausencia

de las especies de más talla en el registro arqueológico. Una vez se desechan las conchas, estas experimentan una serie de alteraciones después del enterramiento (Fernández López 2000). En este caso, al contrario que los huesos, las conchas se conservan en buenas condiciones en suelos alcalinos dado que están compuestas de carbonato cálcico y solo les afectan los suelos extremadamente ácidos (Sease 1994, Martín-Oval et al. 1996). En consecuencia, se dispone de cantidades suficientes para realizar estudios comparativos de forma fiable, es decir, mediante pruebas estadísticas (Campbell 2008).

El consumo de recursos marinos y su importancia para la subsistencia de las últimas sociedades cazadoras-recolectoras y primeras sociedades agrícolas-ganaderas de la península ibérica ha sido precisamente un tema objeto de debate en arqueología en las dos últimas décadas. Se considera que los recursos marinos son un alimento importante entre las últimas sociedades cazadoras-recolectoras (Stiner 2002, Aura-Tortosa et al. 2009), en base a la presencia de abundantes restos arqueomalacológicos en yacimientos mesolíticos, principalmente en la región cantábrica y portuguesa (González-Morales et al. 2004, Bicho et al. 2010, Gutiérrez-Zugasti 2009; Araújo et al. 2014) y, en menor medida, en la región Mediterránea (Román et al. 2022, Ramos et al. 2011, Colonese et al. 2011). Algunos investigadores sostienen que las prácticas de recolección de este recurso se intensificaron durante el Mesolítico y comienzos del Neolítico (Fano 2004, Dean y Carvalho 2011, Gutiérrez-Zugasti, 2009; Cortés-Sánchez et al. 2012; Dean et al. 2012, García-Escárzaga y Gutiérrez-Zugasti 2021). Esta intensificación se asocia, por un lado, a una mayor disponibilidad de los recursos marinos, debido a condiciones ambientales favorables (Bicho y Haws 2008, Valente 2012), y, por otro lado, a la escasez respecto a periodos anteriores de recursos terrestres como unguados, considerados alimentos principales, como sugieren para la región cantábrica (González-Morales et al. 2004) y algunas áreas insulares del Mediterránea (por ejemplo, Grotta dell'Uzzo; Colonese et al. 2011).

Después del Mesolítico, periodo de intensificación en la explotación de recursos marinos, se asiste a la disminución del tamaño y cantidad de los concheros (Carvalho 2008, Nukushina 2016), característica que se ha interpretado como evidencia del descenso de la relevancia de estos alimentos en la dieta humana, vinculado al proceso de Neolitización (Anderson 2007). Tanto en la región cantábrica (Gutiérrez-Zugasti 2009; Álvarez-Fernández 2015), como en la región portuguesa (Dean y Carvalho 2011; Valente 2012) y en la Mediterránea (Aura-Tortosa et al. 2001, Pascual Benito 2010, 2014), se observa, sin embargo, una cierta continuidad en su consumo de este recurso respecto a los momentos precedentes.

Los estudios sobre la gestión de los moluscos marinos en contextos arqueológicos entre ca. 9000 y 7000 cal BP (finales del VI milenio y comienzos del V milenio BC), han proporcionado información acerca de la explotación de los recursos marinos en el momento en el que se introducen los animales y las plantas domésticas en la península ibérica. En la vertiente cantábrica, el análisis taxonómico y cuantitativo de los conjuntos recuperados (Fano 2004, González-Morales 1995, Muñoz Fernández et al. 2013, Álvarez-Fernández et al. 2014a, Gutiérrez-Zugasti 2009, Zapata et al. 2007) muestra la predominancia de las especies que habitan la costa rocosa, como lapas (*Patella* sp.), caracoles (*Phorcus lineatus*), mejillones (*Mytilus* sp.) y ostras (*Ostrea* sp.), frente a los que viven en sustrato arenoso y fangoso, como las almejas *Ruditapes decussatus* y *Scrobicularia plana*, aunque con algunas excepciones como son los yacimientos próximos a estuarios (Gutiérrez-Zugasti 2009).

En la región mediterránea, los estudios se han centrado principalmente en el análisis taxonómico y cuantitativo de los moluscos marinos. Los resultados muestran la explotación, tanto de especies de sustrato rocoso como lapas (*Patella* sp.), caracoles (*Phorcus turbinatus*), mejillones (*Mytilus* sp.) (Jorda-Pardo 1986, Carrasco 2009, Pascual-Benito 2014, Luján 2016), como de especies de sustrato arenoso-fangoso (Esquembre et al. 2008, Ramos y Lazarich 2002, Cuenca-Solana et al. 2013, Cantillo-Duarte y Soriguer-Escofet, 2019).

Además de los estudios arqueomalacológicos, los análisis isotópicos del colágeno en restos humanos aportan información también sobre el tipo de proteínas consumidas durante los últimos años de vida del individuo (Salazar-García et al., 2018, Cubas et al. 2019). Los análisis de los isótopos de C y N en una muestra de 763 individuos de cronologías entre el Neolítico medio y Mesolítico de diferentes contextos costeros peninsulares han permitido estimar la importancia de la ingesta de proteínas de origen marino respecto a las de origen terrestre. Los resultados obtenidos muestran un consumo relativamente menor de recursos marinos en los asentamientos localizados en la costa Mediterránea con respecto a los ubicados en la costa Atlántica, tanto en el Mesolítico, como a comienzos del Neolítico (3.7% y 0.4% de diferencia respecto a la contribución total del carbono marino a la dieta, respectivamente). Se observa también un descenso generalizado del consumo de este tipo de recurso a lo largo del Neolítico (6.3% del total del carbono marino en el Atlántico y 2.9% en el Mediterráneo) (Carvalho y Petchey 2013, Fontanals-Coll et al. 2014, Salazar-García et al. 2018, Cubas et al., 2019, Fernández-Crespo et al. 2020). Sin embargo, trabajos como el de Montgomery et al. (2013) han remarcado las limitaciones que supone realizar únicamente análisis isotópicos en colágeno

para determinar el consumo de origen marino, debido al proceso de fijación de estas señales en dicho tejido, que no son precisas si el consumo no es continuado.

Los análisis de residuos orgánicos en cerámicas han proporcionado también información sobre los alimentos y otros materiales que se procesaron en estos recipientes (Breu 2019, Breu et al. 2023, Cubas et al. 2020). En este caso, es preciso resaltar que esta aproximación metodológica se reduce, de momento, a contextos neolíticos con presencia de cerámica, excluyendo la posibilidad de compararlos con los contextos de sociedades cazadoras-recolectoras. Los análisis de residuos orgánicos muestran que, pese a la presencia de restos de moluscos en los asentamientos neolíticos próximos a la costa, no se han procesado alimentos de origen marino en ellos (Cubas et al. 2020). Esto puede estar relacionado con el tipo de preparación que requieren estos alimentos para ser consumidos, bien en crudo o bien a la brasa (encima de piedras calientes y cenizas o en contacto directo al fuego) (Aldeias et al. 2019).

Por lo tanto, son diversas las aproximaciones analíticas que se vienen aplicando al estudio de la importancia y papel que los moluscos marinos han tenido en la dieta humana a lo largo de la Prehistoria, siendo también diferencial su resolución en términos de representatividad histórica. La presente tesis doctoral aborda esta problemática histórica con el propósito de avanzar en el conocimiento sobre la gestión de los medios litorales y las estrategias de explotación de los recursos marinos durante la transición final del Paleolítico al Neolítico en la costa Mediterránea del sur de la península ibérica, mediante un enfoque integral que considera tanto aspectos cuantitativos como cualitativos. Este objetivo general se desglosa en los siguientes **objetivos específicos**:

- 1) Analizar y describir las estrategias de gestión de los recursos marinos llevadas a cabo por las últimas sociedades cazadoras-recolectoras (y marisqueadoras) en comparación con las primeras comunidades agrícolas-ganaderas.
- 2) Investigar y evaluar cómo la adopción de los animales domesticados afectó las estrategias de recolección de recursos marinos.
- 3) Caracterizar las estrategias y criterios que rigen la recolección de moluscos en cada período cronológico. Identificar patrones y diferencias en la utilización de recursos marinos considerando variables como la estacionalidad y la zona de captura.

4) Contrastar si las presiones ambientales y antrópicas han quedado reflejadas en las características físicas de las conchas y evaluar en qué medida la morfometría geométrica puede ser de utilidad para inferir las condiciones en que se realizaban las capturas.

En base a estos presupuestos y objetivos, se presentan en esta tesis los resultados del estudio realizado de los conjuntos malacológicos recuperados en los yacimientos arqueológicos de la Cueva de Nerja (sala de la Mina) y el abrigo de Zacatín, ambos localizados en el mar de Alborán (extremo oeste del Mediterráneo), en el sureste de la península ibérica y que cubren un intervalo temporal entre ca. 15.100 y 6700 cal BP (ca. el 13.000 y 4.650 cal BC).

La investigación desarrollada se ha centrado en evaluar si se producen cambios o no en la intensidad de explotación de este recurso con la adopción de la agricultura y la ganadería. Esta evaluación se ha llevado a cabo a partir del análisis de la variabilidad taxonómica a nivel diacrónico, los análisis biométricos, morfométricos y los análisis de isótopos estables. Los análisis biométricos y de morfometría geométrica se han orientado a contrastar si se produjeron cambios en la forma y el tamaño de los ejemplares del género *Patella* que puedan estar relacionados con las presiones selectivas derivadas de la explotación humana de este recurso, teniendo en cuenta que las características de las potenciales áreas de recolección y varios factores ambientales han podido contribuir a estas modificaciones en la talla y forma de los moluscos.

Los análisis de isótopos estables han servido para determinar la estacionalidad en las capturas. Estudios realizados a lo largo de la cuenca mediterránea evidencian que la transición al Neolítico no eliminó la estacionalidad en la explotación de moluscos; por el contrario, continuó siendo en algunos casos intensiva y se llevó a cabo en la mayoría de las estaciones (Colonese et al. 2011). En el área del Adriático, por ejemplo, Branscombe et al. (2021) indican que durante el Mesolítico la recolección se centraba en el verano y otoño, mientras que en el Neolítico se practicaba durante el otoño e invierno.

El análisis de la estacionalidad emerge pues como un aspecto crucial para comprender la problemática histórica abordada en el contexto de esta tesis doctoral. La transición a la agricultura y ganadería abrió nuevas posibilidades para modificar el entorno y los ciclos naturales de animales y plantas, permitiendo aumentar la producción de alimentos más allá de la disponibilidad natural a lo largo del ciclo anual. La mayor atención dada al mantenimiento de animales domesticados podría haber influido en los ritmos de interacción humana con el medio litoral. La investigación de la estacionalidad en la recolección de moluscos (en esta tesis,

centrada en el género *Patella*) se erige como un elemento clave para comprender no solo la dieta humana en este período de cambio, sino también las dinámicas de gestión del medio y los ritmos y direcciones de las trayectorias que condujeron a la neolitización en la vertiente mediterránea de la península ibérica. El estudio del aprovechamiento de recursos marinos durante este período, por lo tanto, puede proporcionar datos fundamentales para comprender el alcance que supuso la adopción de animales domesticados.

Capítulo 2. Explorando estrategias: Recursos malacológicos en la transición Mesolítico-Neolítico de la Península Ibérica.

La investigación sobre la gestión de los recursos marinos en la transición del Mesolítico al Neolítico encuentra un marco propicio en la península ibérica dada la elevada variabilidad que presenta en sus características topográficas y ambientales. Esta heterogeneidad ofrece un marco idóneo donde explorar las dinámicas de cambio, adaptaciones y decisiones que tomaron las últimas sociedades cazadoras y recolectoras a inicios del Holoceno. A diferencia de estudios previos, que han enfocado su atención en áreas geográficas específicas y hacia periodos cronológicos particulares, en este capítulo se presenta una síntesis exhaustiva de los datos relativos a la gestión de los moluscos que abarca todo el territorio peninsular. Esta perspectiva contempla un extenso periodo temporal (ca. 10.400 y 4650 cal BP), facilitando así la investigación de los cambios acaecidos en la gestión y explotación de los recursos marinos antes y durante el proceso de Neolitización. La síntesis se centra en contrastar y explicar si se producen cambios en el consumo de recursos marinos entre el Mesolítico y el Neolítico y con la introducción de los animales domésticos, explorando tanto los factores ambientales como los antrópicos como posibles causas de la variabilidad.

Las áreas consideradas en este capítulo abarcan entornos litorales distintos, el Atlántico y el Mediterráneo, cada uno con una biomasa y productividad específicas de moluscos marinos. El océano Atlántico se caracteriza por una mayor productividad marina, atribuible a los procesos de afloramiento de aguas profundas ricas en nutrientes y a un amplio rango de mareas. En contraste, el mar Mediterráneo exhibe aguas con menor contenido de nutrientes y un rango mareal más reducido, lo que disminuye la biomasa de los recursos intermareales (Fa 2008). La decisión de analizar de manera conjunta estas tres zonas litorales ha facilitado la aproximación al estudio de las implicaciones económicas y sociales asociadas al uso de recursos marinos, considerando la variabilidad ambiental y las diferencias entre las cronologías en las dinámicas de Neolitización entre la vertiente mediterránea y la cantábrica. La diversidad en las condiciones ambientales también ha posibilitado la evaluación de posibles estrategias adaptativas, en función de las características específicas de cada entorno.

Con este propósito, se ha llevado a cabo una revisión sistemática de los datos publicados relativos a la explotación de recursos marinos en yacimientos arqueológicos ubicados en la península ibérica, localizados en proximidad a las áreas litorales (Aguirre-Uribesalgo et al. 2024). Se han examinado de manera integrada los datos relativos a la explotación de estos

recursos de un total de 59 contextos arqueológicos. La sistematización realizada ha abordado aspectos tanto de la diversidad como de la importancia cuantitativa de las especies recolectadas en estos yacimientos.

La base de datos utilizada para este estudio contempla yacimientos arqueológicos distribuidos en cuatro áreas geográficas específicas: la costa Cantábrica, la costa Atlántica, la costa Mediterránea y la costa Gaditana, siendo este último registro exclusivo del período Neolítico según se muestra en la **Figura 2.1**. La mayoría de estos contextos se ubican en la costa Cantábrica (n=31), seguida de la costa Atlántica (n=17) y Mediterránea (n=11), y corresponden tanto al período Mesolítico (n=39) como al Neolítico (n=20) (ver información adicional en el **Anexo 2.1-Tabla 2.1**). Tanto en el Cantábrico como en el Mediterráneo, los yacimientos en cueva son más abundantes, mientras que en el Atlántico (costa portuguesa y Golfo de Cádiz) se trata principalmente de yacimientos al aire libre.

La cronología de los contextos registrados abarca el tránsito del Mesolítico al Neolítico. Para esta síntesis se han tenido en cuenta los niveles de yacimientos que cuentan con fechas radiocarbónicas (C14). Las fechas obtenidas han sido calibradas con el programa OxCal 4.4 (Ramsey 2009) y la curva de calibración de IntCal20 (Reimer et al. 2020). Las fechas de muestras marinas se han corregido con el correspondiente valor del efecto reservorio (costa cantábrica $\Delta R = -238 \pm 28$ (García-Escárzaga et al., 2022), costa atlántica-portuguesa $\Delta R = 95 \pm 15$, sur de Algarve $\Delta R = 69 \pm 17$ y Golfo de Cádiz $\Delta R = -108 \pm 31$ (Soares 2015), y costa Mediterránea catalana $\Delta R = -42 \pm 30$ (Siani et al., 2000) y calibrado con Marine13 (Reimer et al., 2013) y la curva Marina20 (Heaton et al. 2020). Se han descartado los niveles con dataciones obtenidas por racemización de ácido aspártico, ya que presentan una desviación estándar >200 años. Teniendo en cuenta que, en el Cantábrico, en contextos exclusivamente de concheros mesolíticos, es característico el llamado Pico Asturiense (Vega del Sella 1923; Fano 2004), se han incluido en la base de datos los contextos con este tipo de artefactos, cuenten o no con dataciones absolutas.

Una vez aplicados estos criterios, el periodo estudiado se ubica entre 10.400 y 4.650 cal BP. La agrupación temporal de los contextos seleccionados se ha realizado en función de las estrategias de gestión de los recursos definida para cada yacimiento, dado que el objetivo general es evaluar en qué medida la adopción de la economía agropecuaria influyó en la explotación de los moluscos. De este modo, el primer grupo está formado por contextos en los que se documenta la práctica exclusiva de la caza, pesca y recolección, correspondientes a las últimas sociedades

cazadoras y recolectoras (entre 9700-7000 cal BP en el Cantábrico, 10500-7900 cal BP en el Atlántico y 10200-7500 cal BP en el Mediterráneo). En el segundo grupo se contemplan los contextos con presencia de domésticos y cerámica, correspondientes a sociedades agropecuarias (entre 7200-4500 cal BP en el Cantábrico, 7400-6900 cal BP en el Atlántico, 7400-5500 cal BP en el Mediterráneo y 6500-5300 cal BP en la bahía de Cádiz) (**Figura 2.2**).

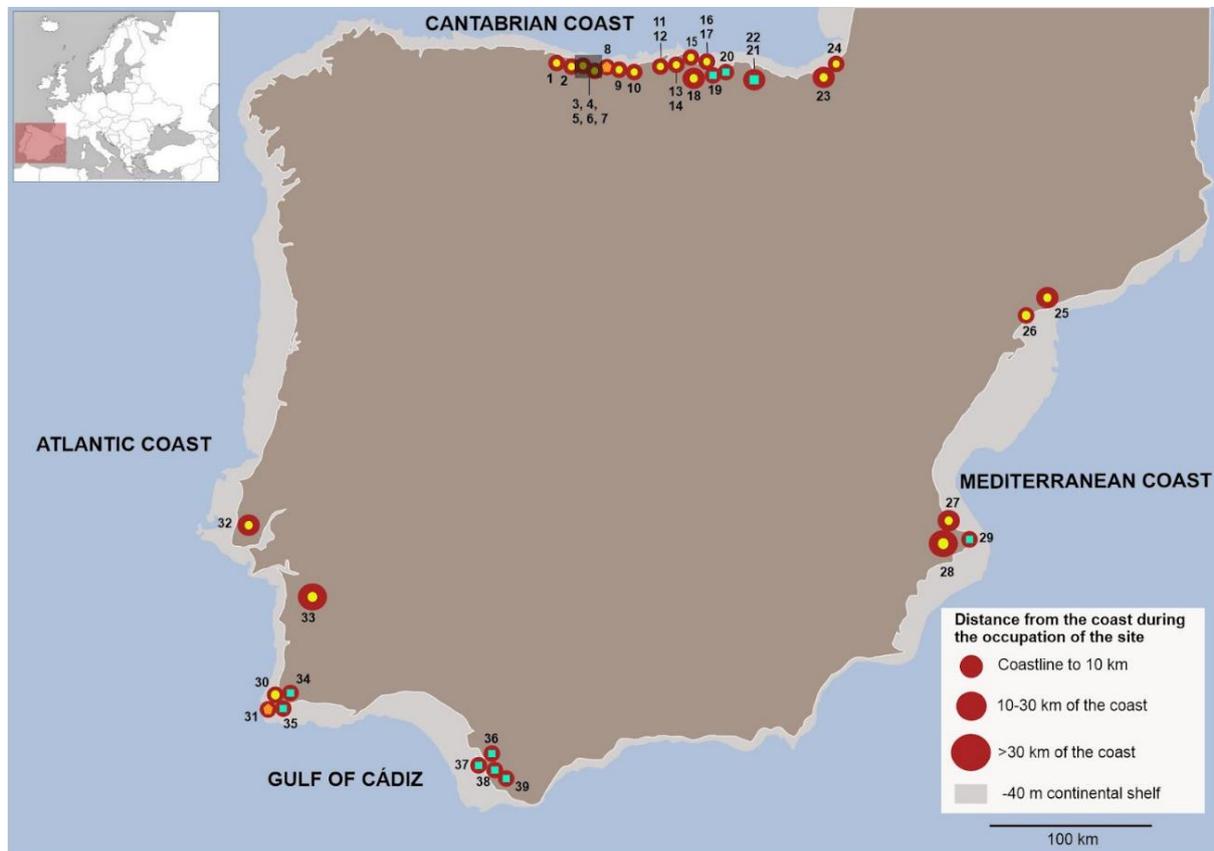


Figura 2.1. Mapa de ubicación de yacimientos Mesolíticos y Neolíticos de la península ibérica (base del mapa realizado a partir de Bailey et al. 2020). Se incluye la información de la distancia del yacimiento a la costa en el momento de ocupación y extensión de la plataforma continental. Códigos de los yacimientos: 1. El Cierro; 2. Cuetu la Hoz; 3. Poza L'Egua; 4. Colomba; 5. El Alloru; 6. El Toral III; 7. La Llana; 8. Mazaculos II; 9. El Pindal; 10. El Toralete; 11. Las Barcenillas; 12. El Mazo; 13. La Garma A; 14. El Truchiro; 15. La Fragua; 16. Las Arenillas; 17. La Trecha; 18. La Chora; 19. Los Gitanos; 20. Pico Ramos; 21. Santimamiñe; 22. Kobaederra; 23. Marizulo; 24. J3; 25. La Cativera; 26. Solà del Pep; 27. El Collado; 28. Santa Maira; 29. Les Cendres; 30. Barranco das Quebradas; 31. Rocha das Gaviotas; 32. Toledo; 33. Amoreira; 34. Padrão I; 35. Vale Santo; 36. Retamar; 37. Campo de Hockey; 38. SET Parralejo; 39. La Esparragosa. Cronología de yacimientos: Mesolítico círculo amarillo, Neolítico cuadrado azul, ambas cronologías pentágono naranja.

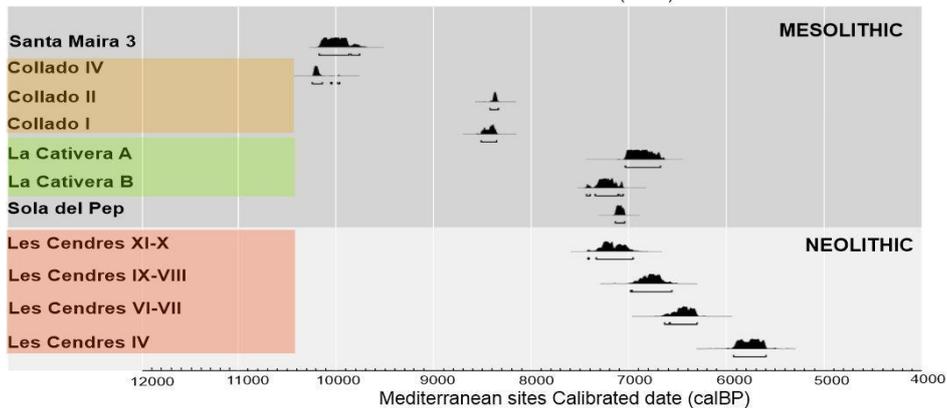
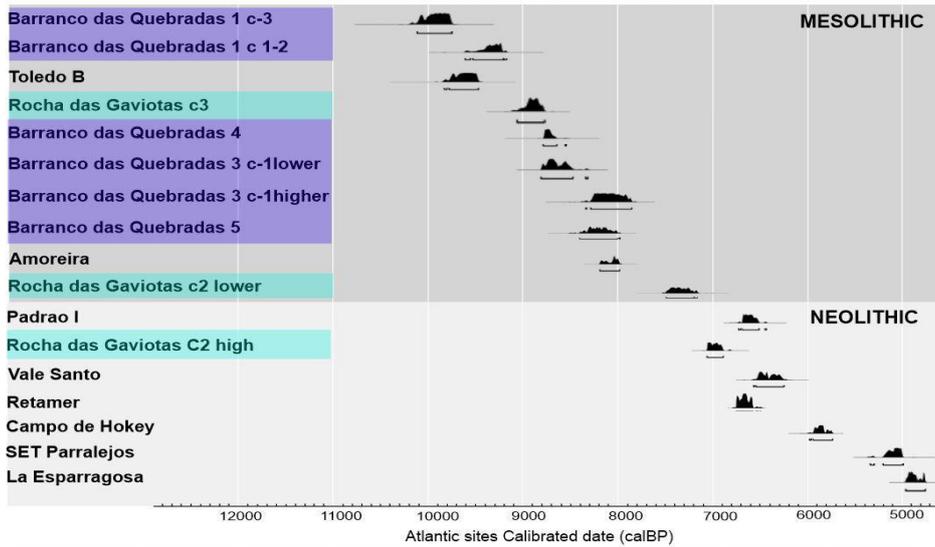
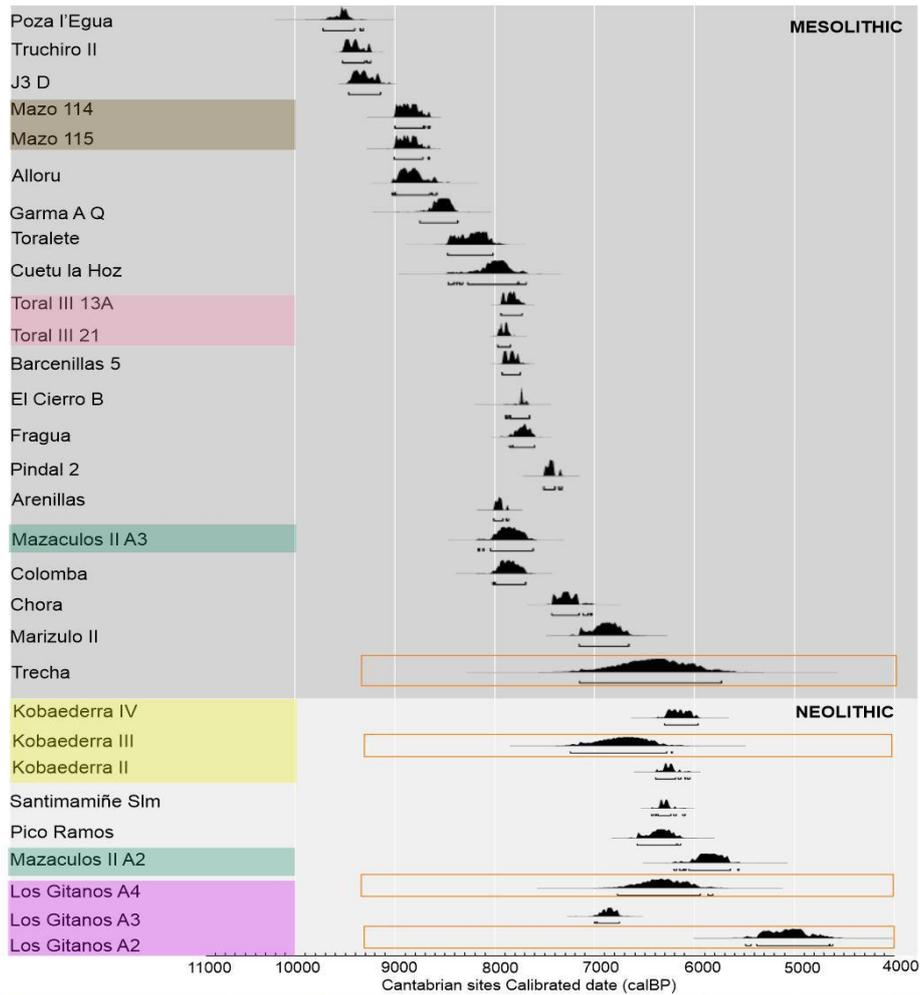


Figura 2.2. Fechas radiocarbónicas (BP) de todos los niveles estudiados por región (Cantábrico, Atlántico y Mediterráneo). La calibración se ha realizado con la curva IntCal 20 y OxCal versión 4.4.4 (Bronk Ramsey 2021). Las dataciones con mayor desviación se resaltan con bordes naranjas, mientras que los niveles arqueológicos de un mismo yacimiento se muestran con un fondo de color. Las muestras marinas se han corregido con el correspondiente valor del efecto reservorio (costa cantábrica $\Delta R = -238 \pm 28$ (García-Escárzaga et al., 2022), costa atlántica-portuguesa $\Delta R = 95 \pm 15$, sur de Algarve $\Delta R = 69 \pm 17$ y Golfo de Cádiz $\Delta R = -108 \pm 31$ (Soares 2015), y costa Mediterránea catalana $\Delta R = -42 \pm 30$ (Siani et al. 2000)) y calibrado con la curva Marine13 (Reimer et al., 2013) y la curva Marine20 (Heaton et al. 2020).

2.1. Datos disponibles: registro, sistematización y criterios de evaluación

Dado que la información del material publicado es tan diversa, se han seguido una serie de criterios que han garantizado la comparación de los datos entre yacimientos y regiones. Los criterios considerados han sido, en primer lugar, que se hayan aplicado protocolos de recuperación de restos faunísticos rigurosos durante la excavación arqueológica (uso de cribas metálicas de malla fina, hasta 2 mm, para tamizar el sedimento); en segundo lugar, se ha tenido en cuenta el grado de preservación de restos, considerando sólo los contextos que hayan permitido la identificación taxonómica y su tratamiento cuantitativo.

Para el análisis comparativo se han utilizado las categorías establecidas en el estudio de Colonese et al. (2011), agrupando los restos de moluscos marinos documentados en los distintos yacimientos según los géneros y no a nivel de especies (**Tabla 2.1**). Esta decisión se debe a que en el Océano Atlántico y el Mar Mediterráneo existen distintas especies, lo que dificulta su comparación. De este modo, se soluciona el problema que conlleva el estudio de territorios amplios, que abarcan áreas con condiciones ambientales distintas. Complementariamente, se ha utilizado una categoría más general denominada "otros", en la que se incluyen las especies que representan $< 5\%$ del número mínimo de individuos (NMI). En su mayoría estos ejemplares corresponden a especies que tienen valor alimenticio, pero que difícilmente se recolectan vivas, ya que habitan a gran profundidad. Se trata de moluscos procedentes del lecho del infralitoral, a 40m (Mediterráneo) y 10-15m (Atlántico), y el circalitoral, borde de la plataforma continental (Templado et al. 2012). La nomenclatura utilizada para los moluscos marinos es la establecida en WoRMS (WoRMS Editorial Board, 2024).

En las publicaciones revisadas se observa que, dependiendo de las regiones, se utilizan distintas unidades para describir la importancia cuantitativa de los recursos marinos. En la región

cantábrica se usa como unidad el Número Mínimo de Individuos (NMI), en Portugal se utiliza el peso de los restos y en la región Mediterránea es más frecuente el uso del Número de Restos (NR). En este trabajo de síntesis se ha optado por articular el análisis comparativo en base a la unidad de NMI. El NMI provee un valor real de la proporción por especie a diferencia del número de restos (NR) o el peso de los restos (gr) (Valente 2012). En el cálculo del NR influye la alta fragmentación que caracteriza a los restos de moluscos, causando potencialmente su sobrerrepresentación. En cuanto a la unidad de peso, los agentes tafonómicos, que pueden provocar la descalcificación, encostramiento o cementación de los restos (Fernández López 2000), interfieren directamente en el peso de los restos, por lo que el valor obtenido mediante esta unidad resulta nulo (Lyman, 2008). Para este trabajo se han tenido en cuenta sólo los contextos con un mínimo de 100 ejemplares representados.

La evaluación de la importancia económica y alimentaria de los taxones malacológicos se basa en su proporción cuantitativa en las muestras. La determinación del tipo de estrategias de explotación de estos taxones, por áreas geográficas y periodos cronológicos, se ha realizado mediante diversos índices de biodiversidad. La caracterización de la estructura comunitaria de los taxones consumidos permite diferenciar entre una explotación basada en una estrategia de amplio espectro, de una gestión más especializada, centrada esta última en un número menor de especies. Los índices miden la dominancia, equitabilidad y uniformidad de las especies dentro de una comunidad, base para establecer el grado de diversidad de la muestra (Moreno 2001; Jones 2004).

Género	Especie	Sustrato	Código de Hábitat	Zonación	Referencias
<i>Patella</i> (Lapa)	<i>P. vulgata</i> Linnaeus, 1758	Rocoso	1170	Supralitoral a Infralitoral superior	Casal et al. 2018
	<i>P. dpressa</i> Pennant, 1777	Rocoso	1170	Mediolitoral	Casal et al. 2018
	<i>P. ulyssiponensis</i> Gmelin, 1791	Rocoso	1170	Infralitoral superior	Casal et al. 2018
	<i>P. caerulea</i> Linnaeus, 1758	Rocoso	1170	Mediolitoral	Mauro et al. 2003
	<i>P. rustica</i> Linnaeus, 1758	Rocoso	1170	Supralitoral	Prusina et al. 2014
<i>Phorcus</i> (Monodonta)	<i>P. lineatus</i> (da Costa, 1778)	Rocoso	1170	Supralitoral o Mediolitoral alto	Sousa et al. 2017
	<i>P. turbinatus</i> (Von Born, 1778)	Rocoso	1170	Supralitoral o Mediolitoral alto	Sousa et al. 2017
<i>Stramonita</i> (Cañailla)	<i>S. haemastoma</i> (Linnaeus, 1767)	Rocoso	1170	Mediolitoral inferior o Infralitoral (5-10 m de profundidad)	Templado et al. 2012
<i>Hexaplex</i> (Cañailla)	<i>H. trucus</i> Linnaeus, 1758	Rocoso	1170, 1150, 1110	Infralitoral	Templado et al. 2012
<i>Mytilus</i> (Mejillón)	<i>Mytilus sp.</i> Linnaeus, 1758	Rocoso	1170, 1130	Infralitoral superior a subtidal	Suchanek 1978
<i>Ostrea</i> (Ostra)	<i>O. edulis</i> Linnaeus, 1758	Rocoso o Arenoso/Fangoso	1170, 1160, 1110	Infralitoral superior	Templado et al. 2012

<i>Cerastoderma</i> (Berberecho)	<i>C. edule</i> (Linnaeus, 1758) <i>C. glaucum</i> (Bruguère, 1789)	Arenoso/Fangoso	1160, 1150, 1130, 1110	Mediolitoral o Infralitoral- Circalitoral superior (5-20 m de profundidad)	Templado et al. 2012
<i>Ruditapes</i> (Almeja babosa)	<i>R. decussatus</i> (Linnaeus, 1758)	Arenoso/Fangoso	1160, 1110	Supra-Mediolitoral	Templado et al. 2012
<i>Solen</i> (Navaja)	<i>S. marginatus</i> Pulteney, 1799	Arenoso/Fangoso	1160, 1110	Mediolitoral o Infralitoral- Circalitoral superior (5-20 m de profundidad)	Templado et al. 2012
<i>Scrobicularia</i> (Almeja fina)	<i>S. plana</i> (da Costa, 1778)	Arenoso/Fangoso	1130, 1110	Mediolitoral	Templado et al. 2012
<i>Chlamys</i> (Zamburiña)	<i>C. varia</i>	Arenoso/Fangoso	1170	Infralitoral	Templado et al. 2012

Tabla 2.1. Principales especies de moluscos marinos consumidos y su hábitat durante el Mesolítico y Neolítico en la península ibérica. Para el hábitat seguimos la clasificación propuesta por la Unión Europea: 1110: Bancos de arena que están cubiertos ligeramente por agua de mar todo el tiempo; 1130: Estuarios; 1150: Lagunas costeras; 1160: Grandes ensenadas y bahías poco profundas; 1170: Arrecifes. Fuente: Managing and protecting Natura 2000 sites

http://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/marine/index_en.htm.

Con este propósito se han aplicado a los datos sistematizados los índices que se describen a continuación.

- El índice de dominancia de Simpson, que mide la abundancia relativa de especies presentes en un ecosistema y se expresa con la ecuación (Eq. 1): $D = \frac{\sum_{i=1}^S pi^2}{\sum_{i=1}^S pi^2}$. En este la S es el número de especies y la pi es la abundancia relativa de la especie i. Este índice representa la probabilidad de que dos individuos escogidos al azar, dentro de un ecosistema, pertenezcan a la misma especie (Moreno 2001). Por lo tanto, la dominancia se basa en la cantidad de individuos que tiene cada taxón y determina si la muestra se concentra en pocos taxones o en varios. El valor obtenido varía entre 0 y 1, donde los valores más altos indican mayor dominancia de pocas especies. A partir de este valor, se obtiene el inverso del índice de Simpson, que divide 1/D, siendo un buen indicador de diversidad (Feinsinger 2004). Este valor indica la riqueza de especies en la muestra y proporciona una estimación del grado de diversidad de la muestra. El valor de este índice varía entre 1 y el número de especies presentes en la comunidad (S), donde los valores más altos equivalen a mayor diversidad.

- La uniformidad en la proporción de las especies se mide con el índice de Shannon-Weiner (H'), expresada mediante la siguiente ecuación (Eq. 2): $H' = -\sum p_i \ln p_i$. En este la p_i representa la abundancia proporcional de la especie i . Este índice expresa el grado de incertidumbre asociado a que un individuo seleccionado al azar de la muestra pertenezca a una determinada especie (Cultid-Medina and Escobar, 2019). En este caso, la uniformidad indica que proporción de taxones tienen la misma abundancia y permiten establecer la diversidad de especies y su importancia en la muestra. Los valores pueden variar entre 0, cuando todos los individuos son de la misma especie, y el logaritmo de S (número total de especies en la comunidad), cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos. A partir de este valor se calcula el índice de equidad y el Número Efectivo de Especies.
- El índice de equidad de Pielou (J) mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada (Magurran 1988). Este índice se expresa con la siguiente ecuación (Eq. 3): $J = H' / \ln(S)$. Donde la H' es el índice de Shannon-Weiner y S es el número de especies presentes en la comunidad. El índice se basa en el valor de importancia de cada especie y en el número total de especies que componen la muestra. Los valores varían entre 0 y 1. Cuanto mayor sea el valor obtenido, mayor será la homogeneidad de la muestra. Por tanto, una mayor homogeneidad equivale a mayor diversidad de especies.
- El Número Efectivo de Especies de las distintas áreas geográficas, se ha calculado mediante el exponencial del índice de Shannon-Weiner (MacArthur, 1965) (Eq. 4): ${}^qD = \exp(-\sum p_i \ln p_i)$. Este índice indica el número efectivo de especies igualmente comunes en un ecosistema y transforma la entropía de Shannon en un conjunto uniforme de propiedades matemáticas que capturan con precisión el concepto de diversidad (Jost, 2006). Por lo tanto, este valor permite obtener el número efectivo de especies que corresponden a un valor de diversidad del índice de Shannon (Moreno et al. 2011).

Con el fin de conocer la relación y similitud entre las áreas geográficas estudiadas en base a los conjuntos malacológicos, se ha construido una matriz que expresa los valores del coeficiente

de similitud de Simpson. Para mostrar de manera gráfica estas relaciones se ha realizado un análisis de clúster por medio del programa PAST (Hammer et al. 2001)

Se ha tenido en cuenta también en esta síntesis comparativa la localización de los yacimientos con relación a la distancia a la costa en el momento de ocupación para determinar si es un factor que influye en la composición faunística. En el último hem ciclo eustático, caracterizado por un calentamiento global y fusión parcial de los casquetes polares (Ruddiman y Andrew McIntyre 1981), tuvo lugar el ascenso del nivel del mar en las distintas regiones de la península ibérica (García-Artola et al. 2018). En consecuencia, existen evidencias de que a comienzos del Holoceno se redujo la extensión del territorio costero y se alteraron los ecosistemas litorales. Este suceso influye en la visibilidad del uso de los recursos marinos, ya que, en algunos casos, se ha documentado que su consumo disminuye al aumentar la distancia del litoral (Bailey y Craighead 2003; Bicho y Haws 2008). Dada la dificultad en determinar la distancia del yacimiento a la costa con precisión en los primeros milenios del Holoceno, los yacimientos se han agrupado de la siguiente manera (**Figura 2.1**):

- los cercanos a la costa (0-10 km)
- los situados en zona intermedia (10-30km)
- (iii) los de interior (>30km).

Esta agrupación se ha establecido en base a si el área de costa se encuentra o no dentro del territorio teórico de explotación de las poblaciones que habitaron los yacimientos estudiados. En este caso, los 10 km equivalen a un desplazamiento aproximado de 2 h, el tiempo de viaje máximo que se ha calculado para definir el área de captación de sociedades cazadoras-recolectoras (Lee 1972, Marín-Arroyo 2009). El límite de 30 km para definir los sitios de interior se establece en relación con los estudios de paleodieta, donde se concluye que a partir de 30-40 km es poco probable el consumo reiterado de recursos marinos (Salazar-García et al. 2014).

2.2. Evolución en la explotación de moluscos marinos: áreas litorales de la Península Ibérica entre el Mesolítico y el Neolítico

2.2.1. La gestión de los moluscos marinos en el litoral cantábrico durante el Mesolítico y Neolítico

Para el periodo Mesolítico, se dispone de 32 contextos arqueológicos en el litoral cantábrico, distribuidos cronológicamente en tres intervalos temporales con los cuales realizaremos el análisis comparativo: entre 9700 y 9100 cal BP (El Cierro nivel B, Poza L'Egua, Alloru, Truchiro nivel II y J3 nivel D); entre 9000 y 7600 cal BP (Pindal 2, Mazo 100, 101B, 101C, 101.1A, 101.1B, 105, 107, 108, 113, 114 and 115, Toral III nivel 13A y 21, Toralete, Mazaculos II nivel A3, Colomba, Cabirón, Arenillas, La Garma A, Cuetu de la Hoz y Barcenillas nivel 5); y entre 7400 y 6600/5700 cal BP (La Trecha, La Chora y Marizulo nivel II) (**Tabla 2.2**). Desde la perspectiva taxonómica, la recolección de moluscos marinos se concentra principalmente en especies asociadas a sustratos rocosos (97.4%). El género *Patella* predomina en 17 de los niveles analizados, alcanzando más del 90% de ejemplares en el Pindal nivel 2, el Toral III nivel 21 y J3 nivel D. En cuanto a la proporción por especies, *P. depressa* es la más recolectada, aunque en yacimientos como el Cierro (27.67%) y los dos niveles del Mazo (101.1B: 35.78%, 105: 27.69%, 108: 26.76%, 113: 44.63%, 114: 22%, 115: 16%), domina la *P. vulgata*.

Cd.	Total	Lapas		Osilinus		Mejillones		Almeja babosa		Almeja fina		Ostras		Otros	
		MNI	%	MNI	%	MNI	%	MNI	%	MNI	%	MNI	%	MNI	%
1	824	737	88,90	23	2,19	48	5,82	1	0,12	10	1,21	2	0,24	3	1,52
2	155	112	72,26	34	21,94	8	5,16	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,64
3	1601	1327	82,80	267	16,68	7	0,44	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
4	782	516	66,00	263	33,63	3	0,38	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
5	2309	1172	51,10	1127	48,80	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	10	0,43
6	4744	3257	68,65	1431	30,16	44	0,92	0	0,00	0	0,00	0	0,00	12	0,25
7	8063	7578	93,98	346	4,29	127	1,57	0	0,00	0	0,00	0	0,00	12	0,14
8	6704	3506	52,29	3063	45,69	111	1,66	0	0,00	0	0,00	0	0,00	21	0,36
9	1074	925	86,13	128	11,92	12	1,12	1	0,09	1	0,09	3	0,28	4	0,37
10	462	451	97,62	7	1,51	3	0,65	0	0,00	0	0,00	1	0,22	0	0,00
11	494	218	44,13	275	55,67	1	0,20	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
12	234	98	41,88	26	11,11	104	44,44	1	0,43	2	0,85	1	0,43	1	0,43
13	5151	3551	68,93	1565	30,38	176	3,42	0	0,00	0	0,00	0	0,00	35	0,68
14	4504	2220	49,29	2241	49,75	24	0,53	1	0,02	0	0,00	0	0,00	43	0,95
15	1963	901	45,90	1036	52,78	8	0,41	0	0,00	0	0,00	0	0,00	26	1,32
16	3200	1342	41,94	1846	57,69	16	0,5	0	0,00	0	0,00	0	0,00	12	0,38
17	6932	4747	68,48	2157	31,12	10	0,14	1	0,01	0	0,00	0	0,00	28	0,40
18	16362	10592	64,73	5595	34,19	243	1,48	0	0,00	0	0,00	0	0,00	175	1,07
19	6432	2250	34,98	4140	64,36	57	0,88	0	0,00	0	0,00	0	0,00	42	0,65
20	2003	1656	82,67	329	16,42	12	0,60	0	0,00	0	0,00	0	0,00	18	0,90

21	6390	4760	74,49	1574	24,63	122	1,91	0	0,00	0	0,00	0	0,00	56	0,88
22	389	160	41,43	217	55,78	4	1,03	0	0,00	0	0,00	0	0,00	8	2,06
23	1849	817	44,18	1000	54,08	22	1,19	0	0,00	0	0,00	0	0,00	10	0,54
24	2578	1691	65,59	870	33,75	7	0,27	0	0,00	0	0,00	2	0,08	1	0,12
25	1136	850	74,83	262	23,06	8	0,70	0	0,00	6	0,53	1	0,09	6	0,79
26	11900	10155	85,33	542	4,55	1028	8,64	37	0,34	0	0,00	58	0,49	77	0,65
27	9240	5839	63,19	712	7,71	1627	17,60	77	0,83	43	0,47	755	8,17	156	2,03
28	159	22	13,84	0	0,00	28	17,61	2	1,26	72	45,28	27	16,98	7	5,03
29	760	63	8,29	29	3,82	120	15,79	81	10,66	258	33,95	134	17,63	75	9,87
30	1505	956	63,52	245	16,28	186	12,36	14	0,93	7	0,47	87	5,78	9	0,66
31	278	230	82,74	7	2,52	26	9,35	1	0,36	1	0,36	12	4,32	1	0,35
32	5123	4853	94,73	257	5,02	2	0,04	0	0,00	0	0,00	0	0,00	7	0,21
58	6587	5511	83,66	960	14,57	84	1,27	1	0,03	2	0,03	3	0,04	10	0,40
59	3990	3437	86,14	522	13,08	8	0,20	0	0,00	0	0,00	3	0,08	26	0,50
60	3706	3135	84,59	545	14,71	8	0,22	0	0,00	0	0,00	1	0,03	17	0,45
61	9203	6936	75,37	1988	21,60	18	0,20	0	0,00	0	0,00	0	0,00	20	2,83
62	2198	1248	56,78	500	22,75	152	6,92	126	5,70	0	0,00	131	6,00	17	0,77
63	521	37	7,10	2	0,38	13	2,50	162	31,09	137	26,30	148	28,41	4	1,53
64	803	96	11,96	12	1,49	11	1,37	215	26,77	148	18,43	293	36,49	7	2,12
65	191	36	18,85	4	2,09	4	2,09	42	21,99	31	16,23	64	33,51	2	1,58
66	1641	3	0,18	0	0,00	2	0,12	92	5,61	1435	87,45	50	3,05	4	2,19

Tabla 2.2. Porcentajes de los géneros de moluscos marinos comestibles documentados en yacimientos del Holoceno inicial de la región Cantábrica. Código de yacimientos: 1. El Cierro (B), 2. Cueto de Hoz, 3. Poza L'Egua, 4. Colomba, 5. Alloru, 6. Toral III (13A), 7. Toral III (21), 8. La LLana, 9. Mazaculos II (A3), 10. Pindal (2), 11. Toralete, 12. Barcenillas (5), 13. Mazo (100), 14. Mazo (101B), 15. Mazo (101C), 16. Mazo (101.1A), 17. Mazo (101.1B), 18. Mazo (105), 19. Mazo (107), 20. Mazo (108), 21. Mazo (113), 22. Mazo (114), 23. Mazo (115), 24. La Garma A (Q), 25. Truchiro, 26. La Fragua (1), 27. Arenillas, 28. La Chora, 29. Carabi3n, 30. Trecha, 31. Marizulo (II), 32. J3 (D), 58. Mazaculos II (A2), 59. Los Gitanos (A4), 60. Los Gitanos (A3), 61. Los Gitanos (A2), 62. Pico Ramos (4), 63. Kobaederra (IV), 64. Kobaederra (III), 65. Kobaederra (II), 66. Santimami3e (Slm).

P. ulyssiponensis est1 escasamente representada en todos los niveles. *P. lineatus* predomina en los yacimientos mesol3ticos de El Mazo niveles 101B (49.75%), 101C (52.78%), 101.1A (57.69%), 107 (64.36%), 114 (55.78%) and 115 (54.08%), Toralete (55.67%) y Alloru (48.8%), mientras que en otros yacimientos se presenta como la segunda especie m1s recolectada. *Mytilus* sp. es el molusco m1s frecuente en los sitios mesol3ticos de Barcenillas (44.44%) y La Chora (17.61%), donde es la especie de sustrato rocoso dominante. Aunque en menor medida, tambi3n se recolectan moluscos de sustrato arenoso-fangoso (2.6%), siendo *Scrobicularia plana* la especie m1s abundante en La Chora (45.28%) y Carabi3n (33,95%). Las dem1s especies, excepto *Ostrea* sp. (16.98%) en La Chora, no superan el 1% del NMI total. En

consecuencia, la composición malacológica refleja una explotación centrada principalmente en las especies de la franja supralitoral y intermareal superior del litoral rocoso, con una explotación limitada de aquellas provenientes de sustrato arenoso/fangoso.

Desde una perspectiva paleoecológica, los índices de dominancia de Simpson (D) y de diversidad de Simpson (1/D) exhiben valores de 0,56 y 1,78, respectivamente, indicando una baja diversidad de especies en el conjunto malacológico, caracterizado por la predominancia de pocos taxones. El Número Efectivo de Especies (qD), con un valor de 2,39, respalda esta baja diversidad, considerando que algunos niveles, como el de Arenillas, presentan más de 30 especies distintas, incluyendo las no alimentarias. En cuanto a la abundancia relativa de los taxones, el índice de Shannon-Weiner (H'), con un valor de 0,87, evidencia una baja uniformidad en el conjunto. Asimismo, el índice de equidad de Pielou (J), con un valor de 0,29, señala una escasa homogeneidad en la proporción de cada especie, indicando que la mayoría de los ejemplares corresponden a unos pocos taxones. En base a la composición y distribución de la abundancia de especies recolectadas durante el Mesolítico en la región cantábrica, se constata una estrategia especializada de gestión de moluscos marinos centrada en taxones concretos que habitan las zonas más accesibles del intermareal.

En el contexto del periodo Neolítico, se han examinado conjuntos procedentes de 9 niveles arqueológicos. Ocho de estos niveles están datados entre 7200 y 5500 cal BP (Los Gitanos A4 y A3, Mazaculos II A2, Pico Ramos nivel 4, Kobaederra niveles IV, II y I, y Santimamiñe nivel SIm), mientras que uno (Los Gitanos nivel A2) se sitúa entre 5450 y 4500 cal BP (**Tabla 2.2**). Desde un enfoque taxonómico, la recolección de moluscos marinos se fundamenta en especies asociadas a sustratos rocosos (86,59%). Principalmente, estas especies pertenecen al género *Patella* y representan más del 80% NMI total en los yacimientos de Los Gitanos, Mazaculos II y Pico Ramos. Dentro de las tres especies identificadas (*P. depressa*, *P. vulgata* y *P. ulysiponensis*), *P. depressa* predomina en todos los niveles. Los ejemplares del género *P. lineatus* no superan el 22% del NMI total en ningún nivel, siendo inferior al 2% del NMI en Santimamiñe y Kobaederra. *Mytilus* sp. constituye menos del 5% en todos los niveles, con la excepción de Pico Ramos (7%). En este caso, se observa una relativa abundancia en la recolección de especies asociadas a sustratos arenoso-fangosos (11%). La especie más abundante es *Scrobicularia plana*, siendo el molusco predominante en Santimamiñe (87,45%). Además, se documenta la recolección de *Ostrea* sp. en los niveles III (36,5%) y II (33,5%) de Kobaederra, así como de *Ruditapes decussatus* en Kobaederra IV (31,1%). En consecuencia,

se aprecia un aprovechamiento tanto del entorno litoral rocoso como de los ambientes estuarinos, focalizado en las especies del mediolitoral.

Desde una perspectiva paleoecológica, los conjuntos de cronologías neolíticas muestran un índice de dominancia de Simpson (D) de 0.54 y un índice de diversidad de Simpson (1/D) de 1.87, revelando una baja diversidad de especies y la dominancia de unos pocos taxones. El bajo Número Efectivo de Especies (qD), con un valor de 2.69, confirma esta limitada diversidad. El índice de Shannon-Weiner (H'), con un valor de 0.99, señala una baja uniformidad en la abundancia relativa de cada especie. Esta distribución desigual de la abundancia se refleja también en el índice de equidad de Pielou, que presenta un bajo valor de 0.35.

En conclusión, la estrategia de gestión de los moluscos marinos durante el Neolítico en la región cantábrica se diversifica mediante la explotación de nuevos ambientes litorales, como los estuarios, aunque persiste como una recolección especializada centrada en unos pocos taxones. La adquisición de moluscos se lleva a cabo en las zonas más accesibles y visibles del intermareal.

2.2.2. La gestión de los moluscos marinos en el litoral atlántico durante el mesolítico y neolítico

En el contexto del periodo Mesolítico, se ha llevado a cabo un análisis exhaustivo de conjuntos compuestos por 10 niveles arqueológicos en la costa Atlántica portuguesa, cuyas dataciones absolutas los sitúan en cuatro intervalos cronológicos. El primero, datado entre 10500 y 10200 cal BP, abarca dos niveles (Barranco das Quebradas 1 capa 3 y Toledo nivel B); el segundo, entre 9800 y 8500 cal BP, comprende seis niveles (Barranco das Quebradas 5, 4, 3 capa 1 superior e inferior y 1 capa 1-2, y Rocha das Gaviotas 3); el tercero, entre 8100 y 7900 cal BP, incluye un nivel (Amoreiras); y el cuarto, entre 7700 y 7500 cal BP, consta de un nivel (Rocha das Gaviotas 2c-inferior). De esta manera, se identifican intervalos relativamente extensos sin información, de 400 años entre el primer y el segundo periodo, y entre el segundo y el tercero, y de 200 años entre el tercero y el cuarto (**Tabla 2.3**). Desde una perspectiva taxonómica, la recolección se centra en moluscos asociados a sustratos rocosos (71.31%). El género *Phorcus* predomina en cuatro niveles, superando el 60% del NMI en tres niveles de Barranco das Quebradas (BQ4 con 70,9%, BQ1 c3 con 65,1% y BQ1 c1-2 con 62,1%). *Patella* sp. es la especie más abundante en los niveles de Barranco das Quebradas 5 y 3 capa 1 superior (37,1% y 37%, respectivamente) y Rocha das Gaviotas 3 (68,7%). *Mytilus* sp. predomina únicamente

en Rocha das Gaviotas 2c inferior (62%), mientras que *Stramonita haemastoma* está presente en todos los niveles, aunque sólo supera el 10% en Barranco das Quebradas 5 (17,4%) y en Barranco das Quebradas 4 (10,8%). En cuanto a las especies asociadas a sustratos arenoso-fangosos (27,7%), *Cerastoderma edule* predomina en los yacimientos de Toledo (83,6%) y Amoreira (98,2%). En consecuencia, se evidencia un aprovechamiento de los moluscos tanto de la franja mediolitoral inferior e infralitoral de ambientes estuarinos, como de la franja mediolitoral superior del litoral rocoso.

Desde la perspectiva paleoecológica, los índices de dominancia de Simpson (D) y de diversidad de Simpson (1/D) muestran valores de 0,32 y 3,17, respectivamente, indicando una relativa diversidad en la composición de especies recolectadas sin la presencia de un único taxón dominante. Esta diversidad se refleja también en el Número Efectivo de Especies (qD), que revela una riqueza equivalente a 3,67 especies. En términos de uniformidad y homogeneidad en el conjunto analizado, el índice de Shannon-Weiner alcanza un valor de 1,3, mientras que el índice de equidad de Pielou muestra un valor de 0,45, evidenciando una distribución más uniforme en la abundancia relativa de los distintos taxones. En consecuencia, durante el Mesolítico en la región Atlántica, la estrategia de gestión de los moluscos marinos exhibe una relativa diversificación, aprovechando tanto las zonas de mayor accesibilidad (zonas altas del intermareal) como las áreas más inaccesibles (fondo del infralitoral). Esto implica la inclusión en la captación de moluscos de todos los medios litorales disponibles.

Correspondientes al periodo Neolítico, se han examinado conjuntos de tres niveles arqueológicos en la región Atlántica portuguesa y cuatro niveles en la Bahía de Cádiz. En el Atlántico portugués, los tres niveles están datados entre 7400 y 6900 cal BP, correspondiendo a las primeras ocupaciones del Neolítico antiguo (**Tabla 2.3**). Desde una perspectiva taxonómica, la recolección se basa principalmente en moluscos asociados a sustratos rocosos (89,4%). El género *Patella* predomina en los niveles C2 de Padrao I (64,4%) y nivel 2c-superior de Rocha das Gaviotas (62,6%). *Mytilus* sp. prevalece en Vale Santo (70,4%) y constituye la segunda especie con mayor número de ejemplares en los demás yacimientos. Además, *Stramonita haemastoma* está presente en todos los niveles, aunque no supera el 5% del NMI total en ninguno de ellos. El género *Phorcus* tiene relevancia únicamente en el yacimiento de Padrao I (7,7%). En cuanto a los moluscos asociados a sustratos arenoso-fangosos, su recolección es ocasional (2,99%), siendo *Cerastoderma* sp. la especie más destacada con un

7,1% (Padrao I). Esta composición de especies indica que la explotación de moluscos se concentra en la franja mediolitoral superior e inferior del litoral rocoso.

Cd.	Total	Lapa		Osilinus		Cañaila		Berberecho		Mejillón		Otros	
		MNI	%	MNI	%	MNI	%	MNI	%	MNI	%	MNI	%
40	5277	1960	37,14	893	16,92	917	17,38	0	0,00	1467	27,80	22	0,42
41	4184	510	12,19	2966	70,89	452	10,80	0	0,00	252	6,02	2	0,05
42	2897	1072	37,00	595	20,54	130	4,49	0	0,00	1099	37,94	1	0,03
43	5534	1406	25,41	2504	45,25	264	4,77	0	0,00	1354	24,47	6	0,11
44	3836	993	25,88	2497	65,09	51	1,33	0	0,00	292	7,61	2	0,05
45	600	150	25,00	373	62,16	38	6,33	0	0,00	40	6,66	0	0,00
46	4264	2930	68,71	24	0,56	102	2,39	0	0,00	1206	28,28	2	0,047
47	1666	523	31,29	42	2,52	63	3,78	0	0,00	1034	62,02	4	0,24
48	3459	9	0,26	6	0,17	17	0,49	2892	83,61	119	3,44	349	10,09
49	8040	0	0,00	0	0,00	0	0,00	7899	98,25	0	0,00	141	1,75
67	1415	911	64,39	0	0,00	54	3,82	100	7,07	125	7,28	69	4,87
68	1342	840	62,59	4	0,30	21	1,56	1	0,07	437	35,56	16	1,19
69	746	120	16,09	58	7,77	38	5,09	0	0,00	525	70,38	0	0

Tabla 2.3. Porcentajes de las especies de moluscos marinos comestibles documentados en yacimientos del Holoceno inicial de la vertiente Atlántica, la costa portuguesa. Código de yacimientos: : 40: Barranco das Quebradas 5, 41 Barranco das Quebradas 4, 42: Barranco das Quebradas 3 (c1 higher), 43: Barranco das Quebradas 3 (c1 lower), 44: Barranco das Quebradas 1 (c3), 45: Barranco das Quebradas 1 (c1-2), 46. Rocha das Gaviotas (2c lower), 47: Rocha das Gaviotas (3), 48: Toledo (B), 49: Amoreira (B), 67: Padrao I (C2), 68: Rochas das Gaviotas (2c higher), 69: Vale Santo.

Desde la perspectiva paleoecológica, los índices de dominancia de Simpson (D) y de diversidad de Simpson (1/D) exhiben valores de 0,38 y 2,63, respectivamente, indicando una relativa diversidad en la composición de especies sin la presencia de un taxón dominante. El elevado Número Efectivo de Especies (qD), con un valor de 3,71, corrobora esta diversidad. En términos de uniformidad en el conjunto, el índice de Shannon-Weiner (H'), con un valor de 1,31, señala una mayor homogeneidad en la distribución de la abundancia relativa de los taxones. Este patrón también se evidencia en el valor de 0,44 del índice de equidad de Pielou (J). Por consiguiente, durante el Neolítico en la región atlántica, la estrategia de gestión de los moluscos marinos se enfoca en la franja intermareal de la costa rocosa, evidenciando una relativa especialización, aunque no se prioriza la recolección exclusiva de una sola especie.

En el Golfo de Cádiz, las dataciones absolutas posicionan cada nivel en un intervalo cronológico distinto. Retamar se sitúa entre 7400 y 7000 cal BP, seguido por Campo de Hockey datado entre 6500 y 6300 cal BP, y SET Parralejo entre 5800 y 5500 cal BP. La Esparragosa, datada entre 5400 y 5300 cal BP, representa el nivel más reciente. Estos niveles están separados por intervalos de tiempo relativamente extensos, como 500 años entre Retamar y Campo de Hockey, y entre Campo de Hockey y SET Parralejo. En el caso de SET Parralejo y La Esparragosa, existe una separación de 100 años (**Tabla 2.4**). Desde una perspectiva taxonómica, la recolección se enfoca con mayor frecuencia en los moluscos asociados a sustratos arenoso-fangosos (66%). La especie *Ruditapes decussatus* predomina en los yacimientos de SET Parralejo (62,6%) y La Esparragosa (72,4%), mientras que *Solen capensis* es el molusco más abundante en el yacimiento de Retamar (48,3%). La especie *Mimachlamys varia* está presente en todos los niveles, aunque sólo supera el 10% del NMI total en Campo de Hockey (17%) y La Esparragosa (13,1%). Los moluscos asociados a sustrato rocoso representan el 15% del conjunto, siendo *Pecten lineatus* la especie predominante en Campo de Hockey (20,83%). La presencia de la especie *Hexaplex trunculus* es significativa únicamente en los yacimientos de Retamar (14,4%) y Campo de Hockey (12,6%). El género *Patella* no supera el 3% del NMI total en ninguno de los yacimientos. Por lo tanto, la explotación de moluscos abarca tanto la franja mediolitoral e infralitoral de estuarios y marismas costeras como la franja supralitoral y, de manera puntual, el suelo del infralitoral del litoral rocoso.

Desde la perspectiva paleoecológica, el valor de 0,23 del índice de dominancia de Simpson (D) y el valor de 4,34 del índice de diversidad de Simpson indican la presencia de un conjunto faunístico con una alta diversidad en la composición de especies, sin que predomine un único taxón. El elevado Número Efectivo de Especies (qD) de 6,95 corrobora la amplia diversidad de especies en el conjunto. Asimismo, el valor de 1,94 del índice de Shannon-Weiner (H') y el valor de 0,58 del índice de equidad de Pielou (J) reflejan una alta uniformidad en la distribución de la abundancia relativa de los distintos taxones en el conjunto. Por lo tanto, durante el Neolítico, se implementa una estrategia de gestión de moluscos marinos diversificada en cuanto a las especies recolectadas y a los medios litorales explotados en la Bahía de Cádiz.

Cd.	Total	Lapa		Osilinus		Cañailla		Almeja babosa		Navaja		Zamburiña		Otros	
		MNI	%	MNI	%	MNI	%	MNI	%	MNI	%	MNI	%	MNI	%
54	2434	6	0,25	21	0,86	350	14,38	557	22,88	1175	48,27	7	0,29	164	27,29
55	1234	9	0,73	257	20,83	155	12,64	167	13,53	127	10,29	210	17,02	227	20,76
56	203	5	2,47	0	0,00	1	0,49	127	62,56	9	4,43	15	7,39	44	17,24

57	1492	0	0,00	1	0,07	0	0,00	108	1	72,45	10	0,67	52	13,07	160	10,72
----	------	---	------	---	------	---	------	-----	---	-------	----	------	----	-------	-----	-------

Tabla 2.4. Porcentajes de las especies de moluscos marinos comestibles documentados en yacimientos del Holoceno inicial de la costa del Golfo de Cádiz. Códigos de yacimientos: 54. Retamar, 55. Campo de Hockey, 56. SET Parralejos, 57. La Esparragosa.

2.2.3. La gestión de los moluscos marinos en el litoral mediterráneo durante el mesolítico y neolítico

En el área mediterránea y durante el periodo Mesolítico, se cuenta con conjuntos de 7 niveles arqueológicos, cuyas dataciones absolutas abarcan cuatro intervalos cronológicos distintos. El primer intervalo se sitúa entre 10200 y 9700 cal BP, con dos niveles (El Collado nivel IV y Santa Maira nivel 3); el segundo entre 9400 y 8600 cal BP, con dos niveles (La Cativera nivel A y B); el tercero entre 8400 y 8300 cal BP, con dos niveles (El Collado nivel II y I); y el cuarto entre 7600 y 7500 cal BP, con un único nivel (Solà del Pep). Esto evidencia la existencia de intervalos cronológicos relativamente extensos entre los niveles estudiados (300 años, 200 años y 600 años, respectivamente) (**Tabla 2.5**). Desde el punto de vista taxonómico, la recolección de moluscos marinos se fundamenta principalmente en especies de sustrato arenoso-fangoso (66,9%). *Cerastoderma* sp. es el género predominante en los tres niveles de El Collado (nivel IV: 86,9%, nivel II: 91,6%, y nivel I: 87,1%) y en el nivel A de La Cativera (66%). Entre las especies de sustrato rocoso (33,1%), *Mytilus* sp. es la más frecuente en el nivel B de La Cativera (46%) y en el nivel 3 de Santa Maira (67%), al igual que *Phorcus turbinatus* en Solà del Pep (73%). Por tanto, la composición faunística refleja un aprovechamiento de moluscos centrado en la franja mediolitoral inferior e infralitoral de lagunas costeras, así como en el litoral rocoso.

Desde el punto de vista paleoecológico, el valor de 0,47 del índice de dominancia de Simpson (D) y el 2,11 del índice de diversidad de Simpson (1/D) indican una relativa diversidad en la composición de especies recolectadas, donde no hay un único taxón dominante. Esta diversidad se constata en el Número Efectivo de Especies (qD), con un valor de 3,13. En cuanto a la uniformidad, el índice de Shannon-Weiner (H') con un valor de 1,14 indica una distribución más uniforme de la abundancia relativa de cada taxón. El índice de equidad de Pielou (J) también muestra un conjunto más homogéneo en relación con la proporción de especies por

taxón. Por lo tanto, durante el Mesolítico, la estrategia de recolección de moluscos marinos en la región Mediterránea es diversificada, centrada en especies de zonas bajas de la zona intermareal de distintos medios litorales.

Cd.	Total	Lapas		Osilinus		Mejillones		Berberechos		Otros	
		MNI	%	MNI	%	MNI	%	MNI	%	MNI	%
33	465	65	14,00	9	2,00	56	12,00	307	66,00	5	1,00
34	274	17	6,00	3	1,00	123	46,00	36	13,00	27	10,00
35	233	26	11,16	170	72,96	33	14,16	0	0,00	4	1,72
36	359	0	0,00	0	0,00	0	0,00	312	86,91	8	2,23
37	826	0	0,00	0	0,00	0	0,00	757	91,65	22	2,66
38	358	0	0,00	0	0,00	0	0,00	312	87,15	13	3,63
39	67	0	0,00	0	0,00	45	67,00	3	4,00	16	23,88
50	4279	3074	71,84	936	21,87	12	0,28	5	0,12	76	1,78
51	3311	2078	62,76	114	34,49	3	0,12	1	3,00	54	1,63
52	5703	3382	59,30	220	38,66	9	0,16	0	0,00	89	1,56
53	1755	1497	85,25	200	11,39	0	0,00	0	0,00	56	3,19

Tabla 2.5. Porcentajes de las especies de moluscos marinos comestibles documentados en yacimientos del Holoceno inicial de la costa Mediterránea. Código de yacimientos: 33. La Cativera (A), 34. La Cativera (B), 35. Sola del Pep, 36. El Collado (IV), 37. El Collado (II), 38. El Collado (I), 39. Santa Maira (3), 50. Les Cendres (XI-X), 51. Les Cendres (IX-VIII), 52. Les Cendres (VII-VI), 53. Les Cendres (IV).

Para el periodo Neolítico, se han registrado los conjuntos de 4 niveles arqueológicos procedentes exclusivamente del yacimiento Les Cendres. Las dataciones absolutas corresponden a tres intervalos cronológicos distintos. El primero, datado entre 7400 y 6900 cal BP, engloba el nivel XI-X; el segundo, entre 6900 y 6200 cal BP, incluye tanto el nivel IX-VIII como el VII-VI; y el tercero, entre 5900 y 5500 cal BP, alberga el nivel IV. En este caso, se observa una ausencia de 300 años entre el segundo y el tercer intervalo cronológico (**Tabla 2.5**). Desde el punto de vista taxonómico, la recolección de los moluscos se centra fundamentalmente en especies de sustrato rocoso (96,6%). *Patella* es el género predominante en los cuatro niveles, superando el 60% del NMI total. El género *Phorcus* es el segundo más frecuente en todos los niveles, mientras que *Mytilus* sp. representa un porcentaje <1% del NMI total. En este caso, las especies de sustrato arenoso-fangoso, como *Cerastoderma* sp., son simplemente anecdóticas (<3%). Por lo tanto, la composición de especies indica que el aprovechamiento de moluscos se centra en la franja mediolitoral superior del litoral rocoso.

Desde una perspectiva paleoecológica, el índice de dominancia de Simpson (D) exhibe un valor de 0,55, mientras que el índice de diversidad de Simpson (1/D) registra un valor de 1,81. Estos valores indican que el conjunto presenta una baja diversidad de especies, estando dominado por un número reducido de taxones. La baja diversidad se confirma mediante el bajo Número Efectivo de Especies (qD), que presenta un valor de 2,05, teniendo en cuenta que el conjunto consta de 12 taxones distintos. Además, el conjunto se caracteriza por una baja uniformidad y homogeneidad en la distribución de la abundancia relativa de los taxones, como evidencian los valores de 0,72 para el índice de Shannon-Weiner (H') y 0,29 para el índice de equidad de Pielou (J).

En consecuencia, con base en los datos taxonómicos y paleoecológicos, durante el Neolítico en el yacimiento de la Cova de les Cendres, tiene lugar una estrategia de gestión de moluscos marinos especializada en pocos taxones. Aunque la generalización a partir de un único yacimiento es limitada, parece indicar que la explotación se enfoca en las zonas más accesibles y visibles del litoral rocoso, específicamente la franja del supralitoral y el mediolitoral superior.

2.3. Aprovechamiento de moluscos marinos entre el Mesolítico y el Neolítico en la península ibérica.

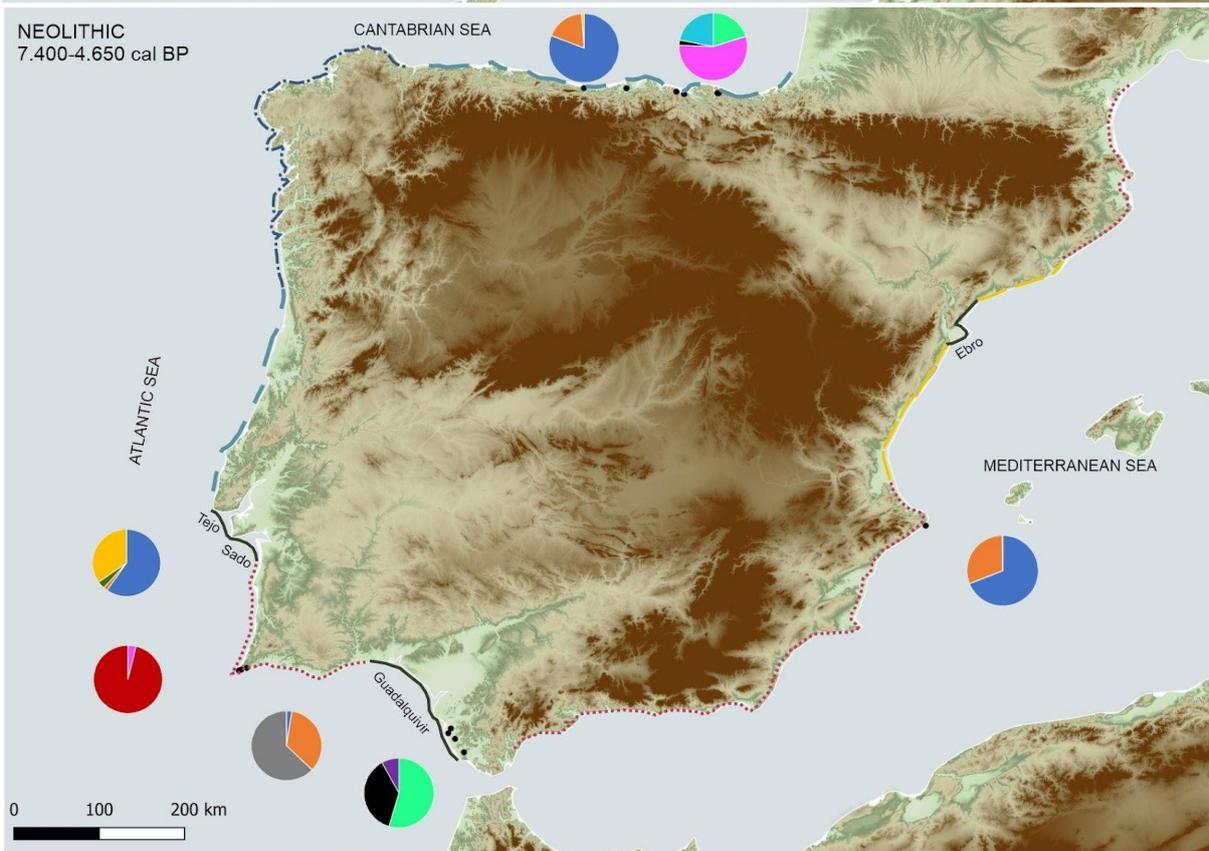
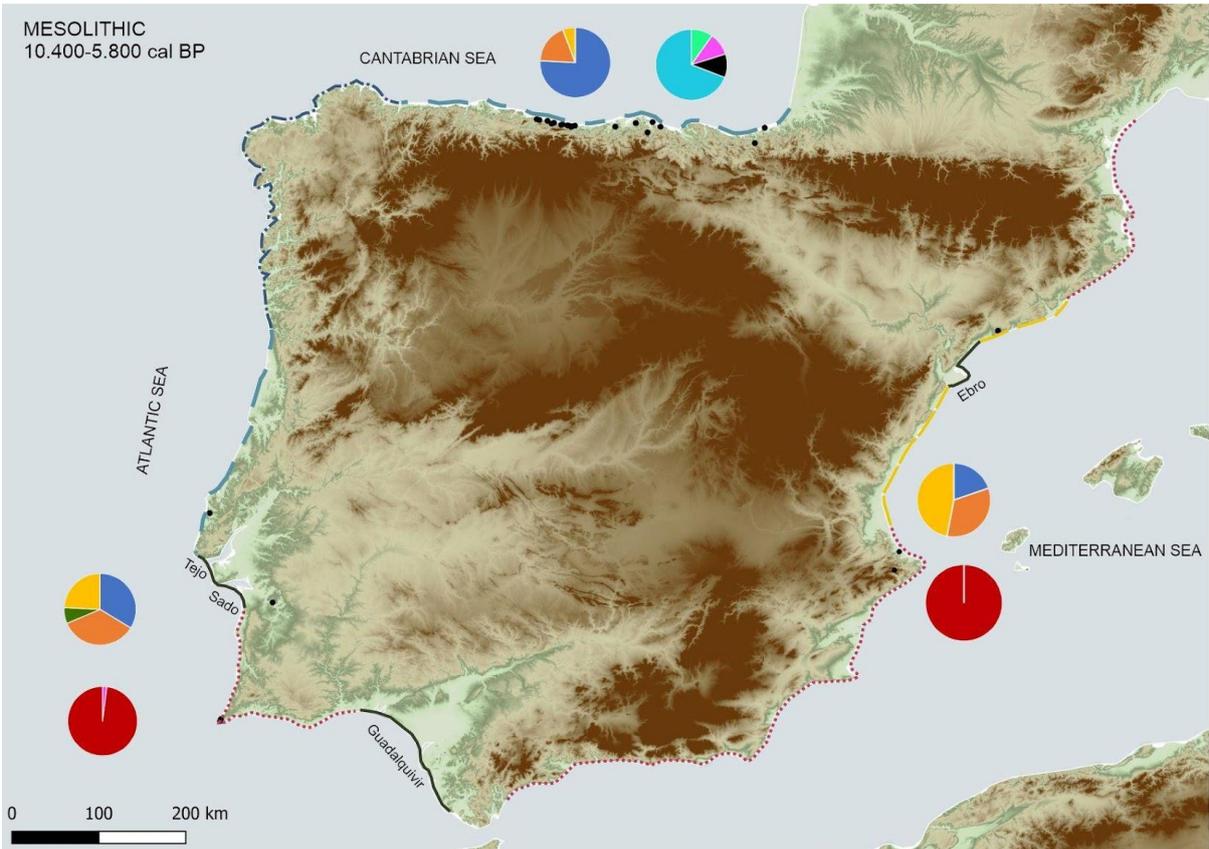
En base a la composición y distribución de la abundancia relativa de las especies de moluscos por periodo, se evidencia un cambio en la estrategia de gestión de este recurso en el territorio peninsular (**Figura 2.3**). Por un lado, se constata una tendencia hacia la diversificación en la recolección de moluscos en la costa cantábrica durante el Neolítico. A pesar de que persiste el predominio en el marisqueo de la zona alta del intermareal rocoso, con especies como *P. depressa* y *P. lineatus* en ambos periodos, el análisis ecológico revela un aumento en la diversidad de especies en los conjuntos neolíticos [(1/D=1,77 (Mesolítico) y 1,87 (Neolítico); qD=2,38 (Mesolítico) y 2,69 (Neolítico)]. Esto se debe a que en el Neolítico se documentan yacimientos especializados en la explotación de especies de ambientes estuarinos (*S. plana*). Por otro lado, se observa una tendencia hacia la especialización en el marisqueo en la costa Atlántico-portuguesa y en la Mediterránea durante el Neolítico. En la costa Atlántico-portuguesa, se destaca la recolección predominante de moluscos de zonas altas del intermareal rocoso durante el Mesolítico (*Patella* sp. y *P. lineatus*), ampliándose el área de recolección a zonas bajas del intermareal durante el Neolítico (*Patella* sp. y *Mytilus* sp.).

El análisis ecológico refleja una disminución en la diversidad de especies recolectadas durante el Neolítico [(1/D=3,17 (Mesolítico) y 2,63 (Neolítico); qD=3,67 (Mesolítico) y 3,66 (Neolítico)], vinculada a una reducción significativa en la recolección de especies de ambientes estuarinos, como *Cerastoderma* sp. En la costa Mediterránea, durante el Mesolítico, los moluscos se recolectan en la zona baja del intermareal, tanto en lagunas costeras (*Cerastoderma glaucum*) como en el litoral rocoso (*Mytilus* sp.), y en el Neolítico, especialmente en la Cova de Les Cendres, la recolección se centra en las zonas altas del intermareal rocoso (*Patella* sp. y *P. turbinatus*). Los resultados obtenidos en el análisis ecológico indican una disminución en la diversidad de especies recolectadas durante el Neolítico [(1/D=2,11 (Mesolítico) y 1,81 (Neolítico); qD=3,13 (Mesolítico) y 2,05 (Neolítico)]. En el caso de la región del Golfo de Cádiz, la recolección de moluscos se concentra en las zonas bajas del intermareal de las marismas costeras y en las zonas altas del intermareal rocoso. El análisis ecológico revela un elevado grado de diversidad de especies recolectadas (1/D=4,34 y qD=6,96), indicando así un aprovechamiento diversificado de moluscos durante el Neolítico.

La comparación mediante el índice de similitud de Simpson de los conjuntos malacológicos de las diversas áreas litorales revela diferencias en la diversidad de las especies recolectadas entre regiones y periodos cronológicos. Durante el periodo Mesolítico, se evidencia una mayor similitud entre los conjuntos del litoral cantábrico y atlántico-portugués, que comparten características ecológicas semejantes, en contraste con la menor similitud observada con los conjuntos de la costa Mediterránea. No obstante, en el periodo Neolítico, se destaca una mayor similitud entre los conjuntos de la costa Mediterránea, el Golfo de Cádiz y el atlántico-portugués, en comparación con los conjuntos de la costa cantábrica. Se observa que el conjunto malacológico de esta última región exhibe una mayor semejanza con los conjuntos mesolíticos tanto del Cantábrico como del Atlántico-portugués (**Tabla 2.6 y Figura 2.4**). Estos resultados sugieren que la práctica de recolección de moluscos en la costa cantábrica experimenta escasas variaciones entre el periodo Mesolítico y Neolítico.

Únicamente dos de los yacimientos arqueológicos investigados presentan ocupaciones tanto mesolíticas como neolíticas, siendo el yacimiento de Mazaculos II representativo en la región cantábrica. El nivel A3, datado entre 8100 y 7600 cal BP, corresponde al Mesolítico, mientras que el nivel A2, datado entre 6100 y 5500 cal BP, está adscrito al Neolítico. El nivel A2, perteneciente al Neolítico, presenta una cantidad notablemente mayor de especímenes (n=6587) en comparación con el nivel A3 del Mesolítico (n=1074). En términos de la composición específica por nivel, no se observan cambios significativos ni en las especies recolectadas ni en

sus proporciones relativas. Aunque los índices de diversidad reflejan un ligero descenso en la variedad de los conjuntos recolectados durante el periodo Neolítico [$1/D=3.92$ (A3) a 3.78 (A2) y $qD=4.71$ (A3) a 4.6 (A2)], indicando una inclinación hacia una gestión más especializada, se constata, en general, una continuidad en las prácticas de recolección de moluscos entre el periodo Mesolítico y el Neolítico, a pesar de las ligeras variaciones observadas en la gestión de los moluscos a escala local.



Molluscs sand/mud substrate: Patella Phorcus Mytilus Hexaplex **Molluscs rocky substrate:** Scrobicularia Solen Cerastoderma
Stramonita Ostrea Ruditapes

Topography: 0 m 50 m 100 m 200 m 400 m 600 m 800 m 1000 m

Type of coast: Dunas o playas extensas Acanilados y pequeñas rías Grande rías y playas Acanilados y calas Estuario y marismas

Figura 2.3. Mapa de la representación de especies de moluscos explotados durante el Mesolítico y el Neolítico en la península ibérica.

Área geográfica	Período	NMI	S	D	1/D	H'	J	°D	A	B	C	D	
A	Mesolítico	72746	21	0,563	1,776	0,87	0,286	2,387	A	1	0,72	0,43	
B		23242	18	0,315	3,170	1,3	0,450	3,669	B	0,72	1	0,57	
D		2098	14	0,473	2,113	1,14	0,432	3,127	D	0,43	0,57	1	
A	Neolítico	29113	17	0,535	1,869	0,99	0,350	2,691	A	1	0,59	0,76	0,58
B		3203	19	0,380	2,629	1,3	0,443	3,669	B	0,59	1	0,84	0,58
C		5040	29	0,230	4,339	1,94	0,576	6,959	C	0,76	0,84	1	0,83
D		14775	12	0,553	1,808	0,72	0,289	2,054	D	0,58	0,58	0,83	1

Tabla 2.6. Datos paleoecológicos de los niveles arqueológicos del Mesolítico y Neolítico seleccionados por áreas geográficas (A=costa cantábrica, B=costa portuguesa, C=Golfo de Cádiz, D=costa Mediterránea). NMI=Número Mínimo de Individuos, S=número de especies, D=índice de Simpson, 1/D=inverso del índice de Simpson, H'=índice de Shannon-Weiner, J=equidad de Pielou, °D=número efectivo de especies y matriz de afinidad faunística basada en el índice de similitud de Simpson que compara el conjunto de cada área geográfica.

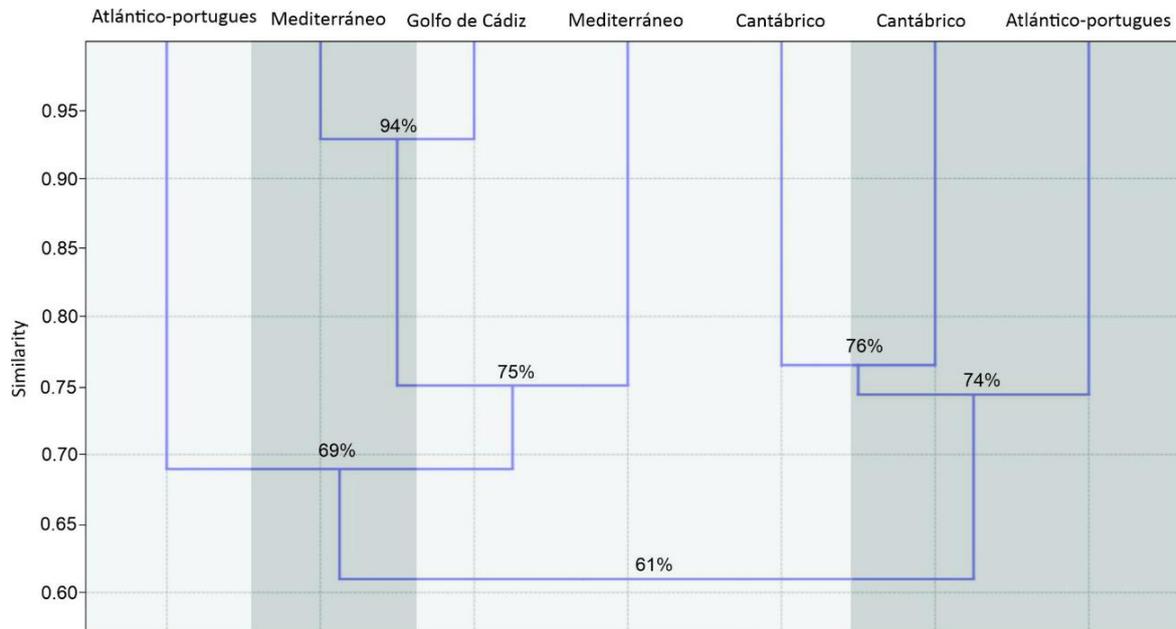


Figura 2.4. Clúster basado en el índice de similitud de Simpson que analiza la diversidad de la recolección de moluscos en las distintas áreas geográficas estudiadas. El fondo gris claro corresponde al periodo Neolítico y el gris oscuro al periodo Mesolítico.

En la región atlántica portuguesa, específicamente en Rocha das Gaviotas, se identifican dos niveles atribuidos al Mesolítico (nivel RG 3 datado entre 9800 y 9400 cal BP y RG 2c-lower datado entre 7700 y 7500 cal BP) y uno correspondiente al Neolítico (RG 2c-higher datado entre 5800 y 5700 cal BP). El nivel más antiguo (RG 3=4264) se caracteriza por presentar el mayor número de especímenes en comparación con los niveles más recientes (RG 2c-lower=1666 y RG 2c-higher=1342). Analizando la composición específica por nivel, se observa un cambio en la predominancia de *Mytilus* sp. durante la primera fase del Mesolítico, evolucionando hacia la predominancia de *Patella* sp. en la segunda fase del Mesolítico, una tendencia que persiste durante el período Neolítico. Los índices de diversidad indican un leve descenso entre los conjuntos recolectados durante el periodo Mesolítico y el Neolítico [(1/D=2.06 (c3) a 1/D=2 (c2 higher)]. Este descenso comienza en la fase más tardía del Mesolítico (1/D=2,06 (c3) a 1,81 (c2 lower) y qD=2,44 (c3) a 2,09 (c2 lower)), experimentando una ligera ampliación en el periodo Neolítico (nivel c2 higher). Por lo tanto, en términos de composición de especies recolectadas y su gestión, no se evidencia una ruptura distintiva entre el periodo Mesolítico y el Neolítico.

2.4. Aprovechamiento de moluscos marinos durante la neolitización en la península ibérica: tendencias y trayectorias.

Tal como se ha descrito, la península ibérica cuenta con un registro arqueológico notable que posibilita el análisis de la problemática vinculada a la explotación de recursos marinos durante los periodos Mesolítico y Neolítico, así como sus posibles cambios. Investigaciones recientes sobre este tema señalan una cierta continuidad en la explotación del entorno litoral a lo largo del Mesolítico y el Neolítico en prácticamente todas las regiones (Ramos Muñoz et al. 2011, Soares 2013, Pascual-Benito 2014, Álvarez-Fernández 2015, Nukushina 2016). La costa Mediterránea, a pesar de presentar una biomasa inferior a la de la costa Atlántica, también albergó, durante este intervalo temporal, comunidades costeras cuya subsistencia se fundamentaba en los recursos marinos (Fontanals-Coll et al. 2023).

Sin embargo, los resultados obtenidos en este estudio revelan variaciones tanto temporales como regionales en la abundancia relativa de las especies explotadas y las áreas de adquisición de los moluscos recolectados. Estas observaciones concuerdan con datos de yacimientos contemporáneos que no fueron incluidos en este estudio debido a que no presentan suficiente muestra o al hecho de que el NMI no se utilizó como unidad de cuantificación. En el caso de la

costa cantábrica durante el Mesolítico, se destaca el predominio de lapas y monodontas en Cuesta de la Encina nivel A (*Patella* sp.), Cuevas del Mar nivel 3 (*Patella* sp. y *P. lineatus*), Cueva de El Mar (*Patella* sp. y *P. lineatus*), La Garma B nivel A (*Patella* sp. y *P. lineatus*), Los Canes nivel 7 (*Patella* sp.) y Linatzeta nivel II (*Patella* sp. y *P. lineatus*) (Álvarez-Fernández, 2015). También se observan indicios de la explotación de entornos estuarinos en este periodo, especialmente en el nivel H-SI de Santimamiñe (*Ostrea* sp. y *S. plana*) (Gutiérrez-Zugasti 2011b).

En la costa Atlántica-portuguesa, se corrobora la relevancia de la recolección de especies de estuario durante el Mesolítico, como se ha evidenciado en yacimientos como Vale Frade (*R. decussatus*) (Araújo et al. 2014), Pinhal da Fonte (*Cerastoderma* sp.) (Araújo et al. 2014), Cabeço de Arruda (*Cerastoderma* sp. y *S. plana*) (Lentacker 1986), Cabeço de Amoreira (*Cerastoderma* sp. y *Scrobicularia plana*) (Lentacker 1986), Barranca do Grilo (*Cerastoderma* sp. y *S. plana*) y Montes de Baixo (*Ostrea* sp. y *Mytilus* sp.) (Soares, 1996). Se observa una disminución en la diversidad de especies explotadas en estos entornos durante el Neolítico. En el Golfo de Cádiz, la recolección de ejemplares de estuarios y marismas costeras está documentada desde el Mesolítico en El Embarcadero del Río Palmones (*R. decussatus*) (Ramos Muñoz y Castañeda Fernández 2005) y Cañada Honda (*R. decussatus*, *Lutraria lutraria* y *Cerastoderma edule*) (Fernández et al. 2023), consolidándose como una práctica recurrente durante el Neolítico.

En la costa Mediterránea, la predominancia de *Cerastoderma* sp. en la recolección durante el Mesolítico se evidencia en yacimientos como L'Assut (Román et al., 2020). En Nerja Mina, niveles 13 y 12, *Mytilus* sp., *Cerastoderma* sp. y *R. decussatus* en descenso (Jordá-Pardo 1984). En Nerja Vestíbulo, nivel 3C, *Mytilus* sp., (Jordá-Pardo, 1984) y en Bajondillo 3, (*Mytilus* sp. y *Cerastoderma* sp. (Cortés-Sánchez et al, 2020). Durante el periodo Neolítico, se constata el predominio de lapas y monodontas en sitios como Costamar (*Patella* sp.) (Carrasco, 2009), Tossal de Basses (*Patella* sp. y *Phorcus* sp. (Luján Navas, 2016), La Vital (*Patella* sp.) (Pascual-Benito 2010) y Nerja Mina, niveles 10-5 (*Patella* sp. (Jordá-Pardo, 1984), con la excepción de Barranquet, donde destaca *Cerastoderma* sp. (Esquembre-Bebíá et al., 2008).

Estas variaciones diacrónicas en la representación y abundancia de especies indican la existencia de diversas estrategias en la gestión de los moluscos marinos entre los dos períodos estudiados. A través del análisis ecológico, centrado en la distribución de la abundancia relativa de las especies recolectadas por región, se evidencia una estrategia de gestión relativamente

más diversificada durante el Mesolítico, contrastando con un mayor grado de especialización en el Neolítico. Mientras que en el Mesolítico se observa la recolección de entre tres o cuatro especies principales, en el Neolítico la mayoría de los ejemplares recolectados corresponden a una o dos especies predominantes. Investigaciones previas en concheros Mesolíticos y Neolíticos de Portugal han sugerido la posibilidad de que esta especialización en la gestión de los moluscos se vincule a una disminución en la eficiencia de la búsqueda de alimento (Dean y Carvalho 2011; Dean et al. 2012). En este contexto, se ha planteado la hipótesis de que la reducción de las surgencias y el aumento de aridez durante el Holoceno temprano disminuyeron la disponibilidad de recursos del intermareal en el Mesolítico tardío, afectando su recolección y consumo (Bicho et al. 2010). Asimismo, para la costa Mediterránea, algunos investigadores sugieren que la pérdida de llanuras costeras y el cambio morfológico de ecosistema lagunar a costa rocosa influyeron en la disponibilidad de los recursos litorales, provocando un cambio en las especies de moluscos consumidos entre el Mesolítico y el Neolítico (Fernández-López de Pablo y Gabriel 2016, Brisset y Fernández-López de Pablo 2022). Además, estudios sobre los concheros de la región cantábrica indican que la escasez de recursos terrestres, como el ciervo y la cabra montesa, y la formación de estuarios durante el Holoceno temprano llevaron a un cambio en las especies consumidas y en la importancia de esta actividad a finales del Mesolítico (Gutiérrez-Zugasti, 2011a, Milano et al. 2022).

Complementariamente a los factores ambientales, cabe la posibilidad de que la adopción de los domesticados a inicios del Neolítico pudiera haber influido también en el cambio de la gestión de los moluscos marinos. El clúster obtenido a partir del índice de similitud de Simpson muestra que en el Neolítico la diversidad de los conjuntos malacológicos de la costa mediterránea y del atlántico-portugués cambia respecto al periodo anterior, mientras que el conjunto de la costa cantábrica sigue siendo similar al conjunto mesolítico. En este caso, las diferencias que se observan entre la región cantábrica y el resto de las áreas estudiadas durante el Neolítico (**Figura 2.4**) podrían estar relacionadas con el ritmo de adopción de la agricultura y ganadería, presentado la neolitización un cierto decalaje cronológico en la zona norte frente al resto de regiones (Isern 2014, Cubas et al. 2016, Saña et al. 2020).

Los resultados obtenidos evidencian, también para el Neolítico, una tendencia a privilegiar las especies más óptimas en términos productivos o energéticos, practicando una estrategia más especializada. En esta línea, se documenta por ejemplo que las lapas son los moluscos más recolectados, a excepción de la zona del Golfo de Cádiz, donde predomina *R. decussatus*. Lapas y monodontas, son las especies más predecibles y fáciles de procesar del área del intermareal

rocoso medio alto (Fa 2008, Fa y Fa 2002). Además, las distintas especies de lapas presentan mayor rentabilidad en términos de rendimiento cárnico, frente a las monodontas (García-Escárzaga y Gutiérrez-Zugasti 2021). La especie de almeja *R. decussatus* es también uno de los moluscos con mayor biomasa y mayor valor nutricional que se puede adquirir en las zonas de estuario (Fa y Fa 2002, Fernández et al. 2023). La mayor importancia de estas especies durante el Neolítico podría ser un indicador de la necesidad de optimizar la adquisición de alimento en estas áreas litorales.

Otra diferencia significativa documentada en las estrategias de gestión de los moluscos tiene que ver con la línea de costa, y, de manera concreta, con la distancia del yacimiento a ésta. Los yacimientos ubicados a una distancia >10 km del litoral muestran una proporción mayor de bivalvos, mientras que los situados a una distancia <10 km presentan mayor cantidad de gasterópodos (**Figura 2.5**). Esto puede estar relacionado con varios aspectos, entre los que cabe considerar el coste energético derivado del transporte del recurso, la conservación del alimento hasta el lugar de consumo, o el uso no bromatológico de algunas especies de moluscos. En cuanto al coste de transporte, el estudio de Coddling et al. (2014) sugiere que los taxones con mayor proporción de carne que de concha que requieren un mayor tiempo de procesado, suelen transportarse con la concha al yacimiento, mientras que en el caso contrario se desecha en el lugar de adquisición. De esta manera, es probable que los ejemplares de los géneros *Haliotis* y *Callista* se procesen en la costa y, en cambio, *Mytilus*, *Patella*, *Phorcus* y *Ostrea* se procesen en el yacimiento (Fa 2008, Jazwa et al. 2015). En lo referente a la conservación del alimento, los bivalvos poseen la capacidad de cerrar y crear un sello hermético entre las valvas, reduciendo la variación de humedad relativa y temperatura en su interior (Fa 2008). Las lapas consiguen cerrarse herméticamente al adherirse a un sustrato duro, mientras que en los bígaros dependerá de lo impermeable que sea el cierre del opérculo (Madariaga de la Campa y Fernández Pato 1987). Por último, la presencia de ciertos moluscos en yacimientos de interior puede estar relacionada con el uso no bromatológico. En La Draga (Girona), yacimiento a más de 100 km de la costa mediterránea, la presencia de conchas de *Mytilus* sp. y *Callista* sp. se vinculan a la elaboración de útiles (Clemente-Conte y Cuenca 2011, Verdún-Castelló et al. 2019). En Santimamiñe (País Vasco), también, se observa el uso de conchas de *Ruditapes* sp. y *Ostrea* sp. como herramientas (Cuenca-Solana 2015), igual que en otra cueva vasca, en Marizulo, en este caso con una valva de *Callista chione* (Álvarez-Fernández y Altuna 2013).

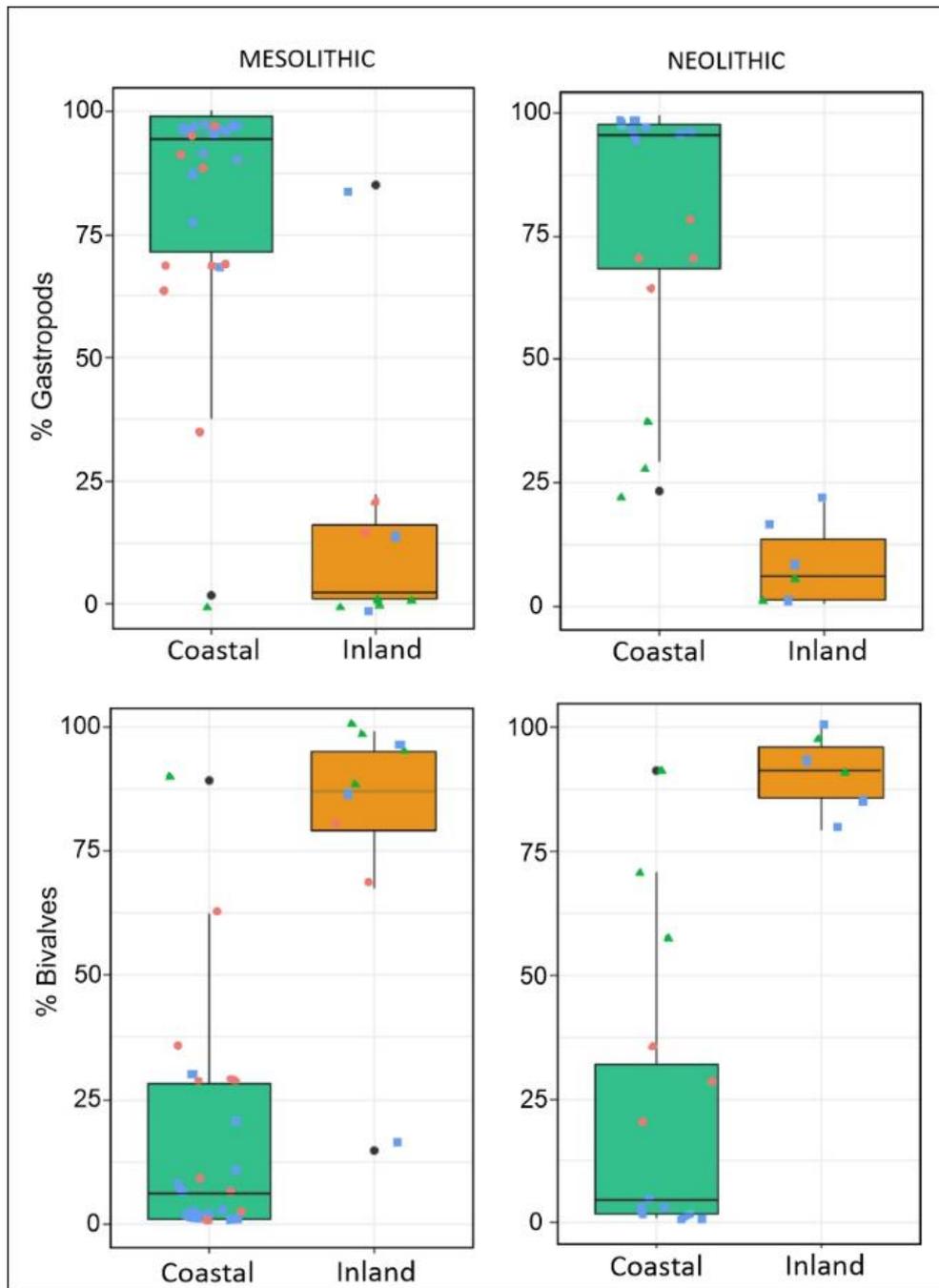


Figura 2.5. Diagrama de caja de barras del porcentaje de gasterópodos frente a bivalvos en yacimientos de costa e interior durante el Mesolítico y Neolítico en la Península Ibérica. Tipo de yacimientos: cueva: cuadrado azul, abrigo: círculo rosa y aire-libre: triángulo verde.

Estos aspectos influyen en la composición de los conjuntos, y pueden ser la causa de las diferencias observadas en el consumo de moluscos entre yacimientos de interior y costeros. En Santa Maira (Alicante), por ejemplo, se combinaba con el de recursos terrestres, evidenciando

la práctica de una estrategia que integra territorios, costa y valles interiores durante el Mesolítico (Aura-Tortosa et al. 2006).

En definitiva, los datos disponibles muestran un cambio en la gestión de los moluscos marinos entre el Mesolítico y el Neolítico en la península ibérica. Se produce una especialización de la explotación de estos recursos durante el Neolítico, reduciendo el número de especies recolectadas, vinculada a los procesos de neolitización que acontecen en las distintas regiones del territorio. Además, se constata que la ubicación de los yacimientos en relación con la costa influye en las estrategias de marisqueo, que favorece la recolección de especies que se transportan y se conservan mejor en el tiempo como los bivalvos.

2.5. Moluscos marinos durante la Neolitización de la península ibérica: exploración de hipótesis y presupuestos iniciales entorno a su gestión

La península ibérica constituye pues un marco ideal para el estudio del papel que jugaron los recursos de origen marino en las dietas de los últimos grupos de cazadores-recolectores y de las primeras sociedades agrícolas y ganaderas.

Los datos expuestos en este capítulo evidencian, en primer lugar, un cambio en sus estrategias de gestión entre el periodo Mesolítico y el Neolítico. Este cambio consiste en una especialización en el marisqueo durante el Neolítico, que se centra ahora en pocas especies (distintas especies de lapas, monodontas y almejas). A pesar de existir una similitud del 65% en la diversidad de la recolección de moluscos en todo el territorio peninsular durante el Neolítico, se asiste a una cierta variabilidad regional que puede venir condicionada tanto por factores económicos y sociales como ecológicos. Entre los primeros, cabe enfatizar que el ritmo de adopción de los domesticados, con un decalaje de 500 años en el norte respecto al resto de áreas peninsulares (Saña 2013, Saña et al. 2020), pudo influir en la pervivencias y mayor importancia relativa de las estrategias practicadas a comienzos del Holoceno en el norte peninsular. Así, en la costa cantábrica se observa una ligera tendencia a la diversificación del aprovechamiento de los moluscos marinos. En este caso, teniendo en cuenta que el cambio morfológico del litoral y las líneas de costa se han consolidado entre la 7.000 y 6.000 cal BP (Leorri et al. 2012, Brisset y Fernández-López de Pablo 2022), es posible que la adopción de la agricultura y la ganadería tuviera un ligero impacto en la especialización de la gestión de los medios litorales.

En segundo lugar, y en relación con los factores ecológicos y línea de costa, se ha puesto de manifiesto que cuando los asentamientos se localizan a más de 10 km de la línea de costa, pueden no representar el total de las especies de moluscos consumidos. Esto demuestra la necesidad de evaluar la importancia alimentaria de este tipo de recursos teniendo en cuenta el resto de las estrategias de subsistencia practicadas, integrando los territorios explotados de forma sincrónica y, particularmente, los contextos de costa y de interior, superando de esta forma los posibles sesgos que pueden comportar los estudios focalizados en un único yacimiento.

Finalmente, es importante señalar la necesidad de aplicar nuevas líneas de investigación para avanzar en el conocimiento del papel jugado por los recursos marinos, y por los moluscos en particular, en las estrategias de subsistencia de las últimas sociedades cazadoras-recolectoras y primeras sociedades agropecuarias. Por una parte, los estudios biométricos y de morfología geométrica y el análisis de los cambios en la talla y la forma de los moluscos recolectados nos permitirán contrastar si la presión ejercida por la recolección humana pudo provocar un descenso en la disponibilidad de recursos marinos a finales del Mesolítico y el Neolítico. Por otra parte, los estudios de la estacionalidad de recolección de estos invertebrados nos permitirán contrastar la hipótesis del carácter estacional de su consumo planteado para el Neolítico (Pascual-Benito 2014), y si este cambio documentado en las pautas de gestión puede estar o no relacionado con el inicio de las prácticas agrícolas y ganaderas.

En este sentido, el estudio realizado sobre los restos arqueomalacológicos procedentes de la sala de la Mina de la cueva de Nerja y del abrigo de Zacatín, que presentamos en los capítulos siguientes, contribuirán a precisar aún más el papel que tuvieron este tipo de recursos en las dietas de los grupos humanos en la Prehistoria peninsular, en particular, en el Mar de Alborán.

Capítulo 3. Materiales

3.1. Área de estudio

Los yacimientos arqueológicos estudiados están localizados en la zona costera ubicada en el suroeste de la península ibérica. Se sitúan en la parte más occidental del mar Mediterráneo denominada mar de Alborán, que corresponde con una línea imaginaria de unos 350 km que comprende desde el cabo de Gata en Almería (oeste), hasta el estrecho de Gibraltar (este). Por el sur, limita con las costas africanas y, por el norte, por la costa peninsular (180 km). En esta costa comprende las provincias de Cádiz, Málaga, Granada y Almería. Su profundidad media es de 1000 metros, aunque alcanza más de 2000 en sus zonas más profundas.

Las corrientes superficiales del mar de Alborán fluyen hacia el este, aportando agua marina fría procedente del Atlántico, mientras que las corrientes submarinas trasladan aguas mediterráneas, que son más corrientes y saladas, hacia el Atlántico. Gracias a estas corrientes se desarrolla en la región una gran cantidad y variedad de especies faunísticas, que lo hace una de las más ricas en biodiversidad del Mediterráneo. Esta gran variedad de especies hizo que esta zona peninsular reuniese las condiciones necesarias para que en la Prehistoria los grupos humanos se asentaron en cuevas y abrigos próximos a la costa, particularmente por los neandertales durante el Paleolítico medio, y por los primeros representantes de nuestra especie, en particular a finales del Paleolítico superior, durante el Mesolítico y el Neolítico.

En los yacimientos arqueológicos se conservan abundantes restos de origen animal. El análisis de estos recursos tiene una gran tradición y ha sido abordada desde diferentes puntos de vista: estudios arqueozoológicos centrados en los restos de vertebrados e invertebrados, análisis de artefactos relacionadas con el marisqueo y la pesca (por ejemplo, arpones) y análisis de representaciones en el arte parietal (mamíferos marinos, peces, etc.). Por lo que se refiere a los primeros, las primeras evidencias de su explotación se vinculan con los neandertales, por ejemplo, en los niveles 17 a 19 en Bajondillo (Málaga), con cronologías que podrían llegar a los 150.000 años. La mayor parte de las evidencias, sin embargo, se relacionan con nuestra especie y se documentan en contextos a partir de inicios del Paleolítico superior, particularmente en la provincia de Málaga. Evidencias de esta explotación continúan en diferentes yacimientos durante el Mesolítico y el Neolítico, tal como se ha constatado por ejemplo en las diferentes salas de la cueva de Nerja (Aura Tortosa et al. 2016).

3.2. Yacimientos estudiados

3.2.1. La cueva de Nerja. La Sala de La Mina

3.2.1.1. La cueva de Nerja

La Cueva de Nerja se encuentra situada en el flanco suroccidental de la Sierra de Almirajara, no muy distante al pueblo de Maro, localidad que pertenece al término municipal de Nerja. Las coordenadas UTM del yacimiento son: X= 424.625; Y= 4.069.025. Está situada a de 158 m snm y dista casi 1000 m de la línea de costa actual (**Figuras 3.1 y 3.2**). La cavidad se sitúa en la denominada Ladera del Águila, una pequeña vertiente orientada hacia el suroeste por la que discurren las aguas de escorrentía. Esta ladera está limitada por dos barrancos, el de Maro y el de Sanguino, que discurren más o menos paralelos, con una dirección NNE- SSW. Desde el punto de vista geológico, el relieve es escarpado con desniveles considerables, con cotas que llegan a alcanzar los 1500 metros de altitud a unos 6 km al norte de la cueva. Al sur, se advierte una superficie plana basculada hacia el mar, cortada a su vez por barrancos que en su tramo final dan lugar a pequeñas playas de cantos, gravas y arenas (Jordá-Pardo 1986, Aura-Tortosa et al. 2001, 2005).

La cavidad se localiza en el borde meridional del complejo Alpujarride, unidad tectónica situada dentro de la zona Bética de las cordilleras homónimas. En éste se distinguen a su vez varios mantos de corrimiento, uno de los cuales, el Manto de la Herradura, constituye la unidad en la que está ubicada la cueva. Por lo que respecta al sistema kárstico al que pertenece la cueva, éste puede considerarse como un karst de montaña situado dentro de la “región bético-murciana”, de tipo pluvial-mediterráneo. La alimentación del karst es autóctona y se produce por infiltración gravitacional del agua de lluvia a través de las múltiples diaclasas que surcan los mármoles en los que se desarrolla la cavidad. Estos mármoles presentan una estructura subhorizontal o ligeramente inclinada hacia el sur, por lo que condicionan la formación de grandes salas de desarrollo horizontal o inclinado en el mismo sentido (Jordá Pardo 1986).



Figura 3.1. Mapa de localización donde se señala la ubicación de la cueva de Nerja en el Mar de Alborán y aspecto de la costa próxima a Maro en la actualidad.

La disposición en forma de arco de las principales elevaciones de la provincia de Málaga (sierras de Ronda, Bermeja, de Mijas, Montes de Málaga, Tejeda y Almirajara) que alcanzan elevaciones por encima de los 1000 metros de altura, crean una zona costera protegida que permite el desarrollo en la misma de un clima cálido mediterráneo de veranos largos secos y calurosos e inviernos cortos y suaves. La disposición del relieve origina un cierto mosaico climático entre las zonas costeras orientales, en las que predomina un clima mediterráneo subtropical, y la zona occidental, con un mediterráneo oceánico con lluvias más abundantes (Cortés-Sánchez et al. 2010). Las condiciones medioambientales están caracterizadas por una temperatura media anual alta (17°-19°), práctica ausencia de heladas a lo largo del año y un régimen de precipitaciones estacional y seco (300-600 mm) (Aura-Tortosa et al. 2013).

La cueva fue descubierta en 1959 y consta de 14 salas divididas con distintas galerías. En la cavidad Nerja se conserva una de las evidencias más importantes de ocupaciones prehistóricas del suroeste de Europa (Acosta et al. 1995, Jordá-Pardo 1986, Jordá-Pardo y Aura-Tortosa 2008, Simón 2003). Destacan, por su importancia y porque en ellas se han documentado abundantes restos arqueofaunísticos, particularmente vertebrados e invertebrados marinos, las llevadas a cabo en (**Figura 3.2**):

- El Conducto del Descubrimiento. Corresponde con la entrada Prehistórica. Fue excavada por F. Jordá en 1985. Se han documentado materiales arqueológicos del Neolítico y del Calcolítico (Álvarez-Fernández, Comunicación personal).

- La Sala de la Mina. Las primeras excavaciones las llevaron a cabo F. Jordá Cerdá y A. Arribas entre 1965 y 1968. M. Muñoz lo hizo entre 1971 y 1972. Posteriormente el yacimiento

fue intervenido utilizando métodos de excavación más precisos. En las excavaciones de M. Pellicer en 1979, 1980 y 1984 se documentaron varios niveles adscritos al Magdaleniense, al Epipaleolítico, al Mesolítico, a diferentes fases del Neolítico y al Calcolítico. Las realizadas por Francisco Jordá Cerdá entre 1979 y 1985 se detallan más abajo. Nuestra investigación se ha focalizado exclusivamente en los materiales arqueomalacológicos de estas últimas intervenciones citadas.

- La Sala del Vestíbulo. Los primeros trabajos fueron realizados por M. Pellicer en 1959, A. M. Quadra en 1962 y 1963 y Francisco Jordá Cerdá en 1965. Posteriormente el yacimiento fue intervenido utilizando métodos de excavación más precisos. Así, F. Jordá Cerdá excavó esta zona de la cueva entre 1982 y 1987, documentando ocupaciones del Paleolítico superior (Gravetiense, Solutrense, Magdaleniense, Epipaleolítico), del Mesolítico y del Neolítico.

- La Sala de la Torca. En las intervenciones de M. Pellicer en 1979 y 1982 se registraron diversas ocupaciones del Neolítico y el Calcolítico.

Las ocupaciones que tuvieron lugar en las diferentes salas de la Cueva de Nerja están estrechamente ligadas a los cambios registrados en la posición de la línea de costa. En el Máximo Glaciar se calcula que estaría a unos -120 m, lo que generó una franja costera emergida de más de 4,5 km a la línea de costa actual. En el Greenland Stadial 1, la línea estaba a -90 y a 3,5 km de la costa actual. Al inicio del Holoceno, el nivel del mar se situaba entre -50 y -23 m y la posición media de la línea de costa quedaba alejada entre un kilómetro y 400 metros respecto de su posición actual (Aura y Jordá-Pardo 2014).

Los datos de las paleotemperaturas de las aguas superficiales marinas indicarían que justo antes del Último Máximo Glaciar la temperatura se situaría entre 10°C y 14°C, mientras que en el Tardiglaciar estaría entre 12°C y 14°C y a comienzos del Holoceno, entre 18°C y 20°C (Aura y Jordá-Pardo 2014).

Los datos sobre la vegetación se obtuvieron de los restos de carbones y semillas conservados en los yacimientos, pero la información sólo cubre el final del Pleistoceno. En líneas generales, se ha podido determinar qué estrato arbóreo se encontraba muy degradado y el suelo muy empobrecido. Los matorrales altos y bajos que constituyen el estrato arbustivo son las formaciones que ocupan mayores extensiones en terrenos de este tipo durante el final del Pleistoceno. Los pinos salgareños y piñoneros van disminuyendo en proporción según

avanzamos hacia el Holoceno, teniendo más importancia especies de bosque como el roble (Aura y Jordá-Pardo 2014).

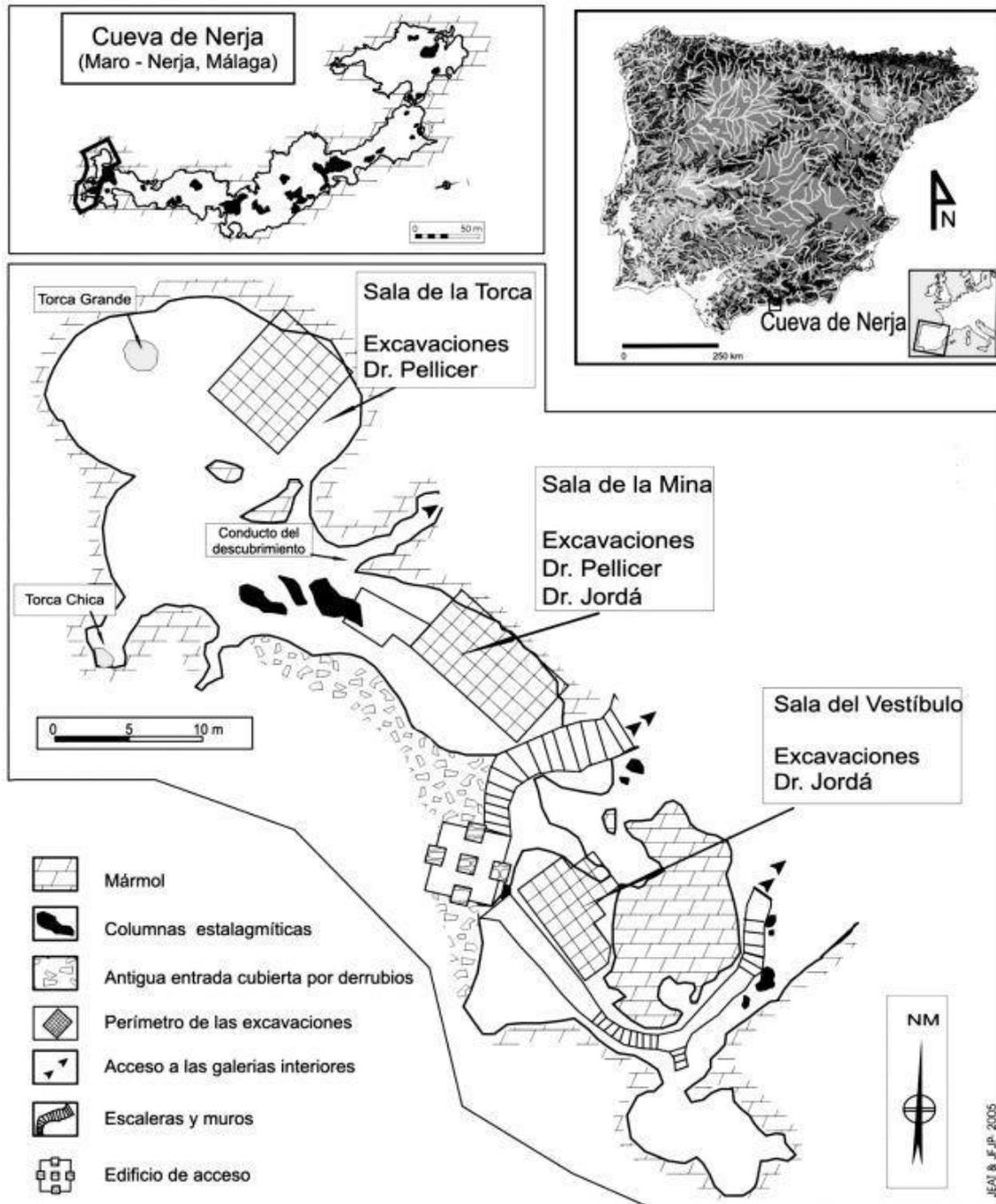


Figura 3.2. Plano general de la Cueva de Nerja con la localización de las diferentes salas donde se han llevado a cabo intervenciones arqueológicas (Jordá Pardo y Aura 2008)

3.2.1.2. La Sala de la Mina de la cueva de Nerja: Excavaciones de Francisco Jordá Cerdá.

3.2.1.2.1. Localización y descripción del yacimiento

Se trata de una sala subrectangular de 15m de longitud y 10m de anchura próxima a la entrada prehistórica a la cueva (Conducto del Descubrimiento) y localizada al noroeste de la Sala del Vestíbulo y al Sureste de la Sala de la Torca (**Figura 3.2**).

3.2.1.2.2. Intervenciones arqueológicas

Entre 1979 y 1986, F. Jordá excavó la Sala de la Mina. Los materiales arqueológicos que se estudian en esta tesis doctoral proceden de estas intervenciones arqueológicas. Se distribuyó la superficie excavada en cuadros de 1m x 1m, mediante capas de unos 5 cm de espesor. Los restos fueron recogidos y lavados en el exterior de la cueva, para lo que se utilizaron diferentes mallas metálicas (8, 4, 1 mm de luz). Posteriormente fueron empaquetados convenientemente y transportados al Departamento de Prehistoria, Historia Antigua y Arqueología de la Universidad de Salamanca, donde se están estudiando actualmente.

3.2.1.2.3. Secuencia estratigráfica y cronológica de la sala Mina

El depósito formado en la Sala de Mina presenta una de las pocas secuencias estratigráficas, donde se registran las etapas finales del Pleistoceno tardío y el Holoceno temprano en el Mediterráneo occidental. Las excavaciones de Francisco Jordá Cerdá y su equipo documentaron un total de 19 niveles. A continuación se indica a qué periodos se adscriben y qué cronologías tienen (Jordá-Pardo y Aura Tortosa 2008, *cf.* García Borja et al. 2018) (**Figuras 3.3 y Tabla 3.1**):

- NM1: Neolítico final/Calcolítico, en el periodo Subatlántico
- NM4 a NM2: Neolítico medio, en el periodo Subboreal.
- NM5: finales del Neolítico antiguo, en el periodo Subboreal, datado del 5200 al 4800 cal BC
- NM6 a NM10: Neolítico antiguo y medio, en el periodo Atlántico, con fechas del 5400 al 5100 cal BC
- NM12 a NM11: Mesolítico con geométricos. Estos niveles se vieron alterados por las ocupaciones neolíticas. Se adscriben al Boreal/Preboreal, entre 6400 y 5900 cal BC.

- NM13: Epipaleolítico microlaminar, durante el Greenland interestadial 1
- NM14 a NM16: Magdaleniense superior. Está datada entre ca. 12800 y 11600 cal BC, durante el Greenland Interestadial 1.
- NM17 a NM19: Gravetiense, durante el Greenland Stadial 4 y el Greenland Interestadial 4.

Estos niveles fueron afectados por distintos eventos erosivos que tuvieron lugar entre NM14 y NM13, entre NM12 y NM11, y entre NM7 y NM6.

Las fechas radiocarbónicas obtenidas hasta el momento procedentes de los niveles arqueológicos se señalan a continuación (**Figuras 3.4 y Tabla 3.1**):

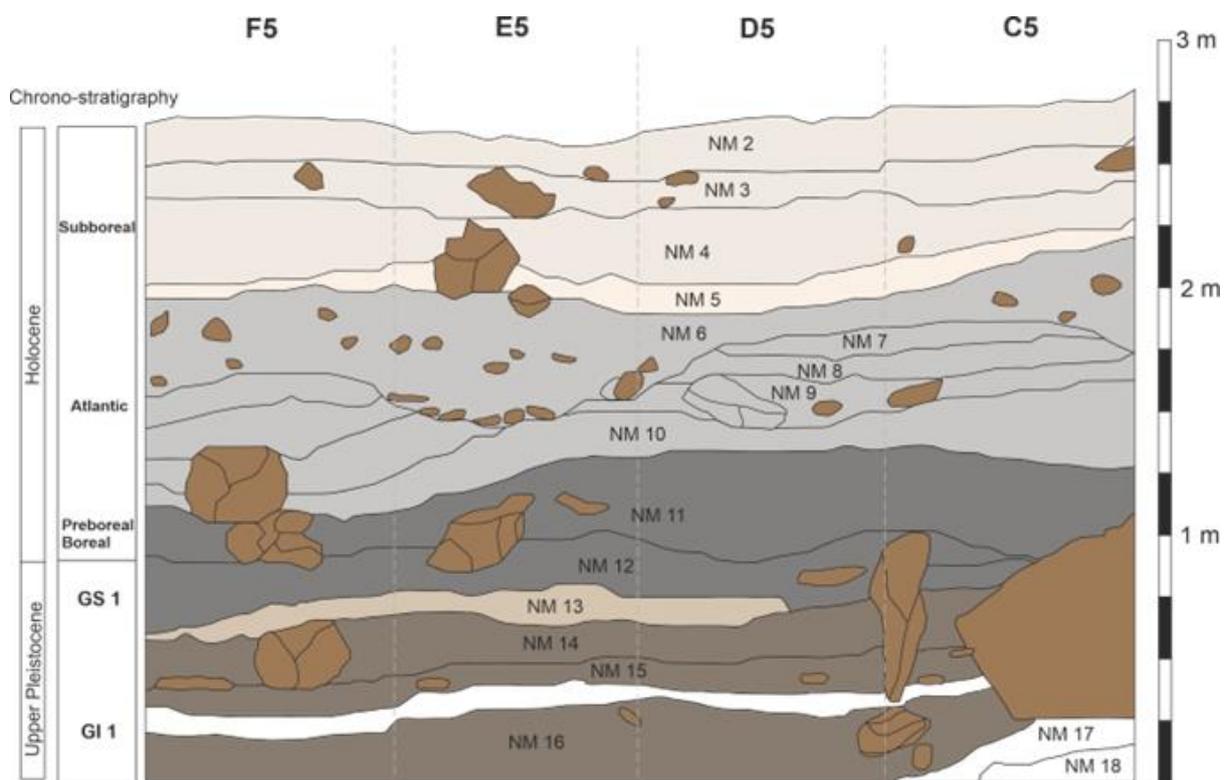


Figura 3.3. Secuencia estratigráfica de la Sala de la Mina de la cueva de Nerja.

Nivel	Código	Material	Fecha BP	Desviación	Cal BP 68.3%	Cal BP 95.4%	Bibliografía		
5	OxA-26077	Ovis/capra	5998	31	6885	6791	6937	6745	García et al., 2018
5	Beta-284147	Hordeum sp	6050	40	6951	6801	7150	6786	Aura et al., 2013
5	OxA-26078	Ovis aries	6149	31	7157	6980	7158	6952	García et al., 2018
6	OxA-26079	Ovis/capra	6207	32	7163	7021	7247	6995	García et al., 2018
7	OxA-26080	Ovis/capra	6196	31	7161	7021	7240	6991	Aura et al., 2013
7	OxA-26081	Ovis/capra	6219	33	7237	7022	7251	7001	Aura et al., 2013
8	OxA-26082	Ovis/capra	6214	35	7165	7020	7251	6996	Aura et al., 2013
8	OxA-X-2457- 57	Ovis/capra	7255	65	8170	8010	8185	7945	Aura et al., 2013
9	OxA-26083	Ovis/capra	6252	33	7255	7086	7260	7020	Aura et al., 2013
9	OxA-26084	Ovis/capra	6254	33	7255	7157	7260	7021	Aura et al., 2013
10	OxA-26085	Ovis/capra	6342	37	7312	7174	7414	7165	Jordá-Pardo y Aura, 2008
11	Beta-284146	Lathyrus sp	7150	40	8007	7940	8025	7870	Aura et al., 2013
11	Beta-284148	Pinus pineae	7490	40	8370	8212	8380	8193	Aura et al., 2013
12	OxA-26086	Ovis/capra	6466	33	7424	7331	7430	7311	Aura et al., 2013
16	UGRA-98	Carbón	12270	220	14841	14021	15153	13757	Aura, 1986
16	UGRA-147	Carbón	12060	150	14141	13762	14800	13522	Aura, 1986
16	UBAR-97	Carbón	11850	190	14004	13504	14179	13310	Jordá-Pardo et al., 1990
16	BETA- 313434	Quercus sp.	11970	50	14003	13787	14036	13618	Álvarez-Fernández et al., 2014
16	ANUS-21923	Pinus	12236	64	14250	14059	14805	14020	Álvarez-Fernández et al., 2014
16	ANUS-21924	Pinus pineae	12231	55	14215	14060	14790	14027	Álvarez-Fernández et al., 2014

Tabla 3.1. Dataciones radiocarbónicas de la Sala de la Mina de la cueva de Nerja

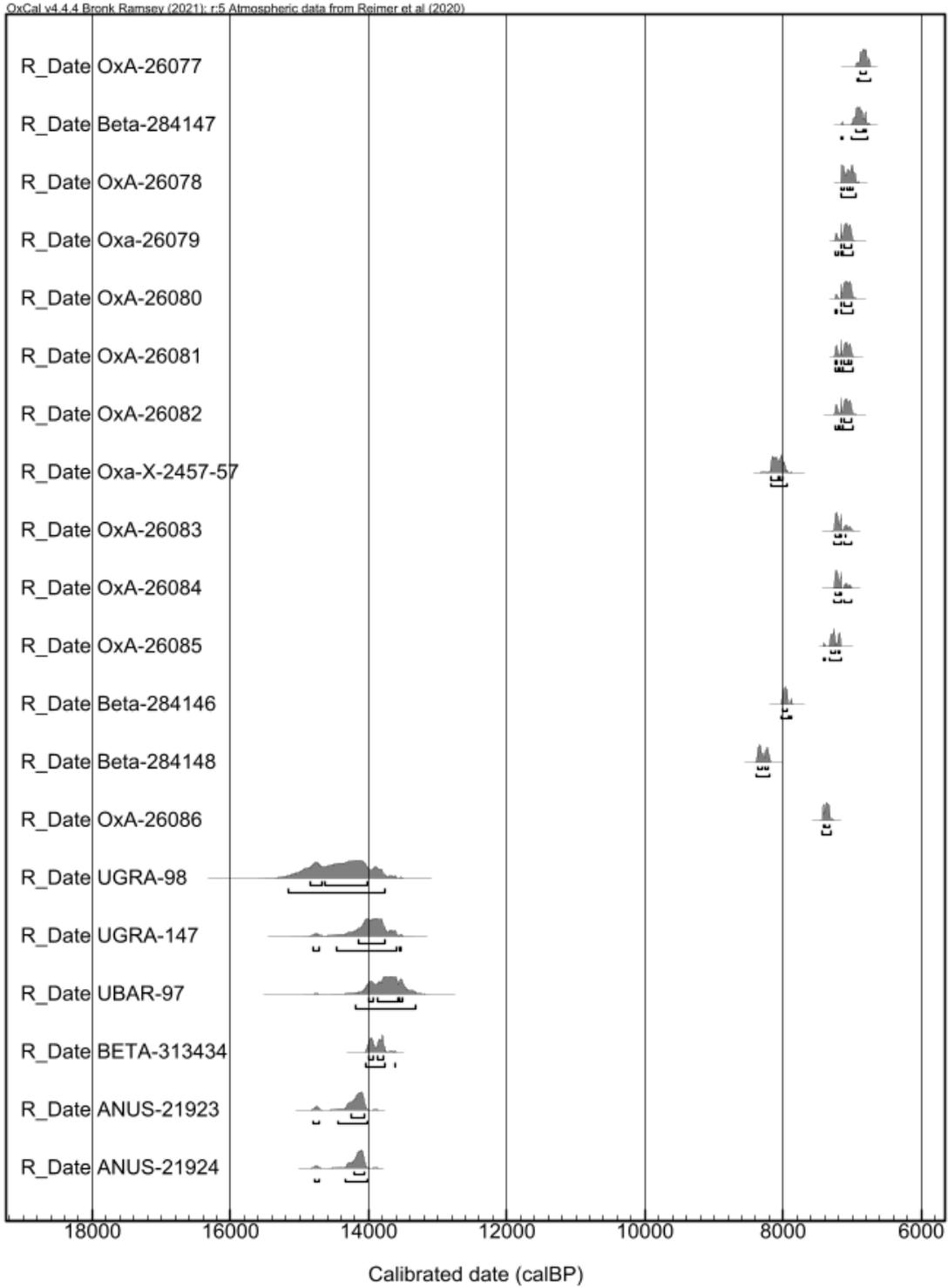


Figura 3.4. Cueva de Nerja, Sala de la Mina. Modelización bayesiana de las fechas radiocarbónicas con el programa OxCal (versión 4.4) (Bronk-Ramsey 2021).

3.2.1.2.4 Materiales arqueológicos de las ocupaciones del Paleolítico superior final al Neolítico inicial.

Las excavaciones realizadas en la Sala de la Mina han sacado a la luz un gran número de materiales arqueológicos tanto de origen biótico como abiótico, asociados en algunas ocasiones a diferentes estructuras antrópicas, por ejemplo, hogares (Álvarez-Fernández et al. 2014b, 2022, Aparicio Alonso et al. 2015, Aura-Tortosa 1986; Aura y Jordá-Pardo 2014; Aura-Tortosa et al. 2016, García-Borja et al. 2014, Jordá-Pardo 1986; Morales et al. 2020, Villalva et al. 2007).

En las ocupaciones del Neolítico y del Calcolítico la información disponible se centra en la cerámica. Destaca una gran abundancia de cerámicas a mano de diferente tipología y con distintas decoraciones (pintadas, con apliques, con decoración incisa, impresa, etc. (**Figura 3.5**). La talla laminar se realiza por presión y se asocia al tratamiento térmico de los núcleos. La industria ósea está formada por nuevos tipos, por ejemplo, punzones en huesos de cabras y de ovejas. Los objetos de adorno se realizan en piedra y en concha (cuentas discoidales en valvas de berberechos). La economía de estos grupos estaba basada en la ganadería de ovicaprinos y el cultivo de la tierra. Sin embargo, se sigue practicando la caza (aves, conejo, ciervo, cabra montés), la pesca de especies marinas, el marisqueo de moluscos marinos y, muy probablemente, la recogida de vegetales silvestres.



Figura 3.5. Cerámicas procedentes de la Sala de la Mina (NM-5) (García Borja et al. 2014)

Las ocupaciones del Mesolítico son difíciles de separar de las del Neolítico, debido a que los grupos neolíticos alteraron los niveles de comienzos del Holoceno. Por lo que se refiere a la talla, destaca la presencia de microlitos geométricos como, por ejemplo, los trapecios.

En las ocupaciones de finales del Paleolítico se indica la presencia de útiles líticos, fundamentalmente de grandes dimensiones (percutores, etc.), una escasez de útiles óseos (por ejemplo, anzuelos) y presencia de objetos de adorno. Los restos más abundantes corresponden a conchas de diferentes invertebrados marinos y terrestres, pero también son destacados los restos óseos de vertebrados terrestres, particularmente de conejo y la cabra montés, además de peces y aves,

Las ocupaciones datadas en el magdalenense cuentan con estudios más detallados, tanto de los restos de origen abiótico como biótico. Entre los primeros destaca la presencia de industria lítica, donde se advierte la obtención de soportes de pequeña talla (láminas y laminillas) y la fabricación de útiles como raspadores y hojitas de dorso en sílex. La industria ósea está formada por arpones y puntas de diferentes tamaños en hueso y asta de cérvido, así como por una cantidad y variedad de objetos de adorno, elaborados principalmente en conchas de origen marino. Son abundantes los restos faunísticos, principalmente de origen marino y, en menor medida, de origen terrestre. Entre los primeros se han clasificado más de una cuarentena de especies, tanto de vertebrados (mamíferos como el delfín; aves como el alca grande; peces, sobre todo espáridos y mújoles), como de invertebrados (moluscos, principalmente almejas y mejillones; crustáceos, tanto cangrejos como balanos; equinodermos, en particular el erizo violeta) (**Figura 3.6**). Entre los restos de origen terrestre se advierte la abundancia de restos de conejo y, en mucha menor medida, de otros animales como el ciervo, la cabra montés y los gasterópodos terrestres (*Iberus* sp.). Hay consumo de recursos vegetales, destacando la documentación de cáscaras de piñones. Por lo tanto, la economía de los grupos humanos en este periodo estaba centrada en la recolección de vegetales, el marisqueo y la caza.



Figura 3.6. Nerja-Sala de la Mina. Conchero documentado en NM14

La información disponible para los niveles gravetienses es muy escasa. Destaca la presencia abundante de gasterópodos terrestres (*Iberus* sp.), recogidos en las cercanías de la cavidad como alimento. También se cita la presencia de conejo, cabra montés y ciervo.

3.2.1.2.5. Los conjuntos seleccionados para estudio

El análisis arqueomalacológico se lleva a cabo en conchas del género *Patella*, procedentes de toda la secuencia de la Sala de la Mina. Estos restos fueron recuperados en la excavación realizada durante las campañas del año 1979, 1980 y 1981. Los materiales provienen de los siguientes niveles y cuadros.

- NM1: cuadro F7
- NM2: cuadros D1 y E2
- NM3: cuadros E1 y E2
- NM4: cuadro E2
- NM5: cuadros E2, E3, E4, E6, E7, E8, F3, F4, F6, F7, F8, G7 y G8
- NM6: cuadros E3, E4, E6, E7, F3, F4, F6, F8 y G7

- NM7: cuadros E3, E4 y F3.
- NM8: cuadros E5, E4, E6, E7, F6, F8, G7 y G8.
- NM9: cuadros E6, E7, F5, F6, F7, F8, G7 y G8.
- NM10: cuadros E5, F5 y F6.
- NM11: cuadros E5, E6, F5 y F6.
- NM12: cuadros E5, E6, F3, F5, F6, G3 y G4
- NM16: cuadros B4, D5, E5, F3, F4, F5 y G4.
- NM13: cuadros C6, D6, E3, E4, E5, E6, F3, F4, G2, G3 y G4.
- NM14: cuadros C4, C5, D3, D4, D6, E4, E5, E6, F3, F4, G2 y G4.
- NM15: cuadros C3, C6, D3, E4 y E6.

La suma de estos cuadros constituye una superficie total de 28 m² y corresponde a un volumen de sedimento total de 714.56 dm³. Los niveles mencionados se sitúan en el periodo cronológico que abarca desde el magdalenense superior hasta el Neolítico final/Calcolítico (**Figuras 3.7 y Tabla 3.1**).

3.2.1.2. 6. Las muestras seleccionadas para estudio

3.2.1.2.6.1. Especies estudiadas: criterios de selección y características

Se han estudiado todos los ejemplares del género *Patella* documentados en la secuencia de la sala de la Mina.

3.2.1.2.6.2. Muestras seleccionadas para el estudio biométrico: criterios de selección y características

El estudio biométrico se realiza en las especies de *Patella caerulea* y *Patella ulyssiponensis*, debido a la cantidad de ejemplares recuperados en toda la secuencia del yacimiento, donde en la mayoría de los niveles superan los 30. Esto permite llevar a cabo un análisis estadístico del conjunto. Además, estos gasterópodos marinos, presentes a partir del nivel Magdalenense, manifiestan una tendencia al aumento en los niveles adscritos al Neolítico (Jordá-Pardo 1984). La amplia horquilla cronológica permite estudiar la evolución de las dinámicas entre la población marítima y los ecosistemas marinos litorales en un período de tiempo más largo.

3.2.1.2.6.3. Muestras seleccionadas para el estudio de estacionalidad: criterios de selección y características

Para realizar los análisis isotópicos se han seleccionado un total de 40 ejemplares de la especie *Patella caerulea* de NM16, NM12, NM7 y NM5 (**Figura 3.7**). La selección de los niveles corresponde al incremento de los recursos marinos en los conjuntos faunísticos. A excepción de NM16 (22,9 NMI_m/dm³), en el resto de niveles la densidad de moluscos es superior a 100 NMI_m/dm³. Además, estos están fechados con dataciones radiocarbónicas. Respecto a la selección de la especie, durante el Neolítico aumenta la recolección de los ejemplares del género *Patella* en la región Mediterránea (Colonese et al. 2011, Aguirre-Uribesalgo et al. 2024) y, en especial, la especie *P. caerulea* en los niveles de Nerja-Mina (**ver Capítulo 5**).

En cuanto a la selección de los ejemplares, teniendo en cuenta que la muestra isotópica se toma a lo largo de la longitud máxima de la concha, estos deben tener los bordes de la concha completos. Asimismo, se ha intentado seleccionar las muestras de un mismo cuadro en cada nivel, aunque no ha sido posible. Las conchas de NM16 proceden del cuadro D5. En el caso de las conchas de NM12, provienen del cuadro F5. Las conchas de NM7 proceden del cuadro E4 y las de NM5, del cuadro E6F6.

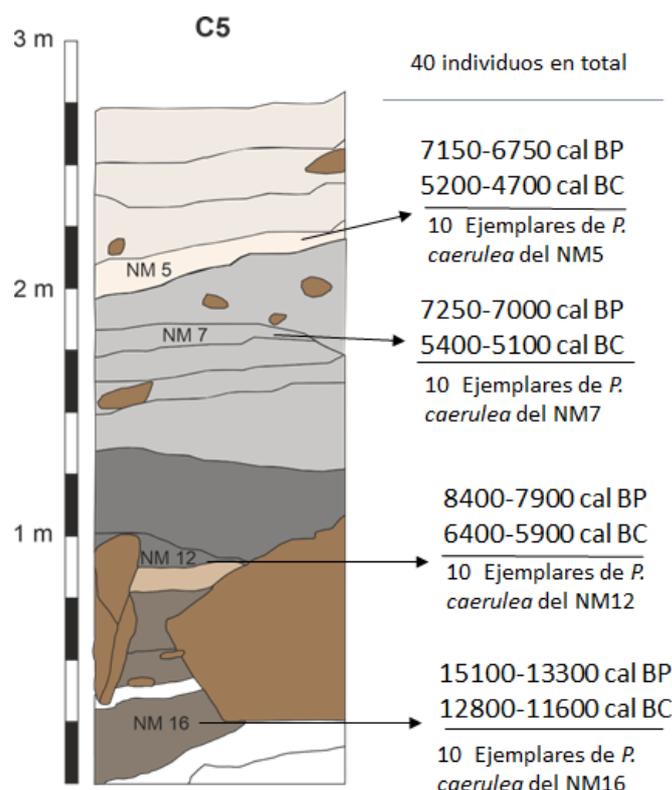


Figura 3.7. Sala de la Mina de la cueva de Nerja. Muestreo de *Patella caerulea* en los niveles de la secuencia para realizar análisis isotópicos.

3.2.1.2.6.4. Muestras seleccionadas para el estudio de morfología geométrica: criterios de selección y características.

Se ha seleccionado la especie *Patella caerulea* debido a su movilidad entre las zonas del intermareal. El hábitat comprende tanto la zona alta del intermareal como la zona baja, permitiendo estudiar la posible modificación de las áreas de recolección más frecuentes entre el final del Paleolítico superior y el Neolítico. Además, los ejemplares seleccionados para este análisis deben presentar la concha sin ninguna fractura y sin costras, provocadas por la precipitación de carbonato cálcico, en sus superficies, dado que si las presentan pueden alterar la morfología real de las mismas.

3.2.2. El Abrigo de Zacatín.

El abrigo de Zacatín constituye uno de los yacimientos fundamentales para conocer la transición entre los últimos cazadores-recolectores mesolíticos y los primeros agricultores neolíticos en el sur de Iberia. La información sobre el yacimiento que presentaremos a continuación procede del informe de las intervenciones realizadas en el año 2019 (Martínez-Sánchez, informe inédito) y de la única publicación realizada hasta la fecha (Martínez-Sánchez et al. 2024).

3.2.2.1 Localización y descripción del yacimiento

El abrigo de Zacatín (Gualchos-Castell de Ferro, Granada) se sitúa en la franja litoral del Mar de Alborán, bajo un cabezo o resalte rocoso elevado sobre el mar a 72 m snm, en la costa comprendida entre los acantilados de Cerro Gordo y la ensenada de Zacatín (**Figura 3.8**).

Se ubica en un ambiente estrictamente costero, modelado por el Karst de Calahonda, coincidente en este sector con un piso geológico situado en el Triásico Superior, con mármoles calizos y dolomíticos, bandeados y muy fisurados, del denominado Manto de Murtas. El piso bioclimático es termomediterráneo (Rivas-Martínez et al. 1987), mientras que biogeográficamente, la costa de Castell de Ferro se sitúa dentro del sector Alpujarro-Gadoriense

(Díez-Garretas et al. 2005), con formaciones vegetales conformadas por tomillares, espartales y palmitos, y arbustivas termófilas con retamas, cambronales y algunos lentiscos y acebuches.



Figura 3.8. Mapas donde se señala, de forma detallada, la ubicación del abrigo de Zacatín (península ibérica, Mar de Alborán y ensenada de Zacatín) (Martínez-Sánchez et al. 2024).

3.2.2.2. Intervenciones arqueológicas

El yacimiento fue descubierto por el geólogo Fernando Alcalde a comienzos de la década de 2000. En 2007 los profesores de enseñanza secundaria Carlos E. Sarompas y Federico Martínez advirtieron a las autoridades competentes del deterioro progresivo del lugar, informando del hallazgo de materiales cerámicos y líticos en superficie. Se conocieron noticias de expolios llevados a cabo en estas fechas. Posteriormente, Rafael Martínez, hoy profesor de Prehistoria en la Universidad de Córdoba, después de visitar el yacimiento en el año 2018, realizó una intervención arqueológica entre el 11 y el 23 de julio de 2019.

El yacimiento estaba muy afectado por los rebajes con maquinaria pesada, voladuras y actividades extractivas ligadas al último cambio de trazado de la carretera nacional. Enclavada entre acantilados costeros, donde se encajan habitualmente rachas de viento especialmente fuertes y abierto a la acción de la lluvia torrencial, se une la actividad de las cabras montesas de la zona, con una población muy densa que suele utilizar el abrigo como descansadero. Junto a ello, su alta accesibilidad, a menos de 20 metros de la actual carretera ha propiciado antes de nuestra actuación diferentes expolios y rebuscas en los depósitos arqueológicos.

En la intervención arqueológica de 2019 se procedió al levantamiento fotogramétrico de la totalidad de la estratificación conservada, como paso previo a su sectorización.

La extensión del perfil vestigial conservado hasta ese momento bajo la visera del abrigo era de unos 10 m en línea recta, con una potencia de unos dos metros. Hacia el sur el perfil conservado constituía un único testimonio de la extensión original hacia el oeste de la estratificación, por lo que fue denominado sector 5W-Tocón. Hacia el norte, se observó ya en la pared de roca del abrigo, una pequeña oquedad conservando un pequeño relleno compuesto por estratificación horizontal, donde se evidenciaban restos malacológicos y arqueofaunísticos estratificados (sector N).

El perfil estratificado bajo el abrigo, de orientación N-S, fue dividido en cinco sectores diferenciados, de un metro de anchura cada uno de ellos y 50 cm de fondo. De ellos sólo los sectores 1, 2 y 3 fueron excavados en su totalidad, siendo por cuestiones logísticas solo intervenido el 4 en sus dos primeros niveles superficiales, de origen reciente, en apenas 10 cm. Dichos sectores fueron intervenidos por decapado, diferenciando capas por textura y composición y más raramente por color, respetando el lecho deposicional de los diversos restos de ecofactos y artefactos los cuales también marcaron superficies interfaciales que sirvieron para separar capas o estratos naturales. Así, en dichos sectores pudieron finalmente despejar 12 unidades estratigráficas por sector, con continuidad entre ellas. La potencia máxima alcanzada fue de 1 m en el sector 3, y 1,30 m en el sector 1, debido a la morfología mostrada por la superficie del nivel 13 de base, con un fuerte buzamiento hacia el N, constituido a su vez por arcillas estériles saturadas de microclastos endógenos (**Figura 3.9**).

Así las UUEE, identificadas como niveles arqueológicos, fueron nombradas en función del nombre del sector donde se disponían y de su orden de sucesión, siendo la 0 del sector 1 la 100, y la tercera en sucesión del sector 3, la 303, y así sucesivamente. Debido a un salto involuntario en el nombramiento de las UUEE, la sucesiva a la 10 se identificó inicialmente de forma indistinta con los números 11 y 12, optando por mantener el 12 como identificación de la última UE documentada antes del paquete estéril (13) para evitar mayor confusión. Aunque no se alcanzó en ningún punto la roca madre propiamente dicha, la UE 13 (5W6 en el sector 5W-Tocón) constituía un depósito arenoso y polvoriento, carente de malacofauna marina y artefactos arqueológicos.

El sector 5 fue intervenido de forma diferente y con posterioridad a los sectores 1-3. En este sentido, tan sólo se realizó una leve limpieza de perfil, eliminando el riesgo de desplome de

algunos paquetes visibles que contenían material arqueológico, fundamentalmente cerámica. La limpieza terminó sin alcanzar el nivel estéril. En este caso pues, las unidades fueron asignadas, de techo a base, como UE 5.0 (nivel superficial cuyo terrígeno no fue recuperado), y UUEE 5.1 a 5.6. Dichas UUEE no fueron correlacionados con los correspondientes a los sectores 1-3, independientemente de su virtual correspondencia cronoestratigráfica.

El denominado sector 5W- Tocón, columna o testigo vestigial conservada al oeste del perfil del sector 5, correspondía al sector más occidental, testigo de la extensión original de la estratificación hacia el oeste, ya fuera de la visera del abrigo. Por ello, corresponde al único testigo conservado del área que mostraba originalmente mejores condiciones para la habitabilidad del sitio. Las UUEE documentadas (5W1 a 5W5) mostraban una dinámica similar a la observada en otros sectores.

En el caso del sector N, profundizamos a perfil vista unos 20 cm, despejando una primera UE (N1) compuesto por arcillas de color anaranjado de origen reciente, con presencia de grava exógena, y una UE inferior (N2) compuesta por un terrígeno de color muy oscuro y ceniciento, con abundantes elementos óseos y malacológicos muy concrecionados.

La recuperación del material arqueológico siguió la lógica combinada de la recuperación manual de los elementos arqueológicos reconocibles durante el decapado, fotografiados en planta en el caso de aquellos encamados constituyendo asociaciones, y recuperados en la criba manual a seco, para lo cual se usaron cedazos con malla de 2,5 mm de luz para las unidades estratigráficas superficiales (exclusivamente las UUEE 0 y 1 de los sectores 1-4 y N1 del sector N, en previsión de no someter a flotación el sedimento obtenido de esas unidades. Para el resto se utilizaron el mismo procedimiento, si bien esta vez con mayas de 5 mm de luz, eliminando clastos y rocas, embolsando los artefactos y los ecofactos, y recuperando el resto del terrígeno cribado para su flotación íntegra.

Así se obtuvieron 830 litros de tierra convenientemente etiquetados por UE en sacos de arpillera y trasladados al laboratorio de campaña, donde se procedió a montar la cubeta de flotación, a fin de cribar en agua todo el sedimento almacenado. El sistema de flotación utilizado incluye un tamiz de 0,25 mm de luz.

Por lo que respecta a los invertebrados, la selección del material se realizó en el laboratorio de la Universidad de Córdoba. Los invertebrados marinos fueron separados, clasificados por Esteban Álvarez Fernández y por Amaia Aguirre Uribesalgo teniendo en cuenta las UUEE definidas en el proceso de excavación del yacimiento.

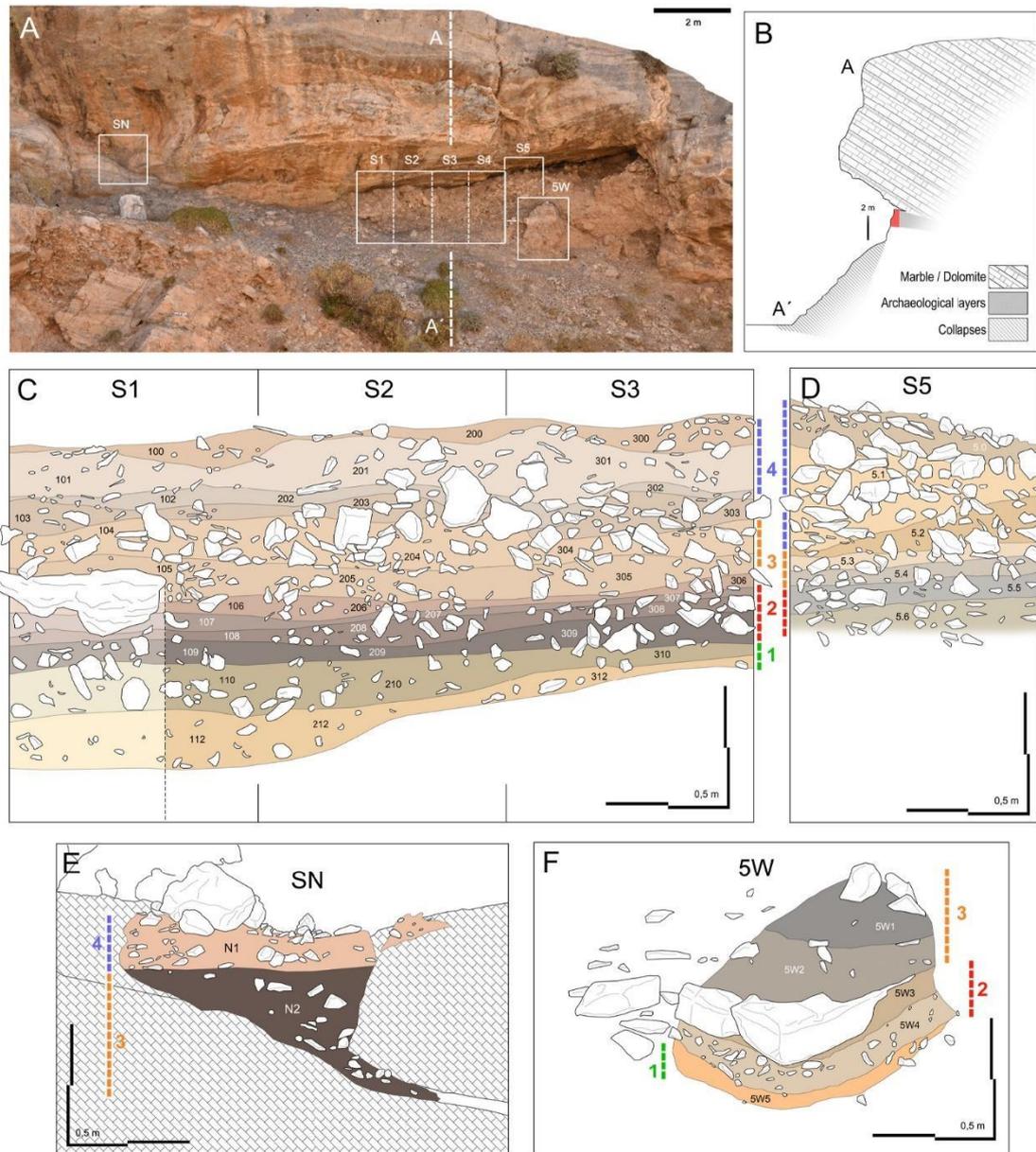


Figura 3.9. Abrigo de Zacatín. A. Vista del abrigo antes de ser intervenidas arqueológicamente las diferentes áreas señaladas. B. Sección esquemática de los diferentes sectores intervenidos (en rojo). C. Dibujo de la estratigrafía de los sectores 1, 2 y 3, después de su intervención arqueológica. D. Dibujo de la estratigrafía del sector 5, después de su limpieza. Dibujo de la estratigrafía del sector N, después de la intervención arqueológica. F. Estratigrafía del Sector 5W antes de ser intervenido. Además de la estratigrafía, las fases 1, 2, 3 y 4 están marcadas en verde, rojo, naranja y azul, respectivamente (Martínez-Sánchez et al. 2024).

3.2.2.3. Secuencia estratigráfica y cronológica

A continuación, ofrecemos una breve descripción con las características principales de cada una de las unidades estratigráficas definidas en la campaña arqueológica de 2019 del abrigo de Zacatín.

SECTOR N

UE N1. Tierra arcillosa, visiblemente anaranjada, muy compacta. Superficial.

UE N2. Tierra muy cenicienta de color gris oscuro.

SECTOR 1

UUEE 100 a 103. Muy pulverulenta y pedregosa, más compacta en la UE 103. Extremadamente suelta.

UUEE 104 a 106. Más compactas que las anteriores.

UUEE 107 a 109. Pulverulentas, aunque más compactas y con cantos redondeados. De tonalidad más oscura que las anteriores.

UUEE 110 y 112. Arenosas, de color más claro que las anteriores, arenosas.

UE 113. De color claro- amarillento. Estéril, compuesto por arenas eólicas cementadas con microclastos dolomíticos procedentes del banco rocoso.

SECTOR 2

UUEE 200 a 203. Muy pulverulentas y pedregosas. Extremadamente sueltas. Histórica.

UUEE 204 a 206. Con sedimento terroso de color tostado y piedras irregulares. Más compactas que las anteriores.

UUEE 207 a 209. De tonalidad más oscura que las superiores y más compactas. Aumento de cantos redondeados según se profundiza.

UUEE 210 y 2012. Arenoso, de color más claro que las anteriores.

UE 213. De color claro- amarillento. Estéril, compuesto por arenas eólicas cementadas con microclastos dolomíticos procedentes del banco rocoso.

SECTOR 3

UUEE 300 a 303. Capa muy pulverulenta y pedregosa. Extremadamente suelta. La UE 302 es algo más compacta.

UUEE 304 a 306. Con piedras irregulares con sedimento compacto.

UUUE 307 a 309. De tonalidad más oscura que las superiores y composición algo más orgánica, más compacta.

UUEE 310 a 312. De color claro, arenoso.

UE 313. De color claro- amarillento. Estéril, compuesto por arenas eólicas cementadas con microclastos dolomíticos procedentes del banco rocoso.

SECTOR 4

UE 400. Capa muy pulverulenta y pedregosa.

SECTOR 5

UE 5.0. Muy pulverulenta y pedregosa. Extremadamente suelta.

UE 5.1. Más compacta que la anterior.

UUEE 5.2 a 5.3. Visiblemente más compactas que la anterior.

UUEE 5.4 a 5.6. Compactas, más oscuras que las anteriores.

SECTOR 5W Tocón

UE 5W1 y 5W2. Muy compactas y de color muy oscuro.

UE 5W3. De color algo más claro que las anteriores.

UE 5W4. De color más anaranjado.

UE 5W5. Compacta pulverulenta y compacto. Color anaranjado claro.

UE 5W6: De color claro- amarillento. Estéril, compuesto por arenas eólicas cementadas con microclastos dolomíticos procedentes del banco rocoso. Horizonte estéril previo a la ocupación.

Posteriormente el estudio de las evidencias arqueológicas en estas UUEE junto con los resultados de las dataciones radiocarbónicas permitió reconocer cuatro fases, que se describen a continuación, indicando su cronología (**Figuras 3.10 y Tablas 3.2 y 3.3**):

FASE 4: Histórica/Reciente-Palimpsesto sobre Neolítico indiferenciado. Representada en el sector N por el estrato N1, mientras que en los sectores 1-4 por las unidades 100-103, 200-203, 300-303 y 400-401, y en el 5 por las UUEE 5.0, 5.1 y 5.2.

FASE 3. Neolítico Antiguo Evolucionado. Se identifica con las unidades 104-106, 204-206 y 304-306 en los sectores 1-3, con las 5.2, 5.3 y en parte 5.4 del sector 5 y las primeras unidades, 5W1 y 5W2 del sector 5W-Tocón. En el sector N, corresponde a la UE N2. A juzgar por las dataciones obtenidas y las características de la cultura material, esta fase puede datarse entre el último cuarto del VI milenio (Beta-561489, N2) y el primero del V Cal AC (Beta-559759, UE 104).

FASE 2. Neolítico Antiguo Arcaico: Esta fase se define en las UUEE 107-109, 207-209 y 307-309 de los sectores 1-3, 5.4 (?), 5.5 y 5.6 del sector 5 y 5W3 y 5W4 del sector 5W-Tocón. La cronología asociada a estos niveles se situaría entre los siglos centrales y el tercer cuarto del VI milenio cal BC, como demuestran las dataciones Beta-542745 (UE 5W3), Beta-573494 (UE 209), Beta-586169 (UE 207 y Beta-573493 (UE 5W4).

FASE 1. Mesolítico: Esta fase se corresponde a los niveles 110-112, 210-212, y 310-312 de los sectores 1-3, y 5W5 del sector 5W-Tocón. La cronología de estos conjuntos ha quedado fijada gracias a tres dataciones radiocarbónicas: Beta-573495, UE 112; Beta-586168, UE 310; y Beta-561490, UE 212, todas ellas situadas a lo largo del VII milenio Cal AC.

FASES	SECTOR N	SECTOR 1	SECTOR 2	SECTOR 3	SECTOR 4	SECTOR 5	SECTOR W5 TOCÓN
RECIENTE/ HISTÓRICA	N1	100	200	300	400	5.0	
		101	201	301	401	5.1	
		102	202	302			
		103	203	303			
NEOLÍTICO ANTIGUO EVOLUCIONADO	N2	104	204	304		5.2	5W1
		105	205	305		5.3	
		106	206	306		5.4	5W2
NEOLÍTICO ANTIGUO ARCAICO		107	207	307		5.5	5W3
		108	208	308			

		109	209	309		5.6	5W4
MESOLÍTICO		110	210	310			
		112	212	312			5W5
ESTERIL		113	213	313			5W6

Tabla 3.2. Abrigo de Zacatín. Diagrama de las diferentes UUEE por fases y cronologías (Martínez Sánchez, informe inédito).

Código	Material	Fecha BP	D. estándar	Cal BP 68.3%	Cal BP 95.4%	Bibliografía	
Beta-559759	Bos sp. Tooth	5970	30	6848	6746 6894	6679	Martínez Sánchez
Beta-561489	Capra hircus mandible	6220	30	7238	7023 7250	7003	Martínez Sánchez
Beta-542745	Caprinae humerus	6370	30	7323	7260 6420	7171	Martínez Sánchez
Beta-573494	Fabaceae charcoal	6520	30	7477	7359 7506	7330	Martínez Sánchez
Beta-586169	Olea europaea charcoal	6610	30	7563	7434 7569	7430	Martínez Sánchez
Beta-573493	Pistacia lentiscus charcoal	6710	30	7605	7518 7660	7510	Martínez Sánchez
Beta-573495	Pistacia lentiscus charcoal	7140	30	8006	7936 8016	7875	Martínez Sánchez
Beta-586168	Olea europaea charcoal	7850	30	8690	8590 8765	8546	Martínez Sánchez
Beta-561490	Fabaceae charcoal	7880	30	8720	8598 8972	8590	Martínez Sánchez

Tabla 3.3. Abrigo de Zacatín. Resultados de las dataciones radiocarbónicas obtenidas en el laboratorio Beta Analytic. La calibración de dichas fechas ha sido realizada con el programa OxCal (versión 4.4) (Bronk Ramsey 2021) teniendo en cuenta la curva atmosférica IntCal20 (Reimer et al. 2020). (Martínez Sánchez et al. 2024).

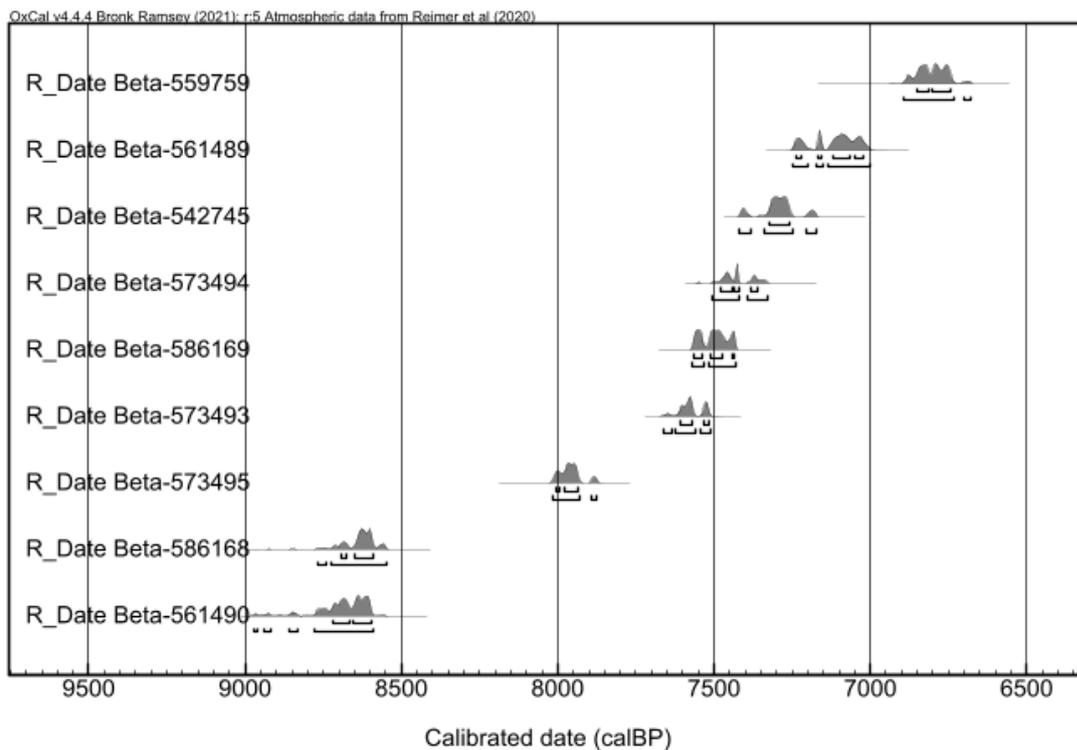


Figura 3.10. Abrigo de Zacatín. Modelización bayesiana de las fechas radiocarbónicas con el programa OxCal (versión 4.4) (Bronk-Ramsey, 2021) (Martínez-Sánchez et al. 2024).

3.2.2.4 Materiales arqueológicos

A continuación, se resume la información disponible sobre los materiales arqueológicos documentados en las diferentes fases reconocidas en el abrigo de Zacatín (Martínez-Sánchez, informe inédito; Martínez-Sánchez et al. 2024) (**Figuras 3.11 y 3.12**):

- **FASE 4: Histórica/Reciente-Palimpsesto sobre Neolítico indiferenciado.** En general, la proporción de especies malacológicas muestra abundancia de gasterópodos terrestres y las lapas. Entre la fauna terrestre, destacan restos de caprinos y conejos. Si bien estos niveles cuentan con algunos elementos de cultura material de cronología prehistórica, como cerámicas y elementos líticos y de adorno, también se han recuperado algunos fragmentos de cerámicas a torno y algún elemento de metal de aspecto moderno.
- **FASE 3. Neolítico Antiguo Evolucionado (ca. 7200-6650 cal BP).** Esta fase es la más rica en cuanto a artefactos arqueológicos. Se documentan cerámicas a mano, de superficies lisas o poco cuidadas, con formas de cuello tipo botella, o un cuenco con cordón horizontal bajo el borde. La industria lítica es muy escasa, documentándose algunos fragmentos laminares de pequeño formato a presión en sílex y cristal de roca, en este último caso de formato microlaminar. Un trapecio de la 5W1 muestra ambas bases conformadas por retoque directo ligeramente cubriente, constituyendo un microlito de filo transversal muy semejante a las de tipo *Montclus*. Entre los adornos destacan algunos ejemplos formados por cuentas discoidales, de piedra y concha, así como pequeñas conchas de gasterópodos marinos. Entre los restos bioarqueológicos, abundan gasterópodos terrestres y marinos (*Patella* sp.). Los restos de peces y equinodermos son numerosos. La fauna terrestre se compone de conejo, bovino, suido, y sobre todo caprinos domésticos. Se han clasificado semillas carbonizadas de cebada.
- **FASE 2. Neolítico Antiguo Arcaico (ca. 7800-7200 cal BP):** la cultura material es escasa, si bien aún se documentan cerámicas, estratificadas en posición horizontal, representadas por superficies toscas, con mamelón de lengüeta próximo al borde y un asa con resalte basal. Los elementos de adorno están formados por cuentas perforadas de moluscos marinos y fluviales. Los instrumentos líticos tallados siguen siendo

escasos, destacando algunas lascas de cristal de roca y soportes laminares de sílex. Las UUEE tienden progresivamente a mostrar una mayor concentración de malacofauna terrestre. Presencia abundante de moluscos marinos (sobre todo, mejillones y lapas) y de restos de peces y placas y espículas de equinodermos. La fauna terrestre está formada por algunos elementos de caprinos domésticos y suidos. El conejo es el principal taxón identificado. En esta fase destaca el hallazgo en las UUEE 108 y 109 de tres piezas dentales humanas.

- **FASE 1. Mesolítico (ca. 9000-7800 cal BP).** Las UUEE muestran la evidente ausencia de cerámica, a excepción de algún microfragmento en 5W5. Los artefactos líticos son muy escasos, destacando algunos elementos con técnica laminar en cristal de roca. Los elementos de adorno se fabrican a partir de conchas de gasterópodos marinos y fluviales. Presencia de moluscos (marinos y terrestres), crustáceos, equinodermos y peces. La fauna y microfauna terrestre aparecen muy poco representadas, siendo el conejo la principal especie documentada. No se han constatado restos de animales domésticos ni de semillas cultivadas.

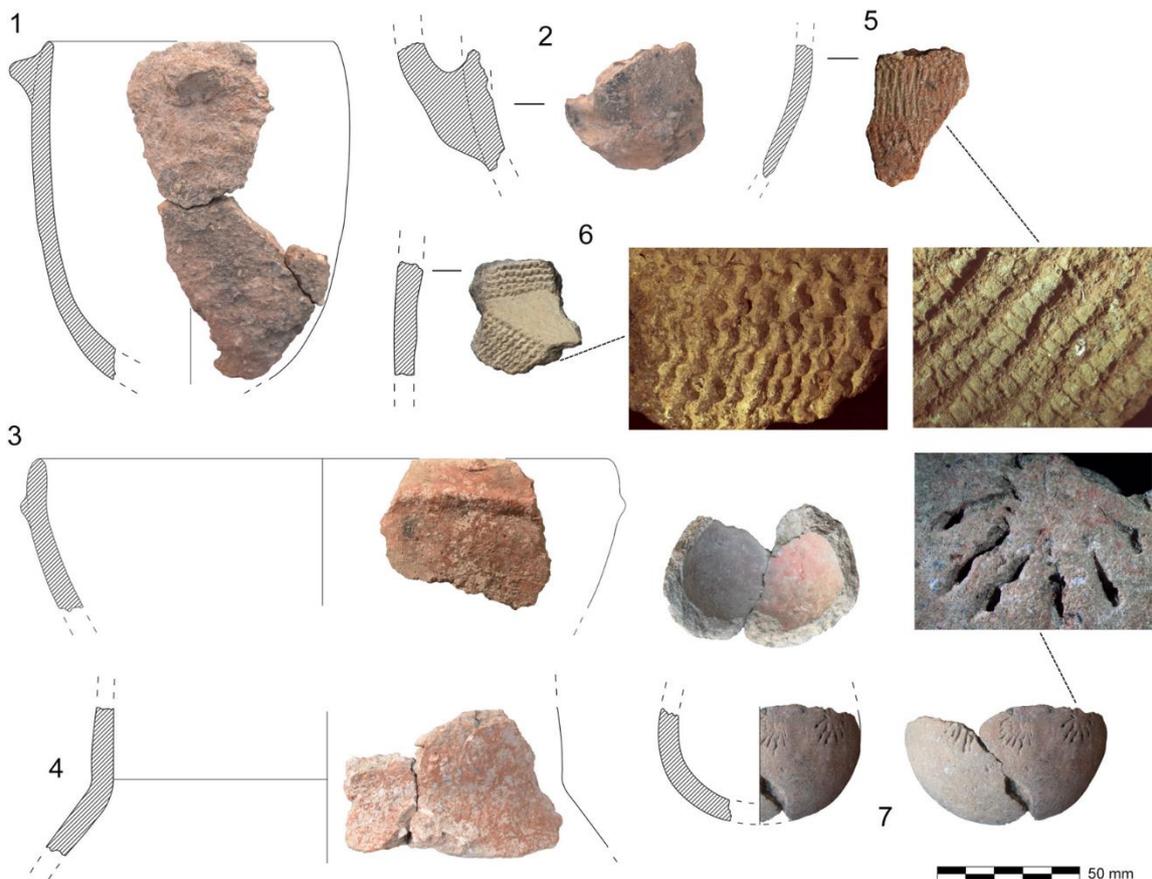


Figura 3.11. Cerámicas procedentes del abrigo de Zacatín. 1 y 2. Recipientes con asas horizontales (UE 309 y UE 5.5). 3. Recipiente decorado con cordones (UE 5W2). 4. Fragmento de cuello de vasija (UE 5.2), 5 y 7. Fragmentos con decoración a peine (sin contexto). 6. Fragmento con decoración cardinal (sin contexto) (Martínez-Sánchez et al. 2024).

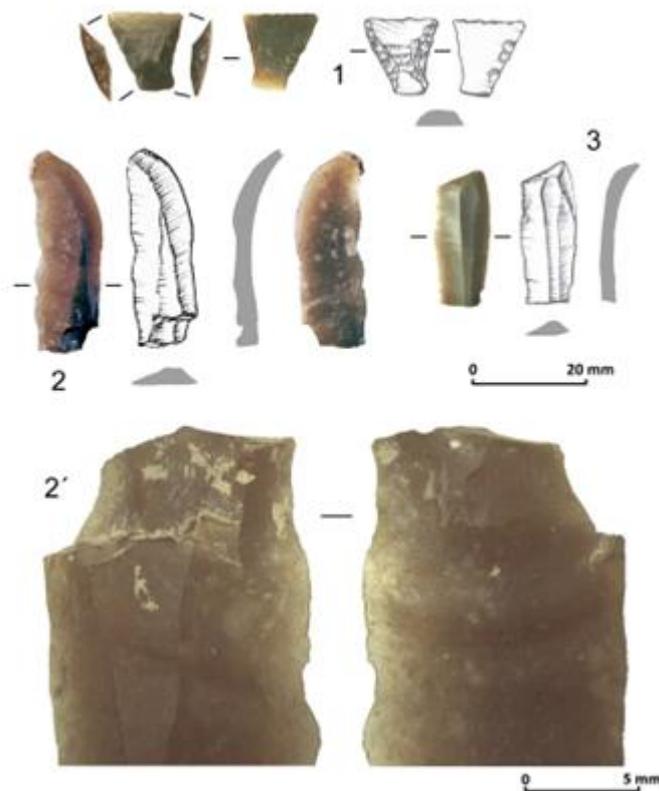


Figura 3.12. Industria lítica procedente del abrigo de Zacatín (Fases 1 a 4). 1. Microlito (trapecio) con filo transversal. 2. Laminita y detalle indicando la utilización de la percusión indirecta. 3 Laminita obtenida mediante presión, con indicios de termoalteración (Martínez-Sánchez et al. 2024).

3.2.2.5. Los conjuntos seleccionados para estudio

Los invertebrados estudiados proceden exclusivamente de las UUEE que comprenden las fases adscritas al Neolítico (fases 2 y 3) y al Mesolítico (Fase 1). En una primera fase se separaron los invertebrados terrestres de los marinos y de los de origen fluvial. Por lo que se refiere a los segundos, en una segunda fase se separaron los moluscos, los crustáceos y los equinodermos.

3.2.2.5.1. Las muestras seleccionadas para estudio:

En una tercera fase se separaron las conchas de la familia Patellidae de la del resto de los gasterópodos y bivalvos procedentes de las tres fases.

5.2.1.5.2. Especies estudiadas: criterios de selección y características.

El estudio biométrico se realiza en las especies del género *Patella* más abundantes de las fases estudiadas que corresponden a *Patella caerulea*, *Patella ulyssiponensis* y *Patella rustica*. Esta cantidad supera los 30 en casi todos los casos, lo que permite llevar a cabo un análisis estadístico del conjunto.

5.2.1.5.3. Muestras seleccionadas para el estudio biométrico: criterios de selección y características

Para realizar el estudio biométrico, se midieron todas conchas completas de Patellidae, que incluyen ejemplares clasificados a nivel de especie y ejemplares que no hemos podido determinar a qué taxón pertenecen.

5.2.1.5.4. Muestras seleccionadas para el estudio de estacionalidad: criterios de selección y características.

La selección de las fases se basa en la horquilla cronológica estudiada en este trabajo y corresponde al incremento de los recursos marinos en los conjuntos faunísticos, donde, la fase 1 presenta una densidad de moluscos de 143,42 NMI_m/dm^3 y las fases 2 y 3 muestran una densidad superior a ca. 250 NMI_m/dm^3 y ca. 300 NMI_m/dm^3 , respectivamente. Respecto a la selección de la especie, durante el Neolítico aumenta la recolección de los ejemplares del género *Patella* en la región Mediterránea (Colonese et al. 2011, Aguirre-Uribesalgo et al. 2024) (**ver Capítulo 5**).

En base a que la muestra isotópica se toma a lo largo de la longitud máxima de la concha, las conchas seleccionadas deben tener intactos sus bordes. Asimismo, los ejemplares a analizar se seleccionan en el mismo sector en los diferentes periodos y se ubican en las UUEE inferiores de la secuencia de cada fase, para evitar posibles intrusiones de estratos superiores de otras

fases. Estas proceden del sector 2, en la columna central, de la UE 212 de la fase 1, de la UE 209 de la fase 2 y de las UE 206 y 205 de la fase 3.

Capítulo 4. Metodología

4.1. Análisis arqueomalacológico

Los restos arqueomalacológicos procedentes de la sala de la Mina de la cueva de Nerja se localizan en el Departamento de Prehistoria, Historia Antigua y Arqueología de la Universidad de Salamanca. Los estudiados del abrigo de Zacatín están custodiados en la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad de Córdoba. En los dos centros se han revisado los restos de conchas de moluscos marinos y terrestres, separando los del género *Patella* (Clase Gastropoda, Familia Patellidae), género en el que se focaliza esta tesis, del resto de invertebrados.

4.1.1. Clasificación taxonómica.

La clasificación a nivel de especie de los restos del género *Patella* se han realizado por medio de diferentes fuentes de información. Por un lado, se ha utilizado la colección de referencia del Museo de las Ciencias Naturales de Barcelona, donde existe una amplia gama de fauna malacológica de la región Mediterránea, con la que poder comparar las características anatómicas de la concha de los moluscos marinos arqueológicos. Por otro lado, se ha hecho uso de atlas taxonómicos generales de la fauna malacológica de Europa, en particular la que habita el mar Mediterráneo (por ejemplo, Parenzan 1970, Poppe y Goto 1990, Cossignani et al. 2011, Alf et al. 2020) y, específicamente los del mar de Alborán (Gofas et al. 2011, Muñoz-Ferrera et al. 2018). Además, se han usado los recursos gráficos de fuentes online (Hardy's Internet Guide to Marine Gasteropods 2023, Conchiglie del Mediterraneo 2023). La sistemática de nomenclatura utilizada es WoRMS (WoRMS Editorial Board, 2024). Además, se han empleado estudios que examinan la capacidad de los caracteres morfométricos simples de la concha para discriminar las especies cuando los caracteres morfológicos se superponen. Entre ellas destacan los que distinguen las especies de *Patella caerulea*, *Patella ulyssiponensis* y *Patella rustica* (Muñoz y Acuña 1994, Mauro et al. 2003, Vafidis et al. 2020), las específicas de la *Patella ferrugínea* (Luque et al. 2018), las que diferencian los ejemplares del género *Patella* y la especie *Spiphonaria pectinata* (Kawauchi y Giribet 2011, Crocetta 2016) y las que se centran en la especie *Cymbula safiana* (Espinosa y Rivera-Ingraham 2017).

Las especies de lapas que se han podido clasificar a nivel de especie se indican a continuación, señalando las características de su concha, su hábitat y su distribución geográfica.

Familia: *Patellidae*

Género: *Patella*

Especie: *Patella caerulea* Linnaeus, 1758 (**Figura 4.1**)

La concha de esta especie puede llegar a medir >60 mm de longitud. La superficie está formada por costillas radiales no muy marcadas que crean un contorno ligeramente ondulado. La forma del perímetro es muy variada, desde ovalados a los que presentan una mayor elongación mostrándose más alargadas. El color de la superficie suele mostrar bandas marrones o blancas entre las costillas. El interior muestra unas bandas radiales oscuras en el borde, sin que lleguen al ápice. Debido a su alta plasticidad en la morfología, es especialmente difícil distinguir los ejemplares juveniles, con una gran similitud a la especie *Patella ulyssiponensis*.

En el Mar de Alborán, esta especie habita en las zonas rocosas del intermareal (Mauro et al. 2003; Vafidis et al. 2020)



Figura 4.1. Ejemplares de la especie *Patella caerulea* Linnaeus, 1758 (Hardy 2005).

Familia: *Patellidae*

Género: *Patella*

Especie: *Patella rustica* Linnaeus, 1758 (**Figura 4.2**)

La concha de esta especie puede llegar a medir >40 mm de longitud. Esta presenta una forma cónica pronunciada y un perímetro ovalado. En la superficie muestra costillas radiales sin mucho relieve y con bandas rojizas. Además, suele tener numerosos puntos negros en la parte central de la concha, sin llegar al ápice. En el interior es de color blanco con bandas rojas bien marcadas y con rallas negras en el borde de la concha. Esta especie se clasificó inicialmente como *Patella lusitánica* Gmelin, 1791.

En el Mar de Alborán, esta especie habita en las zonas rocosas del intermareal superior (Prusina et al. 2014).



Figura 4.2. Ejemplares de la especie *Patella rustica* Linnaeus, 1758 (Gofas et al. 2011)

Familia: *Patellidae*

Género: *Patella*

Especie: *Patella ulyssiponensis* Linnaeus, 1758 (**Figura 4.3**)

La concha de esta especie puede llegar a medir 60 mm de longitud. La superficie se caracteriza por poseer unas costillas radiales marcadas que le confieren una textura áspera al tacto. Algunas costillas presentan mayor relieve que otras creando ondulaciones en el borde de la concha. El color externo es variable, existiendo ejemplares blancos-grisáceos y con bandas blancas y rojo oscuro. El contorno suele ser alargado. El interior es blanco nacarado. También se modifica el nombre por cuestiones taxonómicas. Así, previamente recibió el nombre de *Patella athletica* Bean, 1791. También ha sido denominada en la bibliografía como *Patella aspera* Röding, 1798.

En el Mar de Alborán, esta especie habita en las zonas rocosas del intermareal inferior e infralitoral superior (Casal et al. 2018).



Figura 4.3. Ejemplares de la especie *Patella ulyssiponensis* Linnaeus, 1758 (Hardy 2023, Gofas et al. 2011)

Familia: *Patellidae*

Género: *Patella*

Especie: *Patella ferruginea* Linnaeus, 1758 (**Figura 4.4**)

La concha de esta especie puede llegar a medir hasta 100 mm de longitud. Esta presenta una forma cónica pronunciada y un perímetro ovalado. En la superficie, las costillas radiales son muy marcadas y sobresalen del contorno. El exterior es de color pardo rojizo con bandas concéntricas más oscuras y el interior es blanco-grisáceo, con un tacto aporcelanado.

En el Mar de Alborán, esta especie habita en las zonas rocosas del intermareal inferior e infralitoral superior (Luque et al. 2018).



Figura 4.4. Ejemplar de la especie *Patella ferruginea* Linnaeus, 1758 (Hardy 2023)

Familia: *Patellidae*

Género: *Cymbula*

Especie: *Cymbula safiana* Linnaeus, 1758 (**Figura 4.5**)

La concha de esta especie puede llegar a medir hasta 120 mm de longitud. Su contorno presenta una forma ovalada regular, sin ondulaciones. La superficie es lisa, con finas costillas radiales de color marrón oscuro. El ápice suele estar en dirección a la parte anterior de la concha. El interior es de color blanco y con bandas marrones muy pequeñas en los bordes. En este caso, también se modifica el nombre por cuestiones taxonómicas. Previamente fue denominada como *Patella nigra* de Costa, 1771 y *Patella safiana* Lamark, 1819.

En el Mar de Alborán, esta especie habita en las zonas rocosas del intermareal inferior e infralitoral superior (Espinosa y Rivera-Ingraham 2017).



Figura 4.5. Ejemplar de la especie *Cymbula safiana* Linnaeus, 1758 (Hardy, 2023)

Familia: *Patellidae*

Género: *Siphonarea*

Especie: *Siphonarea pectinata* Linnaeus, 1758 (**Figura 4.6**)

La concha de esta especie puede llegar a medir hasta 120 mm de longitud. Su forma es ovalada, con varias rayas de color marrones y blanca que se alternan. El ápice está desplazado hacia la parte anterior de la concha. El interior presenta bandas negras y blancas.

En el Mar de Alborán, esta especie habita en las zonas rocosas del intermareal (Kawauchi y Giribet, 2011)



Figura 4.6. Ejemplar de la especie *Siphonarea pectinata* Linnaeus, 1758 (Hardy, 2023)

4.1.2. Cuantificación de los restos y cálculo del Número Mínimo de Individuos

En los estudios malacológicos publicados de la Península Ibérica, dependiendo de las regiones, se utilizan distintas unidades para describir la importancia cuantitativa de los recursos marinos. En la región cantábrica se usa el Número Mínimo de Individuos (NMI), acompañado del Número de Restos (NR), aunque hay publicaciones en los que se ha utilizado uno de los dos;

casi nunca se ofrece información sobre el peso. En Portugal se utiliza muy pocas veces el NMI y NMI, frente al peso. En la región Mediterránea es más frecuente el uso del NR que el NMI. No se indica información sobre el peso (Aguirre-Uribesalgo et al. 2024). En este sentido, el NMI provee un valor real de la proporción por especie a diferencia del número de restos (NR) o el peso de los restos (gr) (Valente 2012). En el cálculo del NR influye la alta fragmentación que caracteriza a los restos de moluscos documentados en los sitios arqueológicos, causando potencialmente su sobrerrepresentación. En cuanto a la unidad de peso, los agentes tafonómicos (particularmente la circulación del agua), que pueden provocar la descalcificación, encostramiento o cementación de las conchas hacen que ganen (precipitación de carbonato cálcico) o pierdan peso (descalcificación) (Fernández-López 2000), por lo que el valor obtenido mediante esta unidad resulta nulo (Lyman 2008).

En esta tesis doctoral hemos cuantificado el NR total de conchas del género *Patella* que se documentan en los dos yacimientos arqueológicos estudiados. A partir del NR, hemos calculado el NMI, tomando como referencia los ápices de estos gasterópodos, en base a la metodología establecida en los trabajos de Madariaga de la Campa y Fernández Pato (1987) y de R. Moreno (1994). Esta metodología permite que podamos comparar los datos obtenidos en nuestra investigación con otras investigaciones en la península ibérica en las que han sido utilizados los mismos criterios (Aguirre-Uribesalgo et al. 2024) .

El cálculo del NMI se realiza en base a elementos diagnósticos de la concha que se agrupan en categorías de fragmentación. Estas categorías difieren en función de la morfología de la concha de cada especie de moluscos. A continuación, se indican las que hemos utilizado para llevar a cabo la clasificación de los ejemplares del género *Patella*:

- Individuos completos (ICOM): son los que conservan la concha en su totalidad, sin fracturas en el borde. En ellas se conservan todas las medidas biométricas (longitud, anchura y altura).
-
- Individuo fragmentado (IFRA): la concha presenta alguna fractura en el borde, pero conserva el ápice y la mayor parte de la superficie. En ellas suelen conservarse todas las medidas biométricas, dependiendo del grado de fragmentación.
- Ápice (FAPI): corresponde a la parte de la concha en la que los bordes no están conservados.
- Fragmentos (FTOS): partes de la concha que no poseen el elemento diagnóstico (ápice)

Para calcular el NMI en el género *Patella*, se utiliza la fórmula $ICOM + IFRA + FAPI$. Para calcular el NR total, la fórmula usada es la siguiente: $ICOM + IFRA + FAPI + FTOS$.

Esta cuantificación difiere de la realizada a partir de los gasterópodos espiralizados, donde además de las categorías propuestas, se utiliza también FUMB (Fragmento con ombligo) y FEST (boca del caracol completa). Para calcular el NMI se ha de tener en cuenta los restos con ápice, ombligo y estoma. El que más abundante sea, es el que indica el NMI. En el caso de los bivalvos se tiene en cuenta la charnela; las valvas derechas e izquierdas se suman por separado y se toma como NMI el número mayor.

4.1.3. Hábitat y ecología de las especies del intermareal.

La información ecológica del hábitat de cada especie de lapa documentado permite inferir en qué zonas de la costa litoral se llevaban a cabo las prácticas de recolección. La franja costera se delimita en base al rango de las mareas y presenta una zonación vertical del litoral (Petraitis et al. 2008). Se divide en tres zonas:

- Zona supralitoral, que corresponde a la zona de salpicadura de las olas. No llega a sumergirse con la marea alta. Los cambios bruscos de temperatura y salinidad hacen que las especies estén adaptadas a unas condiciones muy extremas.

- Zona intermareal, la zona comprendida entre el máximo y mínimo que alcanza la marea, donde las especies toleran emersiones e inmersiones con cierta regularidad.

- Zona infralitoral, que se establece entre el nivel inferior de la bajamar, que emerge solo con mareas vivas, y el fondo marino permanentemente sumergido.

Más allá de la franja costera, se sitúan la zona circalitoral, que se extiende desde el límite inferior del infralitoral hasta el borde de la plataforma, donde la luz llega muy atenuada y las corrientes son independientes del oleaje en superficie (Templado et al. 2012). El gradiente

ambiental producto del ascenso y descenso de las mareas provoca la zonación vertical de la fauna y la flora en estas franjas costeras (Petraitis et al. 2008).

El rango mareal está influenciado por la velocidad del viento, las temperaturas y la amplitud de la plataforma continental. Por tanto, la variación en la presión atmosférica y la estrecha plataforma continental hace que la variación del nivel del mar provocada por las mareas en el mar Mediterráneo sean limitadas, aproximadamente 0,5 m, y predominan los efectos semidiurnos (Romero-Vaquero 2001). Esto conlleva a que la franja costera sea más estrecha en esta región, con lo que se reduce la biomasa de los recursos del intermareal (Fa 2008).

La gran mayoría de moluscos marinos (incluidas las diferentes especies de lapas) presentes en los yacimientos arqueológicos proceden del intermareal (**Tabla 1**). El género *Patella*, sin embargo, se recoge en diferentes zonas del intermareal. Las especies de *Patella caerulea* y *Patella rustica*, endémicas del Mediterráneo, se marisquean en las zonas intermareal y supralitoral, respectivamente (Vafidis et al. 2020), mientras que *Patella ulyssiponensis* habita en el intermareal inferior e infralitoral superior, tanto en el Mediterráneo, como en el Atlántico (Casal et al. 2018).

4.1.4. Las estrategias de explotación a partir de la biodiversidad de los conjuntos malacológicos.

La evaluación de la importancia económica y alimentaria de los taxones malacológicos se basa en su proporción cuantitativa en las muestras. La determinación del tipo de estrategias de explotación de estos taxones por periodos cronológicos se ha realizado mediante diversos índices de biodiversidad. La caracterización de la estructura comunitaria de los taxones consumidos permite diferenciar entre una explotación basada en una estrategia de amplio espectro, de una gestión más especializada, centrada esta última en un número menor de especies. La combinación del uso de los índices que miden la dominancia, equitabilidad y uniformidad de las especies dentro de una comunidad permite establecer el grado de diversidad de especies que presenta la muestra analizada (Moreno 2001, Jones 2004, Faith y Du 2018). Con este propósito se aplican a los datos los índices que se indican a continuación, que se describen con detalle en el **Capítulo 2**:

- El índice de dominancia de Simpson: $D = \sum_{i=1}^S p_i^2$
- Índice de Shannon-Weiner: $H' = - \sum p_i \ln p_i$
- Índice de equidad de Pielou: $J = \frac{H'}{\ln(S)}$

- Índice de Shannon-Weiner: $H' = -\sum p_i \ln p_i$

4.2. Análisis biométrico de las conchas de la especie *Patella caerulea*.

El estudio biométrico se realiza en las especies del género *Patella* más abundantes del conjunto malacológico de la sala de la Mina de la cueva de Nerja y del abrigo de Zacatín. En estos dos yacimientos las especies más abundantes son tres: *Patella caerulea*, *Patella rustica* y *Patella ulysiponensis*. Estas constituyen >50% del NMI en los conjuntos del periodo Mesolítico y Neolítico, en ambos yacimientos.

El análisis estadístico se realiza en los conjuntos que presentan un tamaño de muestra >30 individuos. En este sentido, el modo de adquisición de las lapas y los procesos tafonómicos que afectan a los restos recuperados hace que no todas las conchas conserven las tres medidas requeridas. Por tanto, se evalúa la posibilidad de utilizar una sola variable métrica y así poder incluir mayor número de muestras al análisis estadístico. Para ello, se utiliza el coeficiente R de Spearman que muestra la correlación entre las variables de longitud y anchura de la concha. Si la correlación es fuerte se utilizará la medida de longitud máxima para estudiar la posible variación diacrónica del tamaño de los ejemplares del género *Patella*. Dicha medida es la mejor conservada en los individuos recuperados en la sala de la Mina de Nerja y utilizada con mayor frecuencia en estudios biométricos de lapas en arqueología (Álvarez-Fernández et al. 2011, García-Escarzaga 2020). Por tanto, se toman las medidas de la longitud máxima (L) y la anchura (W) de la concha, usando un calibre digital con error de 0.1 mm. En el estudio se incluyen tanto individuos completos, como fragmentados, que conservan la longitud máxima de la concha intacta.

Las diferencias existentes en el tamaño de las conchas de las distintas especies del género *Patella* por nivel y su grado de significación estadística, se determinan a través del contraste de hipótesis. La adecuada elección de la metodología estadística requiere precisar si los datos analizados presentan una distribución normal y cumplen la homocedasticidad. Esto se precisa con los test de Shapiro-Wilk y Lilliefors (basado en el test Kolmogorov-Smirnov), así como, con histogramas y gráficos QQ-Plot. El test de contraste paramétrico usado es One-way ANOVA y el no-paramétrico es Kruskal-Wallis. El procedimiento de comparación múltiple de Dunn nos permite identificar cuáles son los grupos significativamente diferentes. Los análisis se realizaron mediante R 4.1.1 software y los valores de significancia (α) fueron $p=0.05$. Estas

diferencias se visualizan a través de la gráfica de diagrama de cajas, uno de los más usados en estudios métricos en arqueología (Fernández-Martínez 2015).

4.3. Análisis de isótopos estables en la concha de la especie *Patella caerulea*.

4.3.1. Biología y pautas de crecimiento de la especie *Patella caerulea*.

Patella caerulea es una especie endémica del Mediterráneo (Christiaens 1973) y una de las cuatro especies principales del género *Patella* que pasta en la franja rocosa del intermareal (Bouzaza y Mezali 2018). Las características heterogéneas de esta área costera del mar de Alborán en la que se encuentran los dos yacimientos estudiados, con parámetros físico-químicos que varían en poca distancia vertical a causa de las mareas (Petraitis et al., 2008), originan una distribución vertical de las especies denominada zonificación.

Patella caerulea se establece a lo largo del intermareal y el infralitoral (Bannister 1975; Vafidis et al., 2020), en un rango de temperaturas atmosféricas de entre 7-10 °C durante el invierno y 32-35 °C durante el verano (Sara et al. 2014), con una tolerancia máxima de 35.9 ± 2.6 °C (Prusina et al., 2014). Esta especie presenta una considerable resistencia a la salinidad, manteniéndose estable en concentraciones de entre 23 psu y 43 psu (De Pirro et al. 1999). La adaptación a distintos ecotonos (distribución vertical, exposición al oleaje) hace que este gasterópodo presente una plasticidad morfológica, con tendencia a tener conchas aplanadas y anchas en el intermareal inferior e infralitoral y altas y estrechas en el intermareal superior (Bouzaza y Mezali, 2018; Belkhodja y Romdhane 2012; Crothers 1983). La tasa de crecimiento no es constante a lo largo del año. Se observa un rápido incremento de ~ 3.3 mm/mes entre otoño y primavera, en individuos de 30-35 mm, y un cese o disminución del mismo en los meses de verano (Bianucci y Longinelli 1982, Vafidis et al. 2020). Por ello, en los ejemplares de *Patella caerulea* la línea anual de crecimiento se presenta en verano.

El área geográfica también influye en la tasa de crecimiento y en el registro de tiempo, es decir, las lapas de mayor tamaño no son siempre las de más edad (Prendergast y Schöne 2017). La longevidad de *Patella caerulea* se sitúa en ≤ 3 años, pudiendo llegar a más de 7 años (Vafidis et al. 2020). Esto significa que las características del medio (temperaturas máximas y mínimas, disponibilidad del alimento, concentración salina) afectan a la ratio de crecimiento y a la longevidad, como en el caso también de *Patella vulgata* (Lewis and Bowman 1975). El desarrollo de las gónadas comienza a finales de verano (septiembre) y entre otoño y primavera

se produce el desove (Vefidis et al. 2020). En invierno se detecta una cría secundaria (Belkhodja et al. 2010). La reproducción requiere de una importante suma de energía que repercute en otros procesos, como el crecimiento del gasterópodo (Schöne 2008).

4.3.2. Análisis de isótopos estables de oxígeno en conchas de moluscos marinos (**Figura 4.7**).

Los isótopos estables son variantes de un mismo elemento químico que presentan diferentes cantidades de neutrones en su núcleo, por tanto, difieren en las propiedades físicas, mostrando distinta masa atómica. A diferencia de los isótopos radiactivos, estos no se desintegran y perduran en el tiempo. El oxígeno tiene tres isótopos distintos que, en base a la masa atómica son más ligeros (^{16}O), en comparación a otros más pesados (^{17}O y ^{18}O). La relación isotópica en una sustancia o mineral hace referencia a la proporción del isótopo pesado frente al ligero ($^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$) y se expresa mediante δ :

$$\delta^{18}\text{O} (\text{‰}) = 1000 ((R_X/R_{\text{std}})-1)$$

donde R_X y R_{std} son las relaciones $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ de la muestra X y del estándar.

En este caso, si la muestra es rica en ^{18}O el valor de $\delta^{18}\text{O}$ será más positivo y, por el contrario, si la muestra contiene más ^{16}O el valor de $\delta^{18}\text{O}$ será más negativo (Martín Chivelet y Muñoz-García 2015). En los compuestos esta relación isotópica es variable debido al fraccionamiento causado por procesos físicos y químicos que se dan en la naturaleza y vinculados con la diferencia de sus masas. Este se define mediante el factor de fraccionamiento α :

$$\alpha_{A-B} = R_A/R_B$$

donde R representa la relación isotópica de oxígeno del elemento A y del elemento B respectivamente (Caballero 1989).

Esto ocurre en las distintas fuentes de agua (fluvial, oceánica, subterránea, pluvial o edáfica) que debido a los procesos de evaporación y precipitación presentan diferente composición isotópica. Por tanto, es posible identificar la firma isotópica en los distintos componentes del ciclo del agua. En el caso del oxígeno, la evaporación provoca un enriquecimiento, es decir, un incremento en el isótopo pesado en relación al ligero, mientras que la precipitación provoca el resultado inverso, disminuyendo la proporción del isótopo pesado frente al isótopo ligero.

Clima, $\delta^{18}\text{O}$ y ciclo hidrológico

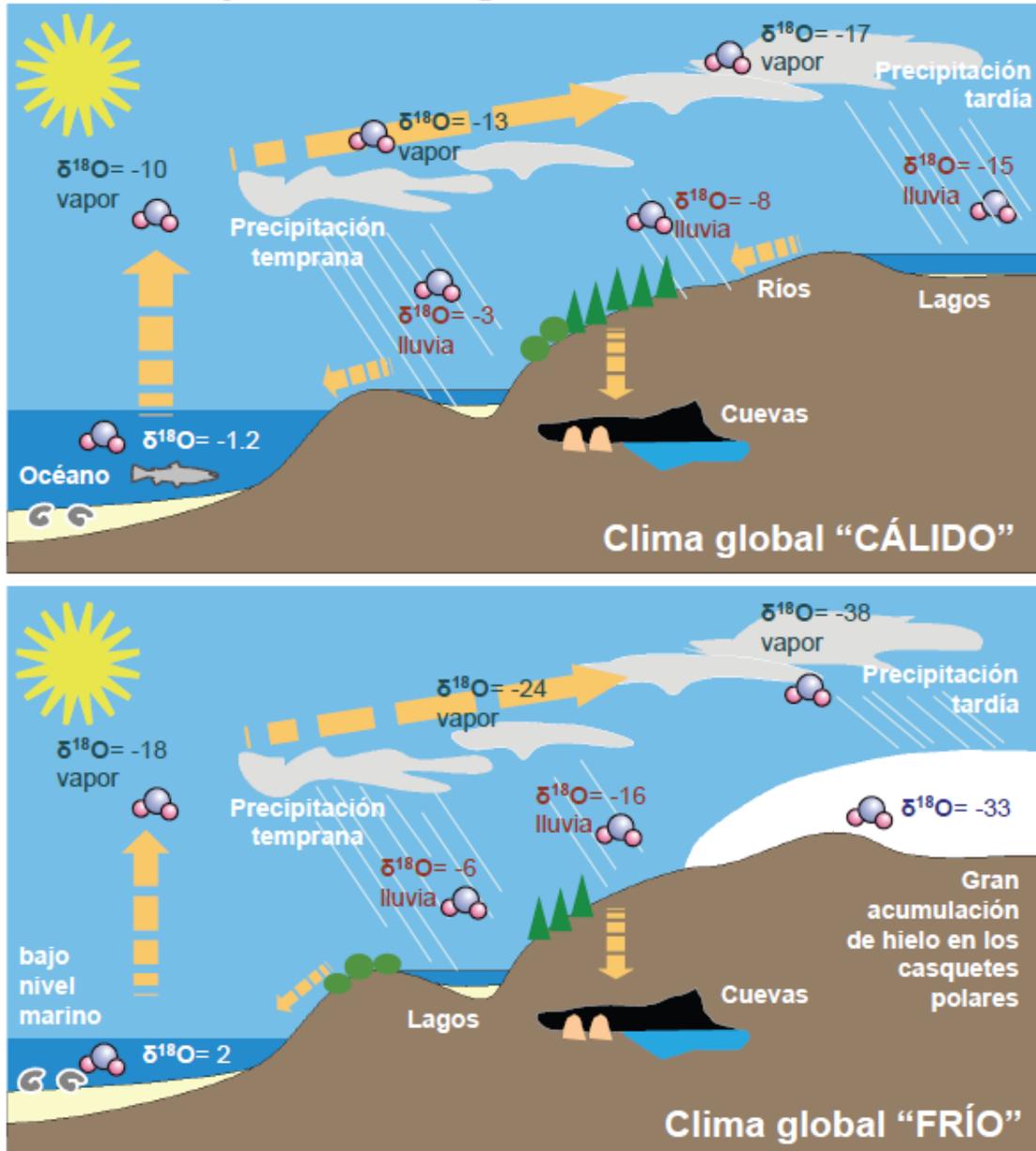


Figura 4.7. Diferencias en la composición isotópica del oxígeno en el ciclo del agua en condiciones climáticas cálidas o frías (Martín Chivelet y Muñoz-García 2015).

Durante el crecimiento de la concha de moluscos marinos se va fijando el carbonato cálcico disuelto en el agua de mar, que contiene una proporción concreta de $^{18}\text{O} / ^{16}\text{O}$. Si este crecimiento se da en condiciones de equilibrio, es decir, sin que haya cambios de temperatura y variaciones en la composición isotópica del agua en el momento de la fijación, se considera que los cambios observados en la composición isotópica de la concha están relacionados con los cambios de temperatura superficial del mar. De este modo, en temperaturas bajas se da un

fraccionamiento mayor, con lo que se fija mayor cantidad de ^{18}O en el mineral de la concha (Croning 2010, Ruddiman 2013, Martín Chivelet y Muñoz-García 2015).

Diversos estudios realizados en la especie *Patella caerulea* y en otras especies de lapas verifican que el carbonato cálcico se fija cerca del equilibrio isotópico en sus conchas (Emiliani 1964, Ferguson et al. 2011, Prendergast y Schöne 2017), es decir, el valor de oxígeno registrado ($\delta^{18}\text{O}_{\text{shell}}$) está directamente relacionado con la temperatura superficial del mar. Estudios en muestras modernas han precisado un desplazamiento positivo de 0,72‰ en los valores predichos a partir del oxígeno de la concha respecto a lo observado en el agua (Ferguson et al. 2011, Prendergast and Schöne 2017). Este valor se asemeja a los resultados de 0,36‰ y 1,01‰ obtenidos en la especie *Patella vulgata* para las costas atlánticas (Fenger et al. 2007; Gutiérrez-Zugasti et al. 2017). Esto ratifica el valor de estos moluscos marinos como buen proxy de paleotemperaturas.

4.3.3. Estrategia de muestreo

La preparación de las muestras, para el análisis de isótopos, se ha realizado en el Laboratorio de láminas delgadas del Departamento de Geología de la Universidad Autónoma de Barcelona. Para ello, se ha seguido la metodología descrita por B. R. Schöne et al. (2005) e implementada en casos de estudio en ejemplares del género *Patella* (Fenger et al. 2007; Ferguson et al. 2011, Prendergast y Schöne 2017, García-Escárzaga y Gutiérrez-Zugasti 2021). El procedimiento consiste en cortar la concha de la lapa a lo largo del eje máximo de crecimiento mediante una sierra de laboratorio Buehler IsoMet con disco de 120 μm diamantado a baja velocidad. Con el fin de que la concha no se rompa en el corte, se le adhiere una mezcla de resina de epoxy (25 mm de epoxy resin strue y 3 mm harder epoxy strue) y se deja secar en un recipiente de vacío 24h. El vacío permite que no se creen burbujas de aire en el proceso de adhesión de la resina. La sección en la que se toman las muestras se pule con Carborundo de grano 320, 600 y 800 hasta que la superficie sea homogénea.

Una estrategia de muestreo apropiada requiere del conocimiento de la estructura y composición mineralógica de la concha de la lapa (Prendergast y Schöne 2017). El trabajo de Macclintock (1967) describió las microestructuras y características mineralógicas de las capas de distintos ejemplares del género *Patella*. Tomando como referencia la inserción del músculo myostracum, se identificaron dos capas interiores: (1) capa radial foliado-cruzado de calcita (m-2), (2) capa

radial cruzado-laminar de aragonito (m-1), y tres capas exteriores: (1) capa concéntrica cruzado-laminar de aragonito (m+1), (2) capa concéntrica foliado-cruzado de calcita (m+2) y (3) capa radial cruzado-concéntrico de calcita (m+3).

Además, en base a los estudios de esclerocronología realizados en la especie *Patella caerulea* en la región Mediterránea, (Ferguson et al. 2011, Prendergast y Schöne 2017), se ha diseñado nuestra estrategia de muestreo. En nuestro caso hemos implementado dos distintas, con el fin de conseguir mayor exactitud a la hora de determinar la estación de recolección de los moluscos. Por un lado, obtenemos cinco muestras secuenciales, comenzando por el borde de la concha, en todos los ejemplares. Esta serie contigua de muestras posibilita conocer el patrón de cambio de las proporciones isotópicas y afinar la estimación de la estación anual que corresponde al valor isotópico del borde de la concha. Por otro lado, realizamos una secuencia larga de muestras en cuatro conchas, una por nivel, con el objetivo de establecer el ciclo anual y estacional de los valores $\delta^{18}\text{O}$. El rango de valores establecido nos permite clasificar las muestras del borde en cuatro cuartiles que representan las estaciones climáticas anuales (Mannino et al. 2007).

De esta forma, las muestras de CaCO_3 se toman en paralelo a la dirección de las líneas de crecimiento en la capa de calcita concéntrico foliado cruzado (M+2) para evitar posibles mezclas de calcita y aragonita (Fenger et al. 2007). El peso varía entre 150 y 250 μg , con un intervalo aproximado de 0,5 mm entre ellos, para obtener mayor resolución. El proceso se realiza mediante un taladro Dremmel con broca de 0.4 mm y un estéreo-microscopio, que permite mayor precisión.

4.3.4. Medición de los valores isotópicos

Las muestras de carbonato cálcico reaccionan con 3 a 5 gotas de ácido ortofosfórico al 104% (H_3PO_4) para generar gas CO_2 , el cual se transporta en una corriente de helio de 2 ml/min al espectrómetro de masas. Teniendo en cuenta la cantidad de cada muestra ($>150 \mu\text{g}$), su tiempo de reacción es de 2,5 h. La medición de la relación isotópica en la misma se realiza en un dispositivo de preparación automatizado, Thermo GasBench II, acoplado a Thermo Finnigan MAT 253 espectroscopia de masas de relación isotópica. Esta se ha llevado a cabo en el laboratorio de isótopos estables del Parque Científico Tecnológico de la Universidad de Burgos. Las proporciones de isótopos de oxígeno y carbono se expresan en unidades por mil (‰) en

relación con el estándar de carbonato VPDB, mediante mediciones repetidas de estándares internacionales NBS18 ($\delta^{13}\text{C} = -5,014 \text{ ‰}$, $\delta^{18}\text{O} = -23,2 \text{ ‰}$) y IAEA-603 ($\delta^{13}\text{C} = + 2,46 \text{ ‰}$, $\delta^{18}\text{O} = -2,37 \text{ ‰}$), así como un estándar de laboratorio empobrecido en ^{18}O , STD-3 ($\delta^{13}\text{C} = +3,02 \text{ ‰}$, $\delta^{18}\text{O} = -5,64 \text{ ‰}$). Los análisis replicados proporcionaron una precisión igual o inferior a $0,05 \text{ ‰}$ para el $\delta^{18}\text{O}$, y de $0,05 \text{ ‰}$ para $\delta^{13}\text{C}$.

4.3.5. Estimación del momento de recolección de *Patella caerulea*

La estación de adquisición de los ejemplares de *Patella caerulea* se ha realizado siguiendo la metodología por cuartiles implementada por M. Mannino et al. (2003) para la especie de *Phorcus lineatus* en Reino Unido, y, posteriormente, aplicada en estudios realizados en la región Mediterránea en *Phorcus turbinatus* (Mannino et al. 2007, 2011, Colonese et al. 2009; Prendergast et al. 2016, Branscombe et al. 2021).

Por un lado, se calcula el rango de valores isotópicos para cada nivel/fase arqueológica. Estos proceden de las conchas muestreadas de manera secuencial (entre 28 y 19 micro-muestras) y las muestreadas únicamente en el borde (5 micro-muestras). Estos valores son representativos de la variación anual de la composición isotópica de cada nivel/fase y su correspondiente cronología. Por tanto, se dividen en cuatro cuartiles iguales que se adscriben a las cuatro estaciones dependiendo del valor isotópico. En base a los estudios de fraccionamiento del isótopo de oxígeno en carbonato de conchas marinas (Urey 1947, Emiliani y Mayde 1964, Bailey et al. 1983), los valores isotópicos bajos están relacionados con altas temperaturas, mientras que los valores altos se vinculan a temperaturas bajas. En consecuencia, el 25% superior del rango representa los meses de invierno y el 25% inferior del rango a los meses de verano. Entre estos se sitúan los cuartiles intermedios que corresponden al 50% del rango anual, vinculados a la estación de primavera y de otoño.

La estimación de la estación de recolección de cada concha se realiza asignando el valor isotópico del borde a uno de los cuartiles especificados. En el caso de los cuartiles intermedios es necesario observar la tendencia de los valores tomados después del borde. Si los valores muestran una tendencia de aumento se establece que corresponden a la estación de otoño, ya que se observa un descenso en la temperatura. Si los valores muestran una tendencia de disminución, se establece que corresponde a la estación de primavera, ya que se observa un ascenso en la temperatura.

4.3.6. Estimación de la temperatura superficial del mar a partir del carbonato cálcico de *Patella caerulea*

El cálculo de la temperatura superficial del mar a partir del carbonato cálcico de *Patella caerulea* se realiza con el objetivo de confirmar si el rango de valores isotópicos obtenidos son adecuados para el periodo cronológico al que se adscriben. Para ello, se utilizan los valores $\delta^{18}\text{O}$ de la concha y del agua. Debido a que no precisamos del valor $\delta^{18}\text{O}$ del agua para cada cronología, se ha estimado en base a los datos de salinidad del agua del estudio de Varga-Yañez et al. (2017) y la ecuación de Pierre (1999):

$$\delta^{18}\text{O}_{\text{water}}=0.25\times S(\theta)-8.2$$

donde S es la salinidad.

Este valor no contempla las variaciones isotópicas que tuvieron lugar durante el Holoceno inicial debido a la desglaciación. Para ello, se aplica la corrección propuesta por R. G. Fairbanks (1989). Este/a investigador/a establece que hubo un descenso en la composición isotópica del agua de 0,011‰ por cada metro de ascenso del nivel del mar. En consecuencia, se debe sumar este valor por metro de ascenso en cada periodo cronológico. En este sentido, el estudio de F. Jordá-Pardo et al. (2011) estima que durante el Dryas reciente (12.990 y 11.360 cal BP) la línea de costa se sitúa a -70 m y durante el Holoceno inicial (a partir de 8.550 cal BP) la línea se sitúa en -23 m en la costa próxima a la cueva de Nerja. El valor isotópico del agua estimado es 1,77‰ para el Paleolítico superior final y 1,25‰ para el Mesolítico y el Neolítico.

Una vez obtenido este dato se calcula la temperatura superficial del mar mediante la ecuación de O'Neil et al. (1969):

$$\text{SST}(\text{°C})=16,9-4,38\times(\delta^{18}\text{O}_{\text{shell}}-\delta^{18}\text{O}_{\text{water}})+0.1\times(\delta^{18}\text{O}_{\text{shell}}-\delta^{18}\text{O}_{\text{water}})^2$$

En este caso, se resta 0,27‰ al valor de $\delta^{18}\text{O}$ del agua para poder aplicar esta ecuación, dado que los valores de $\delta^{18}\text{O}$ en agua y carbonato se miden en escalas distintas (VSMOW y VPDB, respectivamente) (Gonfiantini et al. 1995).

4.4. Análisis de la morfometría geométrica de las conchas de la especie *Patella caerulea*.

4.4.1. Principios y aplicación del análisis de morfometría geométrica.

Los estudios morfológicos tradicionales describen la forma de las conchas mediante la relación entre longitud, anchura y altura. No obstante, la descripción geométrica de una forma necesita otras mediciones. Esto requiere que los datos geométricos se conviertan en información digital, por lo que, se requiere de un proceso de escaneo. En este caso se trabaja con datos tridimensionales que requieren de un método de escaneo láser, adecuado para digitalizar la estructura externa de la geometría deseada. Este es un método de registro activo que se basa en capturar la información espacial tridimensional de un objeto directamente desde una fuente de luz. Por ello, el láser está equipado con un emisor y receptor de fuente de luz.

Una vez escaneada la superficie de la lapa se establecen los puntos de referencia que corresponden a ubicaciones anatómicas diagnósticas que pueden reconocerse en todos los ejemplares estudiados. Este registro homogéneo implica establecer un sistema de coordenadas estándar para hacer que la información geométrica registrada sea espacialmente independiente (Zelditch et al. 2004). Estos puntos de referencia se clasifican en tres categorías según Bookstein (1991):

- tipo 1: son los más óptimos y permiten identificar direcciones de fuerzas que impactan en una estructura o reconocer los efectos de procesos que desplazan los puntos de referencia.
- tipo 2: son más problemáticos, ya que carecen de información de las características del entorno, por lo que es difícil distinguir las direcciones de las fuerzas que podrían aplicarse.
- tipo 3: los define como extremos localmente definidos.

Para mitigar la deficiencia de los puntos de referencia equidistantes de tipo 3, Bookstein (1997) propuso puntos de referencia deslizantes para analizar curvaturas en datos bidimensionales, lo que luego se generalizó a análisis tridimensionales (curvas y superficies) (Gunz et al. 2005). La premisa general de los puntos de referencia deslizantes (semi-puntos de referencia) consiste en permitir que los puntos de referencia equidistantes se desplacen desde su posición original a lo largo de una curva o sobre una superficie, minimizando las "diferencias morfológicas" en todos los especímenes. Como resultado, la nueva ubicación de los puntos deslizados también recopila la información geométrica de la estructura, en lugar de reflejar únicamente la información espacial de los demás puntos de referencia.

La información obtenida con las coordenadas cartesianas locales de los puntos de referencia introduce gran cantidad de información en la matriz de covarianza, lo que dificulta poder observar las diferencias geométricas que presentan los objetos. Ante ello, una solución es estandarizar las coordenadas en base a la concepción de Kendall (1984) y Kendall et al. (1999) sobre el concepto de forma, en el que la forma se obtiene una vez eliminado el tamaño, la ubicación y la orientación de un objeto. Esto se logra a partir del método de superposición de Procrustes que proporcionó un conjunto de residuos para su uso en el análisis.

En los estudios de morfometría comparativa la muestra de referencia define el sistema de coordenadas global y los puntos de referencia de esta muestra se denomina configuración de plantilla. Esto se define de este modo si el objetivo es comparar ejemplares con una muestra de referencia específica para observar sus diferencias morfométricas. En este sentido, existen dos diseños de estudios morfométricos: a) el análisis morfométrico se denomina análisis Procrustes ordinario (APO) y b) si se selecciona el promedio de puntos de referencia como la plantilla, el enfoque se llama análisis Procrustes generalizado (APG). En este trabajo, dado que el objetivo es observar posibles diferencias morfológicas vinculadas a los factores ambientales que presentan cada zona del intermareal donde habitan los moluscos estudiados, se selecciona un conjunto de ejemplares (>20) del intermareal superior e inferior como plantilla. Por lo tanto, solo implementamos el análisis de Procrustes ordinario (Yousef-Pouran et al. 2023).

4.4.2. Toma de muestras y procesado de datos.

El análisis de morfometría geométrica se realiza en la especie *Patella caerulea*, especie cuya abundancia relativa aumenta en el periodo Neolítico (30% del NMI) en la Sala de la Mina de Nerja (**ver Capítulo 5**). Esta especie presenta la capacidad de migrar dentro de las distintas zonas del intermareal (Vafidis et al. 2020), lo que nos permite poder distinguir entre los ejemplares que habitan la zona superior e inferior.

Las conchas de las lapas fueron escaneadas en el OpenLab de la Universidad Autónoma de Barcelona, con láser utilizando un escáner estructurado portátil (CREAFORM GO!SCAN 20) con una resolución de 0,1 mm. Las mallas triangulares resultantes se guardan como archivos Wavefront OBJ, y posteriormente se importan a MeshLab (Cignoni et al. 2008) para su limpieza, decimación y mediciones geométricas.

Para llevar a cabo este análisis se diseñó una configuración para registrar la morfología propia de los ejemplares de lapa según su ubicación en la zona intermareal. Ésta, en base a estudios previos de otras especies de la familia *Patellidae* (Gouveia et al. 2022), incluye 3 puntos de referencia (landmark) en la posición del ápice y otras dos en los extremos de la longitud máxima de la concha. El primero en la parte posterior de la concha; el segundo, en la parte anterior (**Figura 4.8**). A estos se les suma 47 puntos semifijos que cubren toda la geometría de la concha.

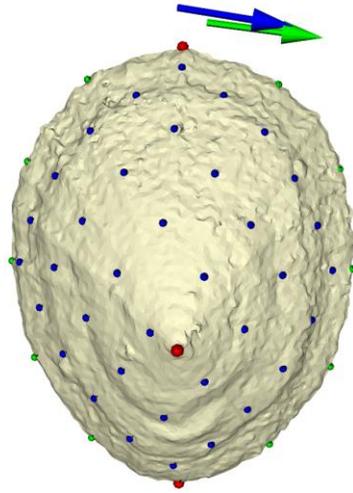


Figura 4.8. Posición de los puntos de referencia sobre la superficie digitalizada de la concha de *Patella caerulea*. Los puntos rojos corresponden a los puntos de referencia principal; los verdes, a las referencias del perímetro; y los azules, a las referencias definidas matemáticamente.

Una vez se crean las mallas triangulares tridimensionales se importan a ArchaeoToolBox (Yousef-Pouran et al. 2023), un software de GMM diseñado y desarrollado en el Laboratori d'Arqueozoologia, Universitat Autònoma de Barcelona. El análisis superpone especímenes sobre una malla de plantilla, utilizando una serie de puntos de referencia digitalizados y midiendo las distancias emparejadas entre los puntos de referencia superpuestos y los de la plantilla. Las distancias mencionadas pueden expresarse como vectores de coordenadas cartesianas, pero si se presentan como magnitudes de dichos vectores, se llaman residuos de Procrustes. En el estudio presentado, los residuos de Procrustes se seleccionaron como descriptores morfométricos (Bookstein 1991). La superposición de Procrustes se eligió como el método para superponer los puntos de referencia.

Los datos morfométricos (residuos de Procrustes) fueron sometidos principalmente a un Análisis de Componentes Principales (PCA) con el propósito principal de detectar características. Mientras que observar variaciones morfológicas es informativo, entender sus

ubicaciones espaciales es crucial. Para lograr esto, es esencial identificar, para cada eje de variación principal (*Eigenvector*), qué componente (punto de referencia) tuvo el impacto más significativo en ese eje. El punto de referencia más importante de un componente principal morfológico, determinado por el *Eigenvalor* más alto después de la descomposición de la matriz de covarianza de residuos de Procrustes, se seleccionó como la característica representativa del respectivo espacio morfológico. Esta se correlaciona con la información arqueológica.

Del mismo modo que en el análisis biométrico, las diferencias existentes en la forma de las conchas y su grado de significación estadística se determinan a través del contraste de hipótesis. La elección de la prueba estadística adecuada se precisa con la prueba de Shapiro-Wilk y Lilliefors (basado en el test Kolmogorov-Smirnov), así como, con histogramas y gráficos QQ-Plot. El test de contraste paramétrico usado es One-way ANOVA y, el no-paramétrico, Kruskal-Wallis. El procedimiento de comparación múltiple de Dunn nos permite identificar cuáles son los grupos significativamente diferentes. Los análisis se realizaron mediante R 4.1.1 software y los valores de significancia (α) fueron $p=0,05$. Estas diferencias se visualizan a través de la gráfica de diagrama de cajas, uno de los más usados en estudios métricos en arqueología (Fernández-Martínez 2015).

4.4.3. Selección de ejemplares modernos para la creación de referenciales

Para obtener datos referenciales con los que llevar a cabo el estudio morfométrico que discrimine la zona del intermareal en el que habitaron los ejemplares arqueológicos de la especie *Patella caerulea*, se procedió a la recogida de individuos actuales. Esta se llevó a cabo en la costa rocosa de la Playa de Maro (Nerja, Málaga), situada aproximadamente a 1,5 km de la cueva de Nerja (**Figura 4.9**). Se eligió la fecha del 10 de octubre del año 2022, coincidiendo con el periodo de las mareas vivas de otoño, con el fin de poder acceder más fácilmente a la zona intermareal inferior. De partida se plantea la recogida de 50 ejemplares de cada zona intermareal (superior e inferior). La franja intermareal en la costa Mediterránea tiende a ser más estrecha, aproximadamente de 0,5 m, en el caso de la costa de Nerja, por lo que, se plantea dos criterios para distinguir entre ambas zonas: a) recoger los ejemplares situados en la posición máxima vertical (superior e inferior), y b) asociar a la fauna característica de cada zona, *Patella rustica* para la zona superior y las algas rojas para la zona inferior.



Figura 4.9. Localización de los acantilados próximos a la playa de Maro (Nerja, Málaga), lugar en el que hemos ejemplares de *Patella caerulea*. Se indica la zonación vertical.

Capítulo 5. Resultados del análisis arqueomalacológico: las especies representadas y su variabilidad.

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos en el estudio de arqueomalacología de los moluscos marinos y, en particular, de los ejemplares de la familia *Patellidae*. Este se realiza, primero, por yacimientos y, posteriormente, se comparan los resultados entre sí. En el apartado de cada sitio arqueológico se describen los resultados de los siguientes análisis en este orden: a) el análisis tafonómico para evaluar el grado de conservación de los conjuntos analizados, b) la clasificación de los ejemplares a nivel de especie y su abundancia relativa por nivel arqueológico y por periodo, c) la variabilidad que se observa en la representación de especies en base al nivel arqueológico y al periodo, d) la diversidad de especies en los conjuntos por periodo y, finalmente, e) la abundancia relativa de otros invertebrados marinos por periodo.

5.1. Cueva de Nerja (Sala de la Mina).

Los trabajos de excavación han proporcionado abundantes restos tanto, de recursos arqueofaunísticos, como arqueobotánicos, lo que posibilita la reconstrucción de las estrategias de subsistencia de las sociedades prehistóricas que habitaron en esta parte de la cueva.

Por lo que respecta a los animales terrestres, destacan tanto vertebrados (fundamentalmente mamíferos) como invertebrados (moluscos terrestres). Por lo que se refiere a los animales de origen marino, además de los invertebrados marisqueados en intermareal (moluscos, crustáceos y equinodermos), se documentan peces, aves y mamíferos marinos.

De esta manera, durante el Paleolítico superior final se documentan 2680 INSP de vertebrados terrestres (Aura-Tortosa et al. 2009), donde predominan los restos de conejo (73%) y de cabra montesa (19%) y 2086 INSP de peces (Aura et al. 2001; 2002), siendo las familias Sparidae (>40%), Mugilidae (>20%) y Scombridae (13%) las de mayor frecuencia. Los restos de aves (Eastham, 1986) y cetáceos (Álvarez-Fernández et al. 2014) son más escasos, 48 INSP y 18 INSP, respectivamente. En el periodo Mesolítico, se documentan 128 INSP de vertebrados (Aura Tortosa et al. 2009), en los que destacan los restos de cabra montesa (43%) y conejo (41%). Respecto a los peces, las aves, no hay datos publicados.

Finalmente, en el periodo Neolítico, el ca. 91% de los restos de vertebrados (Aura Tortosa et al. 2013) corresponden a especies domésticas (bovino, cabra, oveja y cerdo) y a conejo (ca. 2%), mientras que el 90% de las especies de aves son de origen terrestre (Eastham 1986).

Los datos arqueobotánicos procedentes de los niveles del Paleolítico superior señalan la presencia de huesos de acebuche, piñones, bellotas, pomos de rosáceas y leguminosas (Badal 1990, Aura Tortosa et al. 2013). No hay información publicada sobre los restos vegetales documentados en los niveles mesolíticos. En el Neolítico se identifican semillas de cebada desnuda (*Hordeum vulgare* subsp. *vulgare*), trigo desnudo (*Triticum* cf. *dicoccum*) y leguminosas, siendo el haba la más frecuente (Aura Tortosa et al. 2013).

A continuación, se presentan los resultados de las especies representadas de moluscos marinos y otros invertebrados del intermareal a lo largo de la secuencia cronológica estudiada en la cueva de Nerja (Sala de la Mina).

5.1.1 Características tafonómicas de los conjuntos analizados: agentes y procesos naturales que han actuado sobre el conjunto.

Antes de examinar las distintas especies de invertebrados recuperados en el yacimiento de Nerja, Sala de la Mina, se realiza el estudio del estado de conservación de estos conjuntos arqueológicos. En este caso, el análisis tafonómico se realiza exclusivamente en los ejemplares de la familia Patellidae debido a que el resto de los recursos marinos no se han estudiado directamente, sino que provienen de trabajos ya publicados o están en curso de publicación (Jordá Pardo 1981, 1985-1986, Álvarez-Fernández et al 2022). A pesar de ello, la información obtenida puede mostrar el grado de conservación del conjunto malacológico en general, siempre y cuando se tenga en cuenta que cada especie presenta características distintas en cuanto a su conservación.

Los procesos erosivos previos al enterramiento de los materiales de Nerja pueden ser alteraciones producidas antes de ser recogidas por los seres humanos o alteraciones postdeposicionales que tienen lugar en el yacimiento. En este caso se identifican ambos procesos.

Entre las primeras hay que señalar (**Tabla 5.1**) las relacionadas con agentes biológicos como organismos perforantes (por ejemplo, las realizadas por esponjas y por anélidos) que realizan

orificios en las conchas de las lapas. En los conjuntos estudiados se han identificado tres lapas completas con este tipo de alteración, aunque en ningún caso han perforado completamente la concha, lo que significa que los animales muy probablemente estaban vivos cuando fueron recolectados por los humanos. También, se documenta epifauna adherida a la superficie externa de dos lapas. Se trata de balanos. Su presencia sobre los moluscos debió de ser, sin embargo, mucho más abundante, puesto que se ha documentado la presencia de ejemplares completos y fragmentados durante el proceso de triado del sedimento, en particular, de los niveles adscritos al Holoceno (E. Álvarez-Fernández, Comunicación personal).

Niveles	Bioerosión		Mineralización	Total NR
	Epifauna	Perforación	Carbonato cálcico	
1	0	0	0	34
2	0	0	1	96
3	0	0	1	126
4	0	0	0	74
5	0	3	16	1535
6	0	0	3	291
7	2	0	0	582
8	0	0	0	28
9	0	0	0	143
10	0	0	0	371
11	0	0	5	555
12	0	0	14	1268
13	0	0	0	813
14	0	0	0	100
15	0	0	0	58
16	0	0	1	121

Tabla 5.1. Número de restos de ejemplares de la familia *Patellidae* con alteraciones previas a la recolección y de tipo postdeposicional.

Atendiendo a las características del entorno en el que se depositan los restos, en una cavidad calcárea, se observan diferentes alteraciones postdeposicionales. Así, una fina capa de carbonato cálcico recubre parcialmente la superficie de las lapas. Esto se debe a la erosión que produce la filtración de agua de escorrentía sobre la caliza, de modo que estos minerales se depositan sobre sus conchas. Este proceso ha afectado tan solo a un 1% de los ejemplares. En este caso, el encostramiento no impidió la clasificación a nivel de especie de las conchas afectadas. Sin embargo, sí afectó al estudio biométrico y morfométrico, dado que han ligeramente alterado las dimensiones reales de las conchas.

Respecto al resto de moluscos de los diferentes niveles de Nerja-Mina, no se describen estudios tafonómicos detallados. Sin embargo, en el caso de las especies del género *Patella*, *Cymbula safiana*, *Phorcus turbinatus*, *Stramonita haemastoma*, *Mytilus* sp., *Cerastoderma* sp. y *Ruditapes decussatus*, se indica que fueron recogidos como alimento (Jordá Pardo 1981, 1984-1985).

Los gasterópodos de tamaño reducido clasificados en la cueva no parece que hayan sido recogidos como alimento (*Columbella rustica*, *Tritia neritea* y *Conus ventricosus*). Presentan erosión marina en su superficie (particularmente en la zona del ápex), lo que indica que fueron recogidos en las playas, una vez que el animal murió. Buena parte de ellos han sido transformados con posterioridad en objetos de adorno, tal y como demuestran las perforaciones documentadas cerca de sus bocas (Jordá-Pardo 1982). En el caso del resto de los bivalvos, se documentan conchas con huellas de erosión marina (por ejemplo, *Spondylus gaederopus*, *Glycymeris* sp. y *Pecten* sp.), lo que indica que no fueron recogidas como alimento, sino como materia prima para la elaboración de útiles (adornos, contenedores de líquidos y sólidos, , etc.) (Álvarez-Fernández et al. 2022). Las valvas de *Ostrea* sp., *Panopea* sp. y *Lutraria lutraria* documentadas en la secuencia son escasas (Jordá-Pardo 1982). Aunque pertenecen a bivalvos que poseen interés alimenticio, su escaso número sugiere que se recolectaron de forma puntual.

5.1.2 Las especies de moluscos marinos representadas

En la Sala de la Mina de la cueva de Nerja se han documentado más de 50.000 conchas de moluscos marinos (Álvarez-Fernández, Comunicación personal). Estos fueron recuperados mediante el cribado sistemático del sedimento con mallas metálicas finas de entre 1 y 8 mm de luz. La información publicada hasta el momento procede de la clasificación y cuantificación de restos de conchas de moluscos de J.F. Jordá-Pardo 1981, 1984-1985). Los estudios de los restos recuperados a partir de cribas de menor luz son preliminares, y corresponden exclusivamente a los niveles magdalenienses (Álvarez-Fernández et al. 2022).

Para realizar la cuantificación del NMI hemos seguido la información de los moluscos marinos publicada por J.F. Jordá Pardo (1981, 1982, 1984-1985). En la cuantificación inicial del género *Patella*, el NMI total asciende a 4.383 (Jordá-Pardo 1984-1985). En nuestro estudio, el NMI de lapas calculado es de 4.575. El incremento respecto al NMI inicial se debe a que han sido cuantificados fragmentos de ápices procedentes de la criba de 2 mm de luz.

La distribución del NMI de moluscos por nivel no es homogénea a lo largo de la secuencia (Tabla 2). El valor máximo corresponde a los niveles NM11+NM10 ($n=2.265$), mientras que el valor mínimo ($n=133$) corresponde a NM1. Estas diferencias cuantitativas no parecen estar relacionadas con el volumen de sedimento excavado, ya que los niveles con volúmenes similares, como NM11+NM10 y NM14, no muestran la misma cantidad de restos ($n=2.265$ y $n=354$, respectivamente). Esto se confirma con la baja correlación que existe entre las variables de NMI_m y el volumen de sedimento (dm^3) a lo largo de la secuencia ($R^2=0,0165$; $p=0,675$). Además, la densidad de restos por nivel, calculado a partir de la división del NMI documentados en cada nivel por el volumen total excavado del mismo (ver Capítulo 6), muestra que los niveles con mayor densidad de restos no son los que presentan mayor volumen excavado (NM13 con $118,43 NMI_m/dm^3$ y $8,3 dm^3$; NM10+NM11 con $108,63 NMI_m/dm^3$ y $13,4 dm^3$). Este valor de densidad varía entre los niveles, lo que indica una disposición distinta de las conchas de los moluscos a lo largo de la secuencia. De esta manera, se observa una mayor concentración de restos en NM13, NM11+NM10 y NM7, en los que se supera el $105 NMI_m/dm^3$. Les siguen los niveles intermedios (NM12, NM9+NM8 y NM5) con una variación entre $60-47 NMI_m/dm^3$, y los situados en la parte inferior de la secuencia (NM16, NM15, NM4 y NM3), cuya densidad de restos oscila entre 33 y $20 NMI_m/dm^3$. Finalmente, los niveles situados en la parte superior de la secuencia (NM14, NM6 y NM2) son los que presentan menor concentración de restos, con valores entre 14 y $10 NMI_m/dm^3$. En cuanto a NM1, al no conocer su potencia, no se han podido hacer cálculos.

Por lo que respecta a los ejemplares de la familia *Patellidae*, la distribución de la cantidad de NMI por nivel es desigual a lo largo de la secuencia (Tabla 5.2). Más del 50% procede de NM5 y NM12. NM15 y NM8 son los que presentan una menor cantidad, aunque su volumen de sedimento no difiere de los niveles con mayor NMI. Esto sugiere que las diferencias en la cantidad por nivel no están relacionadas con el volumen de sedimento excavado, tal y como se confirma mediante la baja correlación que existe entre ambas variables ($R^2=0,055$, $p=0,398$). En cuanto a la densidad de ejemplares de la familia *Patellidae* por litro de sedimento, el cálculo muestra que los niveles con mayor concentración son NM5, NM12 y NM7 ($98-60 NMI_p/dm^3$), frente a NM13 y NM11 (en torno a $30 NMI_p/dm^3$) y NM10, NM9, NM3 y NM6 ($20-9 NMI_p/dm^3$). Los niveles restantes (NM16, NM15, NM14, NM8, NM4 y NM2) no superan la densidad del $10 NMI_p/dm^3$.

Niveles	dm ³	NMI moluscos	NMI (Patellidae)	NMI _m /dm ³	NMI _p /dm ³
16	40	867	62	21,68	1,55
15	19	474	23	24,95	1,21
14	24,2	354	45	14,63	1,86
13	8,3	983	233	118,43	28,07
12	12,7	759	983	59,76	77,40
11	12,2	2265	333	108,63	27,30
10	8,65		167		19,31
9	8,4	1380	127	56,10	15,12
8	16,2		27		1,67
7	8,8	946	565	107,50	64,20
6	31,9	445	290	13,95	9,09
5	13,4	633	1324	47,24	98,81
4	28,05	785	72	27,99	2,57
3	6,12	203	119	33,17	19,44
2	14,08	215	91	15,27	6,46
1	-	133	34	-	-

Tabla 5.2. Abundancias relativas de moluscos marinos (NMI_m) proceden del estudio de Jordá-Pardo (1984-85) y los ejemplares de la familia *Patellidae* (NMI_p) estudiados en este estudio, procedentes de los distintos niveles estudiados de Nerja, Sala de la Mina.

Desde el punto de vista taxonómico, y atendiendo a los estudios realizados por J. F. Jordá Pardo (1982, 1985-1985, 1986) y las precisiones sobre las lapas de los 16 niveles de Sala de la Mina, se han podido identificar 22 especies pertenecientes al filo Molusca. A pesar de que la mayoría de los restos se han podido clasificar a nivel de especie, en algunos casos se han clasificado a nivel de género, por ejemplo, *Mytilus*.

Teniendo en cuenta el NMI y las especies de moluscos representadas en cada nivel, se observa como la mayoría de los ejemplares recuperados en la secuencia pertenecen a especies comestibles (>90%). En los niveles inferiores de la secuencia, se observa el predominio de los bivalvos marisqueados en sustratos arenosos-fangosos (NM16 y NM15) y en sustratos rocosos (NM13), que constituyen >70%. Los conjuntos del resto de niveles están compuestos por gasterópodos procedentes de sustratos rocosos, que superan el >60% en los niveles intermedios de la secuencia (NM12 a NM10) y aumentan en los superiores (NM9 a NM1), hasta un 80-95%. La presencia de escafópodos es meramente testimonial, con un solo ejemplar en NM1 (**Figura 5.1**).

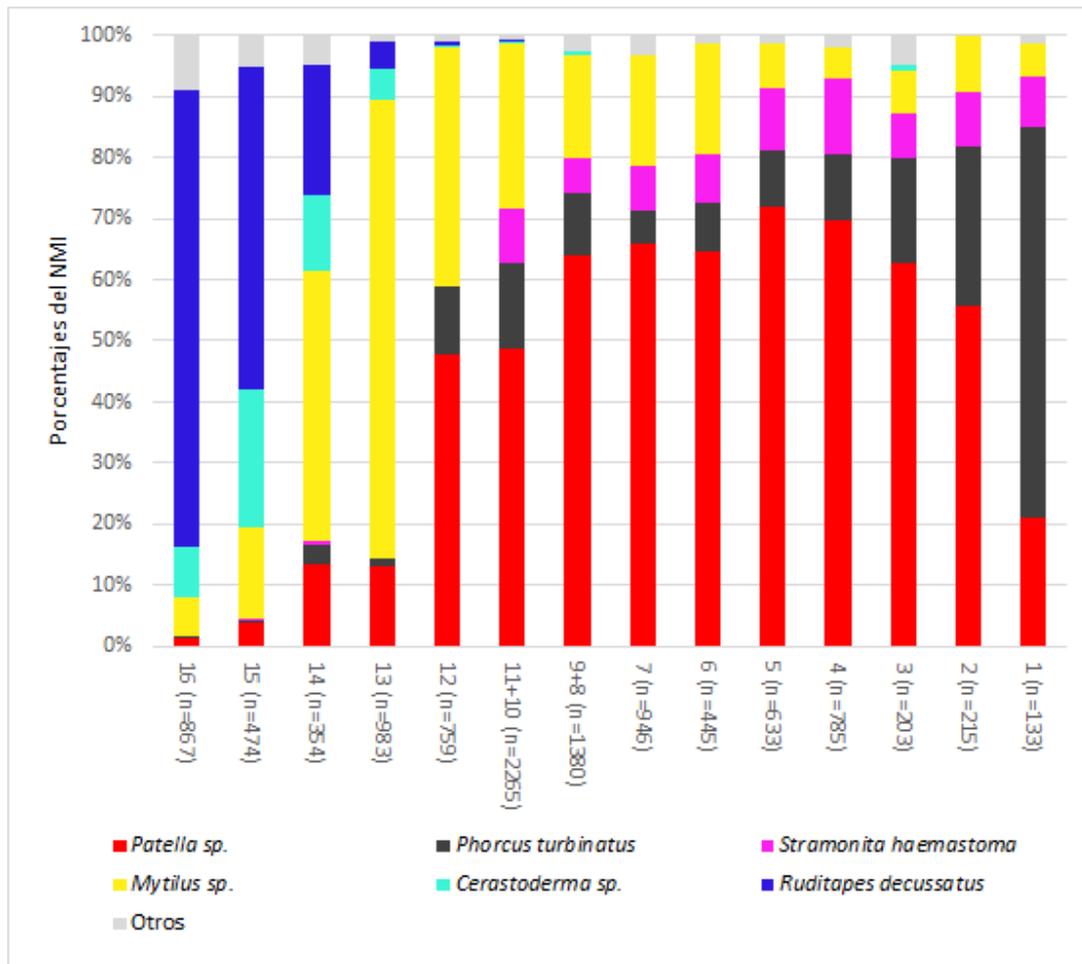


Figura 5.1. 1. Porcentajes de los taxones de moluscos más abundantes procedentes de los niveles estudiados de Nerja-Mina. La categoría de *otros* engloba las especies <10% (ver Tabla 12). Se ha tenido en cuenta el NMI.

Por lo que respecta a las conchas de bivalvos marisqueadas en de sustratos arenosos-fangosos, el taxón más abundante es *Ruditapes decussatus* (>70% del NMI total en el nivel 16 y >50% en NM15), seguido por *Cerastoderma sp.* (>22% del NMI total en NM15 y >10% en NM14). Estos bivalvos se encuentran enterrados bajo la arena de las playas o estuarios del intermareal. Adicionalmente, se documenta la especie *Pecten maximus* (NM16 y NM10), aunque su escasa presencia (<1%) podría sugerir un consumo puntual, al igual que los géneros *Panopea*, *Ostrea*, *Glycymeris* y *Lutraria*, presentes únicamente en NM14, y la especie *Spondylus gaederopus*, documentada sólo en el NM15 (Tabla 3). Sin embargo, es muy probable que sus conchas vacías hayan sido recogidas en las playas y posteriormente llevadas a la cueva para emplearlas como útiles.

Entre los bivalvos de sustrato rocoso, la recolección se centra, principalmente, en el género *Mytilus*, que probablemente se marisqueó, tanto en la zona baja del intermareal (mar abierto) y

en el estuario. Llegan a constituir el 44 y 74% del NMI en NM14 y NM13, respectivamente. Sin embargo, este porcentaje disminuye en los niveles intermedios de la secuencia (39-18% de NM12 al NM6) y sigue decreciendo en los niveles superiores de la secuencia (<10% de NM5 al NM1) (**Tabla 5.3**).

En comparación con los bivalvos, los gasterópodos marisqueados en sustratos rocosos están formados por un mayor número de taxones, aunque la abundancia relativa (NMI%), evidencia que la mayoría está formada por tres de los géneros. Así, la mayor parte de los gasterópodos se adscriben al género *Patella* (lapa) (>70% del NMI total de gasterópodos), que adquiere relevancia a partir de NM12 (47%) y se convierte en el recurso intermareal más recolectado en los niveles inmediatamente superiores de la secuencia (65% en NM7, 64% en NM6 y 71% en NM5) (**Tabla 5.3**).

Además de las lapas, otros dos géneros de gasterópodos son relevantes a nivel cuantitativo. Por un lado, se encuentra la especie *Phorcus turbinatus*, cuyos restos son <10% del NMI en los niveles inferiores, pero aumentan en torno al 13% en los intermedios (niveles NM11 a NM8) y alcanzan el 20% en los superiores de la secuencia, llegando al constituir el 60% en NM1.

La especie *Stramonita haemastoma* es prácticamente inexistente en los niveles inferiores (<1%), mientras que en los niveles intermedios (NM11, NM10, NM9 y NM8) su porcentaje asciende al 8%. Esta especie representa >12% en NM4 (**Tabla 5.3**).

Por último, se documentan otras especies de gasterópodos con escasa representación en toda la secuencia estratigráfica (<5% del NMI), pero con leves diferencias en la distribución de la abundancia relativa. En este sentido, es relevante la especie *Tritia neritea*, aunque su presencia sólo es significativa en NM16 (7,75%). *Columbella rustica*, en cambio, está representada de forma relativamente constante a lo largo de la secuencia. *Conus ventricosus*, sin embargo, que se ha clasificado exclusivamente en los niveles intermedios de Nerja-Mina.

Especies/nivel	NM16	NM15	NM14	NM13	NM12	NM11+10	NM9+8	NM7	NM6	NM5	NM4	NM3	NM2	NM1
	NMI	NMI	NMI	NMI	NMI	NMI	NMI	NMI	NMI	NMI	NMI	NMI	NMI	NMI
Gasterópodos	90	39	71	143	449	1635	1139	774	364	585	744	187	195	126
<i>Patella</i> sp.	13	19	48	130	363	1106	881	622	287	455	547	127	120	28
<i>Phorcus turbinatus</i>	3	1	11	11	84	315	144	51	36	59	84	35	56	85
<i>Stramonita haemastoma</i>	0	2	2	0	1	199	78	70	35	64	98	15	19	11
<i>Columbella rustica</i>	2	0	0	1	0	12	4	1	2	4	9	0	0	1
<i>Tritia neritea</i>	71	17	10	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Conus ventricosus</i>	0	0	0	0	1	1	2	1	2	1	6	0	0	1
Ornamental indeterminado	1	0	0	0	0	0	30	29	2	2	0	10	0	0
Bivalvos	777	435	281	840	310	630	241	172	81	48	41	16	20	7
<i>Mytilus</i> sp.	55	70	157	737	296	614	230	171	81	46	40	14	20	7
<i>Cerastoderma</i> sp.	70	108	43	50	3	8	11	1	0	0	1	2	0	0
<i>Ruditapes decussatus</i>	648	250	76	46	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pecten maximus</i>	4	6	1	7	7	4	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Spondylus gaederopus</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Glycymeris</i> sp.	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Ostrea</i> sp.	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lutraria lutraria</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Panopea</i> sp.	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Escafópodos	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dentalium</i> sp.	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total MOLUSCOS por nivel	867	474	354	983	759	2265	1380	946	445	633	785	203	215	133
TOTAL	10442													
Especies comestibles	789	450	337	974	751	2245	1344	915	439	624	770	193	215	131
Especies no comestibles	78	24	17	9	8	20	36	31	6	9	15	10	0	2

Especies/nivel	NM16	NM15	NM14	NM13	NM12	NM11+10	NM9+8	NM7	NM6	NM5	NM4	NM3	NM2	NM1
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Gasterópodos	10,38	8,23	20,06	14,55	59,16	72,19	82,54	81,82	81,80	92,42	94,78	92,12	90,70	94,74
<i>Patella</i> sp.	1,50	4,01	13,56	13,22	47,83	48,83	63,84	65,75	64,49	71,88	69,68	62,56	55,81	21,05
<i>Phorcus turbinatus</i>	0,35	0,21	3,11	1,12	11,07	13,91	10,43	5,39	8,09	9,32	10,70	17,24	26,05	63,91
<i>Stramonita haemastoma</i>	0,00	0,42	0,56	0,00	0,13	8,79	5,65	7,40	7,87	10,11	12,48	7,39	8,84	8,27
<i>Columbella rustica</i>	0,23	0,00	0,00	0,10	0,00	0,53	0,29	0,11	0,45	0,63	1,15	0,00	0,00	0,75
<i>Tritia neritea</i>	8,19	3,59	2,82	0,10	0,00	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Conus ventricosus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,13	0,04	0,14	0,11	0,45	0,16	0,76	0,00	0,00	0,75
Ornamental indeterminado	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,17	3,07	0,45	0,32	0,00	4,93	0,00	0,00
Bivalvos	89,62	91,77	79,38	85,45	40,84	27,81	17,46	18,18	18,20	7,58	5,22	7,88	9,30	5,26
<i>Mytilus</i> sp.	6,34	14,77	44,35	74,97	39,00	27,11	16,67	18,08	18,20	7,27	5,10	6,90	9,30	5,26
<i>Cerastoderma</i> sp.	8,07	22,78	12,15	5,09	0,40	0,35	0,80	0,11	0,00	0,00	0,13	0,99	0,00	0,00
<i>Ruditapes decussatus</i>	74,74	52,74	21,47	4,68	0,53	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Pecten maximus</i>	0,46	1,27	0,28	0,71	0,92	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Spondylus gaederopus</i>	0,00	0,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Glycymeris</i> sp.	0,00	0,00	0,28	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Ostrea</i> sp.	0,00	0,00	0,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Lutraria lutraria</i>	0,00	0,00	0,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Panopea</i> sp.	0,00	0,00	0,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Escafópodos	0,00	0,00	0,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Dentalium</i> sp.	0,00	0,00	0,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total MOLUSCOS por nivel	8,30	4,54	3,39	9,41	7,27	21,69	13,22	9,06	4,26	6,06	7,52	1,94	2,06	1,27
Especies comestibles	91,00	94,94	95,20	99,08	98,95	99,12	97,39	96,72	98,65	98,58	98,09	95,07	100,00	98,50
Especies no comestibles	9,00	5,06	4,80	0,92	1,05	0,88	2,61	3,28	1,35	1,42	1,91	4,93	0,00	1,50

Tabla 5.3. Abundancia relativa (NMI) de las especies documentadas en los 16 niveles de Nerja (Sala de la Mina). La categoría de “ornamentales indeterminados” corresponde a conchas recogidas y utilizadas con fines ornamentales (Jordá-Pardo 1984-1985); sin que se indique su clasificación a nivel de especie.

5.1.2.1 Los restos correspondientes a la familia *Patellidae*: taxonomía y alteraciones

En esta tesis doctoral, además de estudiar los restos recogidos en la criba con malla metálica de 8 y 4 mm de luz, se profundiza en el estudio taxonómico de los ejemplares de la familia *Patellidae*. Dada la importancia que tiene estos moluscos para esta investigación se han separado clasificado a nivel de especie (siempre que ha sido posible) y cuantificado todos los restos recogidos en las mallas de 2, 4 y 8 mm de luz procedente de todos los niveles documentados en la Sala de la Mina. Además hemos llevado a cabo estudios tafonómicos en los que se observan diferentes alteraciones de origen antrópico. Estos materiales fueron estudiados en el Departamento de Prehistoria, Historia Antigua y Arqueología de la Universidad de Salamanca, donde se encuentran custodiados.

Se han contabilizado un total de 8.930 restos (NR) de ejemplares de la familia *Patellidae* y *Fisurellidae* procedentes de los 16 niveles estudiados. El cálculo del número mínimo de individuos (NMI) es de 4.575. Entre ellos se han identificado tres géneros distintos, el género *Patella*, la cual predomina con un 99,34% del NMI total, el género *Cymbula* con tan solo un 0,28% y el género *Siphonaria* con un 0,35%

Por lo que se refiere al género *Patella*, se han diferenciado cuatro especies (*Patella caerulea*, *Patella ulyssiponensis*, *Patella rustica* y *Patella ferruginea*). Presentan un patrón similar, aunque con algunas variaciones en términos de representación relativa a lo largo de la secuencia (**Figura 5.2 y Tabla 5.4**). En líneas generales, *P. ulyssiponensis* es la especie dominante en la mayoría de los niveles, donde constituye el 38-30% del NMI. No obstante, en los niveles intermedios (NM 9 y NM 8) y superiores (NM5 y NM1) de la secuencia, *P. caerulea* supera a las otras especies de lapas. En NM4 la proporción de ambas especies, *P. caerulea* y *P. ulyssiponensis*, son similares. *P. rustica* se mantiene relativamente constante en toda la secuencia, donde no sobrepasa el 15% del NMI y desciende por debajo del 10% en los niveles superiores. Por último, *P. ferruginea*, a excepción del nivel NM3, no supera el 1% del NMI en ninguno de los niveles, por lo que, se convierte en la especie del género *Patella* menos representada del yacimiento.

Además de las cuatro especies de lapas señaladas, dentro de los otros géneros de la familia *Patellidae* se han identificado la especie *Cymbula safiana*, únicamente presente en los niveles superiores de la secuencia (NM5, NM3 y NM2), y la especie *Siphonaria pectinata*, registrada en NM5 y NM3. El único ejemplar de la familia *Fisurellidae* procede de NM14.

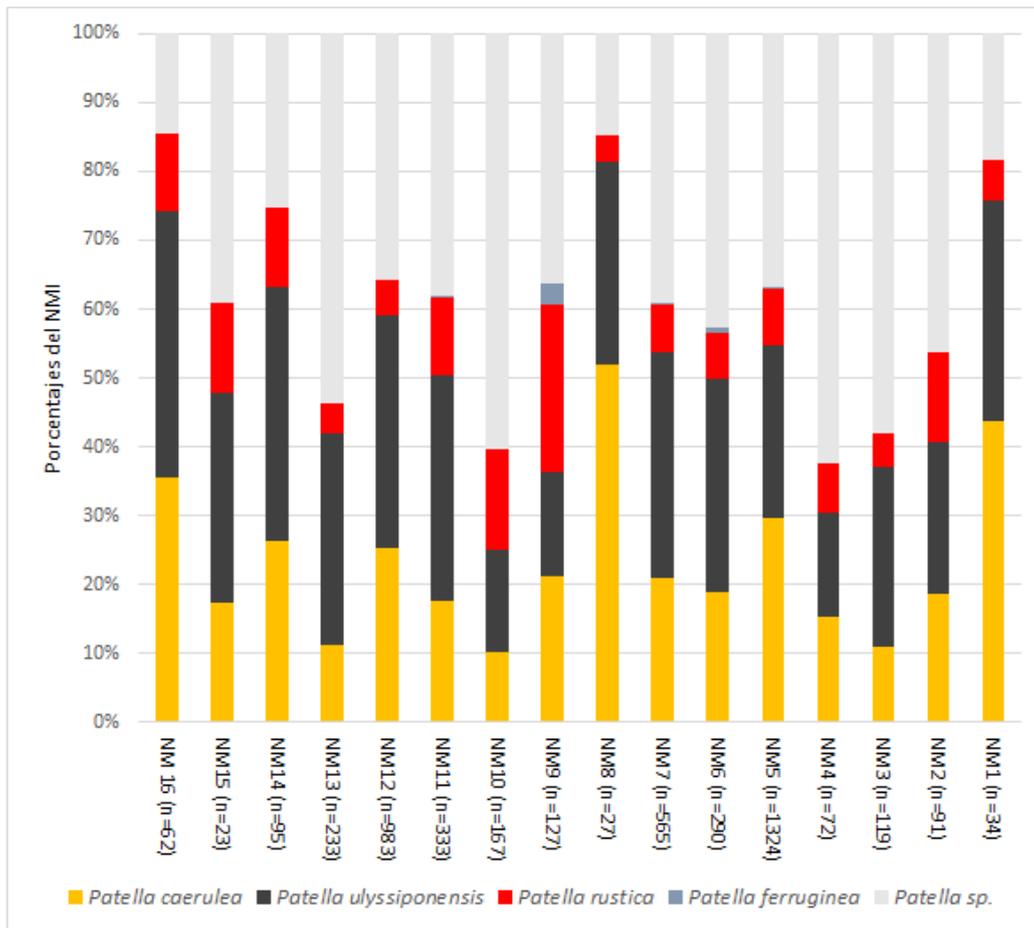


Figura 5.2. Porcentajes de las distintas especies del género *Patella* (*P. caerulea*, *P. ulyssiponensis*, *P. rustica* y *P. ferruginea*) documentadas en los niveles de la Sala de la Mina de la cueva de Nerja. Se ha tenido en cuenta el NMI.

Especies/nivel	NM16	NM15	NM14	NM13	NM12	NM11	NM10	NM9	NM8	NM7	NM6	NM5	NM4	NM3	NM2	NM1
	NMI	NMI	NMI	NMI	NMI	NMI	NMI	NMI	NMI	NMI						
<i>Patella caerulea</i>	22	4	25	26	248	59	17	27	14	118	55	392	11	13	17	15
<i>Patella ulyssiponensis</i>	24	7	35	72	334	109	25	19	8	186	90	333	11	31	20	11
<i>Patella rustica</i>	7	3	11	10	50	37	24	31	1	39	19	109	5	6	12	2
<i>Patella ferruginea</i>	0	0	0	0	0	1	0	4	0	1	2	2	0	0	0	0
<i>Patella sp.</i>	9	9	24	125	351	127	101	46	4	221	124	488	45	69	42	6
<i>Cymbula safiana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	5	1	0
<i>Siphonaria pectinata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	1	0	0
<i>Fissurellidae</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total <i>Patella sp.</i>	62	23	95	233	983	333	167	127	27	565	290	1324	72	119	91	34
Total <i>Patellidae</i>	62	23	96	233	983	333	167	127	27	565	290	1346	72	125	92	34
Total NR <i>Patellidae</i>	173	72	167	906	1971	755	435	215	52	922	457	2349	101	176	145	34
Total Gasterópodos	139	43	119	246	1069	1029	412	412	787	367	1476	269	185	167	132	

Especies/nivel	NM16	NM15	NM14	NM13	NM12	NM11	NM10	NM9	NM8	NM7	NM6	NM5	NM4	NM3	NM2	NM1
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
<i>Patella caerulea</i>	35,48	17,39	26,04	11,16	25,23	17,72	10,18	21,26	51,85	20,88	18,97	29,12	15,28	10,4	18,48	44,12
<i>Patella ulysiponensis</i>	38,71	30,43	36,46	30,9	33,98	32,73	14,97	14,96	29,63	32,92	31,03	24,74	15,28	24,8	21,74	32,35
<i>Patella rustica</i>	11,29	13,04	11,46	4,29	5,09	11,11	14,37	24,41	3,704	6,90	6,55	8,10	6,94	4,8	13,04	5,88
<i>Patella ferruginea</i>	0	0	0	0	0	0,3	0	3,15	0	0,18	0,69	0,15	0	0	0	0
<i>Patella sp.</i>	14,52	39,13	25	53,65	35,71	38,14	60,48	36,22	14,81	39,12	42,76	36,26	62,5	55,2	45,65	17,65
<i>Cymbula safiana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,52	0	4	1,09	0
<i>Siphonaria pectinata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,11	0	0,8	0	0
<i>Fissurellidae</i>	0	0	1,04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total <i>Patella sp.</i>	100	100	98,96	100	100	100	100	100	100	100	100	98,37	100	95,2	98,91	100

Tabla 5.4. Porcentajes del NMI de las distintas especies del género *Patella* (*P. caerulea*, *P. ulysiponensis*, *P. rustica* y *P. ferruginea*) documentadas en los niveles de la Sala de la Mina de la cueva de Nerja. Se ha tenido en cuenta el NMI.

5.1.2.2. Alteraciones antrópicas documentadas en las lapas

Además de los procesos tafonómicos provocados por los agentes naturales previo al enterramiento de los restos mencionado en el apartado anterior, se identifican alteraciones antrópicas producidas durante la gestión del recurso (adquisición, preparación culinaria, recuperación y estudio de los restos). Estos procesos han influido principalmente en la fracturación de la concha de las lapas y en carbonificación por exposición al fuego de los restos (**Tabla 5.5**).

Respecto a la fracturación, el número de ejemplares completos representa el 18,5% del total de los restos documentados en el yacimiento. En este sentido, podemos decir que esta alteración es uno de los principales procesos tafonómicos en las lapas. Teniendo en cuenta que en el proceso de fracturación intervienen factores de índole muy diversa (pisoteo de los grupos humano que habitaron la cavidad, presión del sedimento, el proceso de excavación, el empaquetado, el almacenamiento de las conchas, etc.), se ha decidido no calcular el índice de fracturación de los conjuntos (ver Álvarez-Fernández 2009).

También se observa otro tipo de alteraciones relacionadas con actividades humanas como es el caso de la acción del fuego (carbonización). El porcentaje de restos quemados, según el NMI, es del 11,14% en todo el conjunto, aunque no afecta de manera uniforme en todas las categorías anatómicas fragmentadas de la concha. La mayoría de elementos termoalterados corresponden al borde de la concha (59,6%), seguidos de los ápices (28%). Los ejemplares completos (4,5%) e individuos fragmentados (7,5%) son los menos afectados por este proceso tafonómico. En este caso, si las alteraciones térmicas estuvieran relacionadas con el procesado de alimento,

cabría esperar más alteraciones en los ejemplares completos. Por lo tanto, los resultados sugieren que la carbonificación parece estar vinculada a la combustión en el fuego directo de los desechos de las conchas, en vez de consecuencia del proceso de preparación del alimento.

Niveles	Alteraciones antrópicas			Total NR
	Completos	Fragmentos	Quemados	
1	15	19	0	34
2	18	78	9	96
3	29	97	4	126
4	10	64	1	74
5	439	1096	42	1535
6	50	241	10	291
7	119	463	68	582
8	4	24	0	28
9	33	110	0	143
10	30	341	82	371
11	91	464	134	555
12	231	1037	176	1268
13	21	792	131	813
14	27	73	1	100
15	5	53	19	58
16	25	96	13	121

Tabla 5.5. Ejemplares de la familia *Patellidae* documentadas en los niveles de la Sala de la Mina de la cueva de Nerja con alteraciones antrópicas producidas durante la gestión del recurso del yacimiento de Nerja. Se ha considerado el NR.

5.1.3 Variabilidad específica documentada a nivel diacrónico

Al analizar la representación de los taxones más relevantes se puede apreciar como su proporción varía a lo largo de los distintos niveles (**Figura 5.3**). En este sentido, se registran diversos patrones de recolección a lo largo del tiempo.

Durante el Magdaleniense final, en los niveles inferiores de la secuencia (NM16, NM15 y NM14), la explotación de los moluscos se centra, principalmente, en dos taxones que habitan los ambientes arenosos de playa o estuario: *R. decussatus* (61%) y *Cerastoderma* sp. (14%). Adicionalmente, la recolección se complementa con ejemplares de los géneros *Mytilus* y *Patella* que viven en las zonas rocosas de la costa abierta o zonas estuarinas, cuyos porcentajes

están en torno al 10% del NMI. También, se recoge de manera puntual algunos ejemplares de la especie *P. turbinatus* y *S. haemastoma*, aunque debido a su reducida representación (<1%), no parecen desempeñar un papel importante en las estrategias de recolección en este periodo.

En la última parte del Paleolítico superior final, denominada Epipaleolítico (NM13), los taxones del género *Mytilus* sustituyen a los bivalvos de sustrato blando (<5%) siendo los taxones dominantes, representando el 74% del NMI. También se aprecia un aumento en la recolección de las especies del género *Patella* (13%) y un consumo muy reducido de la especie *P. turbinatus* (1%), esta vez sin la presencia de la especie *S. haemastoma*.

Durante el periodo de tránsito del Mesolítico al Neolítico antiguo (NM12, NM11 y NM10), la elección de las especies explotadas vuelve a cambiar. Ahora, además del género *Mytilus*, destaca la recolección de las especies del género *Patella*, mostrando una tendencia al alza en esta última (47%). Asimismo, aumenta la representación de las especies *P. turbinatus* (13%) y *S. haemastoma* (6%) en comparación con los periodos precedentes, y disminuye la presencia de los bivalvos (*R. decussatus* y *Cerastoderma* sp.), que constituyen únicamente el 1% del NMI.

En los niveles adscritos al Neolítico antiguo (de NM9 a NM5) se aprecia, de manera más marcada, las tendencias establecidas en los niveles de transición, donde el género *Patella* destaca por encima del resto de taxones. En NM5 la representación del género *Mytilus* es cada vez más reducida, llegando a ser del 7%, al igual que las especies *P. turbinatus* y *S. haemastoma*, que se sitúan en torno al 9% del NMI.

Por último, en los niveles adscritos al Neolítico medio-final (NM4 a NM11) varía de nuevo la abundancia relativa de los taxones. Se advierte la predilección en la recolección tanto de los ejemplares del género *Patella* (60%), como de la especie *P. turbinatus* (19%). Igualmente, se observa un aumento en la representación de los taxones de sustratos rocosos *S. haemastoma* (10%) y *Mytilus* sp. (6%), así como la desaparición definitiva de los taxones de bivalvos marisqueados en sustratos arenosos/fangosos, *R. decussatus* y *Cerastoderma* sp.

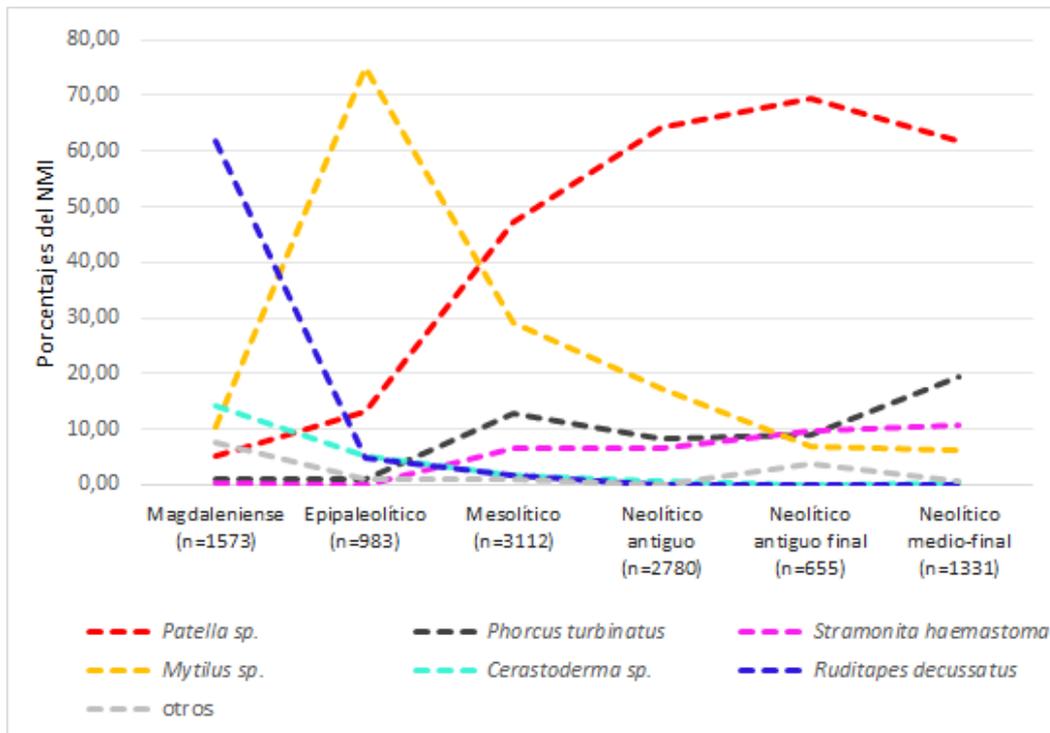


Figura 5.3. Abundancia relativa (NMI) de los moluscos marinos procedentes de la Sala de la Mina de la cueva de Nerja.

Las especies del género *Patella* también manifiestan variaciones en su abundancia relativa (NMI) a lo largo de los distintos periodos analizados (**Figura 5.4**).

Durante el Magdaleniense superior/final (NM16 a NM14), *P. ulyssiponensis* es la especie más recolectada, en comparación con otras especies de lapas. Le sigue la especie *P. caerulea*. La presencia de *P. rustica* sería indicativo de una recolección puntual, ya que no supera el 10% del NMI. En cuanto a la especie *P. ferrugínea*, no tiene representación en el periodo indicado.

Esta tendencia en la abundancia relativa de las distintas especies de lapas se repite en los periodos más recientes (aunque con ligeras variaciones), particularmente, en los niveles que corresponden al Neolítico.

En los periodos Epipaleolítico, Mesolítico y Neolítico antiguo, *P. ulyssiponensis* mantiene el predominio, aunque se observa una disminución progresiva en su porcentaje de representación. A su vez, *P. caerulea* no supera en NMI a *P. ulyssiponensis*, pero su porcentaje, a diferencia del de la primera especie, muestra un ligero aumento. En el Neolítico antiguo final (NM5), la especie de lapa más recolectada es *P. caerulea* (30%), pero esta es superada por *P. ulyssiponensis* en el Neolítico medio-final (NM4 al NM1). No obstante, la abundancia de *P.*

ulyssiponensis en el último periodo puede estar relacionado con el alto porcentaje de ejemplares no clasificados a nivel de especie (*Patella* sp.) (>50% del NMI). Esto se debe a la dificultad de identificar los individuos de *P. caerulea*. Además, las tendencias generales de los porcentajes de ambas especies a lo largo de la secuencia de la Sala de la Mina respaldan esta idea (Figura 4).

Por lo que se refiere a *P. rustica* su porcentaje es <10% a partir de los niveles Magdalenienses, con un leve aumento en los periodos adscritos al Neolítico antiguo. Por último, *P. ferrugínea* se recoge de forma puntual (1% del NMI) particularmente durante el Mesolítico y el Neolítico antiguo.

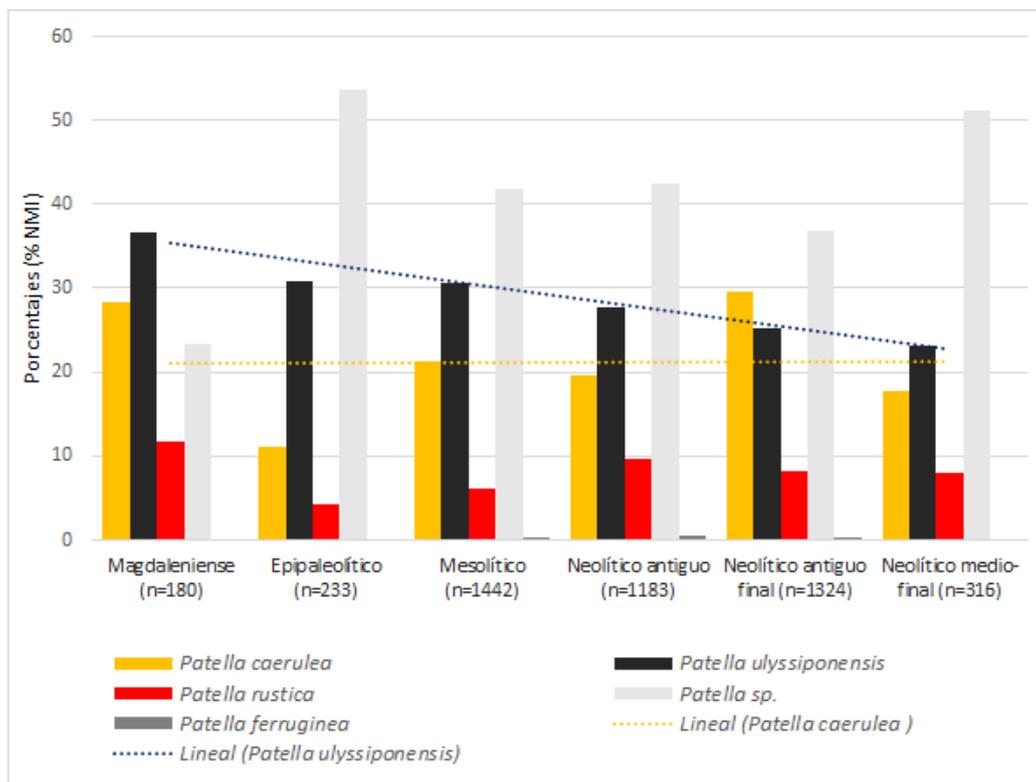


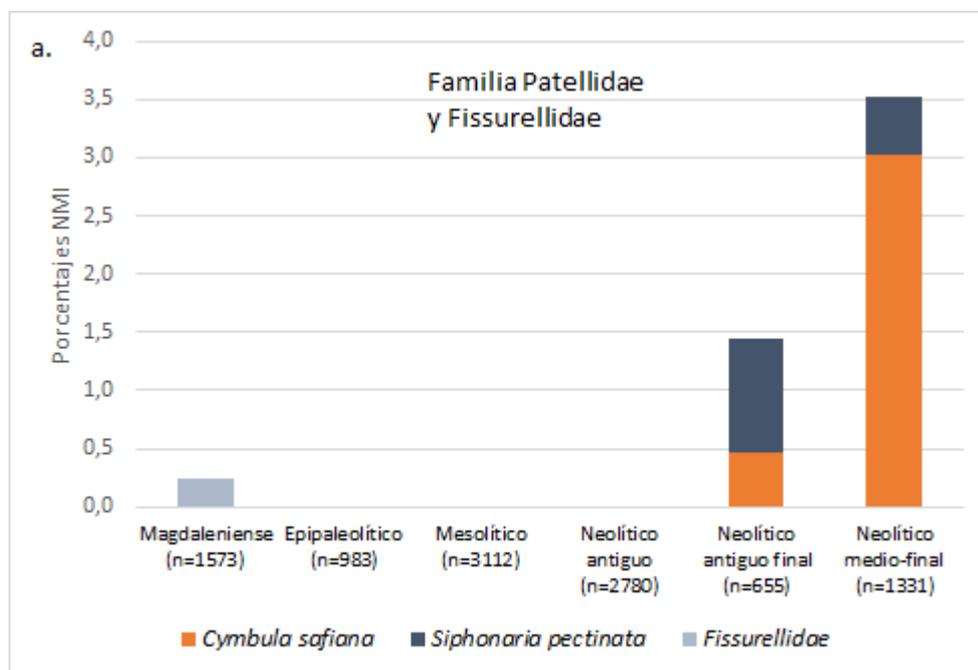
Figura 5.4. Los porcentajes de las distintas especies del género *Patella* por periodo, procedentes de la Sala de la Mina de la cueva de Nerja. Se ha tenido en cuenta el NMI.

Las especies con menor representación (<10% del NMI por nivel) también muestran diferencias en la abundancia a lo largo de la secuencia cronológica. De esta manera, la familia *Fissurellidae* se documenta únicamente en el periodo Magdaleniense. *LC. safiana* y *S. pectinata* se marisquean exclusivamente en los últimos dos periodos del Neolítico (**Figura 5.5 a**).

En cuanto al resto de conchas de moluscos, que han sido recogidos como materia prima para la elaboración de objetos de adorno, se observan diferencias en la utilización de tres de los taxones

(*C. rustica*, *T. neritea* y *C. ventricosus*) a lo largo de la secuencia especies de gasterópodos. *C. rustica* está presente en todos los periodos, aunque es más abundante durante el Mesolítico y en el último periodo Neolítico. *T. neritea* se recoge principalmente en los periodos más antiguos, siendo en el Magdaleniense el periodo con mayor concentración de ejemplares (13,8%). *C. ventricosus* está presente sólo en los periodos del Mesolítico y del Neolítico (Figura 5.5 b).

En el caso de las conchas de los bivalvos que no han sido recogidas como alimento, los seis taxones con <10% del NMI se documentan en el Magdaleniense. Con posterioridad a este periodo, se registran solamente tres de estos, *P. maximus* en el Epipaleolítico y Mesolítico, *Glycymeris* sp. en el Mesolítico y Neolítico antiguo final, y *S. gaederopus* en el Neolítico antiguo final (Figura 5.5 c). Posiblemente se recogieron para utilizarlas como materia prima para la elaboración de ornamentos y de otros objetos de uso común (cucharas, contenedores, etc.)



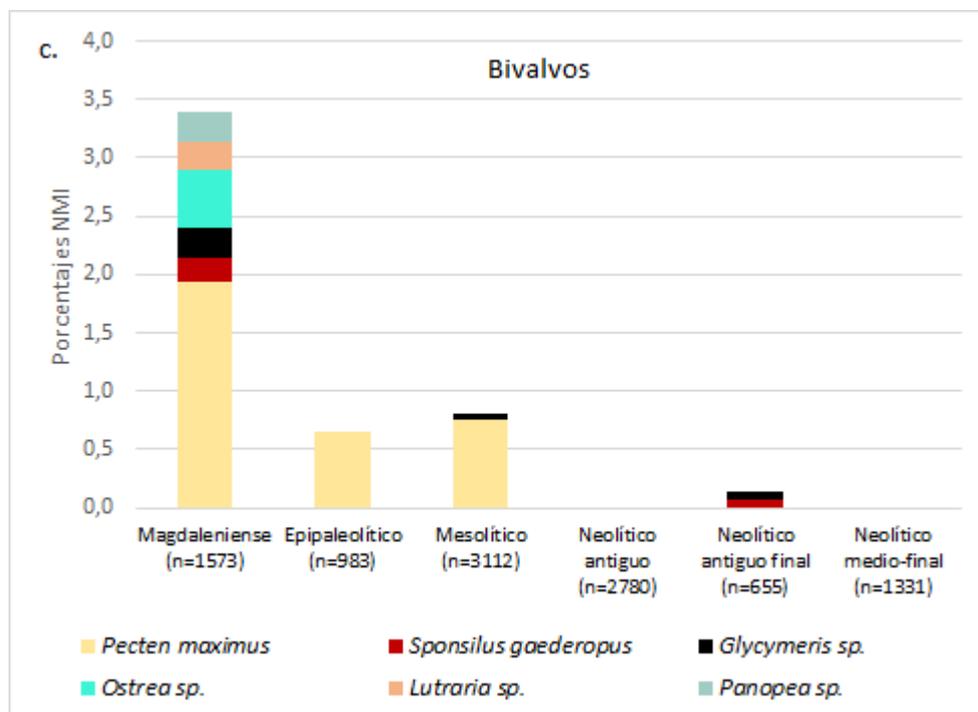
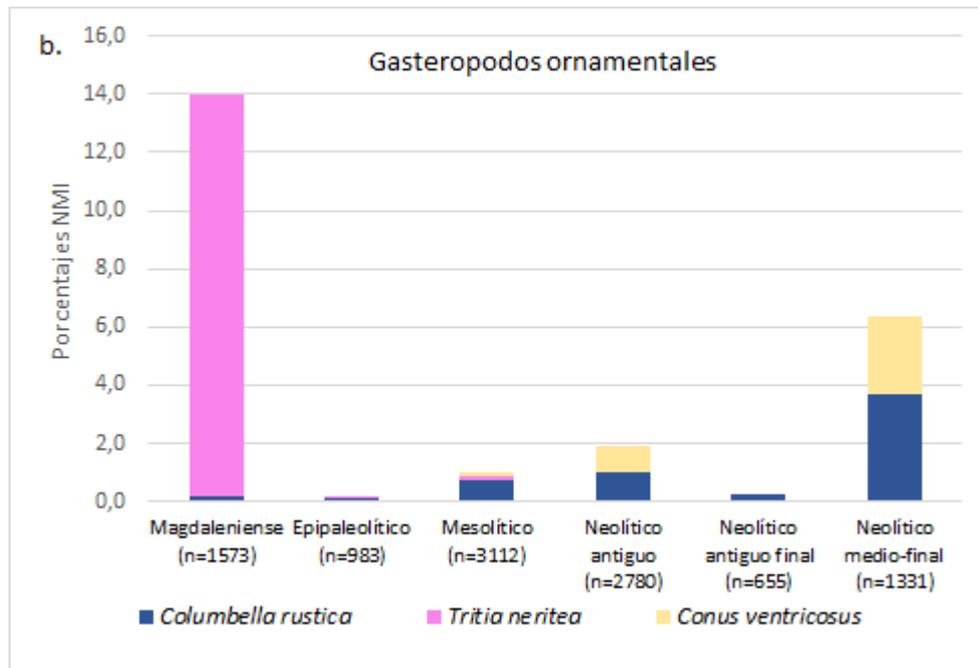


Figura 5.5. Porcentajes de los moluscos más escasos (<10% del NMI por nivel) por periodo procedentes de la Sala de la Mina de la cueva de Nerja. Se ha tenido en cuenta el NMI.

5.1.4 Análisis de la diversidad de especies recolectadas

El estudio de la abundancia de especies y el porcentaje de ejemplares por especie, calculado en base al NMI, evidencia diferencias significativas en la diversidad de especies recolectadas a lo largo de los distintos niveles analizados en la Sala de la Mina de la cueva de Nerja. Esta diversidad se determina a través de los índices que miden la dominancia, equidad y uniformidad de las especies dentro de los conjuntos malacológicos de cada nivel (**Tabla 5.6**).

Respecto a la riqueza de especies, la cantidad de taxones documentados en los niveles estudiados resulta escasa en comparación con los restos por volumen ($435,06 \text{ NMI}_m/\text{dm}^3$) recuperados en toda la secuencia. El rango de número de taxones varía entre un máximo de 15 especies, en el caso NM14, NM11 y NM10, y un mínimo de siete, en el caso de NM1. Además, se aprecia una tendencia en la distribución del número de categorías taxonómicas entre los distintos niveles, donde los niveles inferiores (NM16 a NM10) presentan un mayor número de especies, mientras que en los niveles superiores (NM9 a NM1), este número disminuye.

Los resultados del índice de Simpson (D) indican que el conjunto no se limita a una cantidad reducida de especies, ya que los valores obtenidos están más próximos al 0, siendo 0,52 el resultado más alto en toda la secuencia. El análisis por nivel muestra que los valores más altos se encuentran en los niveles inferiores, específicamente en NM16, NM15 y NM13, con la excepción de NM14. En el resto de la secuencia los valores oscilan entre 0,24 y 0,18, hasta NM1, donde la dominancia de unos pocos taxones aumenta significativamente. Esta tendencia se confirma con los resultados del índice inverso de Simpson ($1/D$), cuyos valores son < 3 en NM16, NM15, NM13 y NM1, y cercanos a 5 en los demás niveles. Esto significa que en los niveles inferiores y NM1, donde los valores son más bajos, la diversidad de especies es menor en comparación a los otros niveles, dado que la mayoría de los ejemplares que componen el conjunto recolectado corresponden a una o dos especies.

En cuanto a la equidad de las especies de los conjuntos, los resultados del índice de Shannon-Weiner (H) muestran que los niveles inferiores presentan una diversidad más baja que el resto de niveles. Esto se debe a que la distribución de abundancia entre las diferentes especies del conjunto es menos equitativa. En este caso, los valores más altos se registran en NM14, NM3 y NM2, mientras que los valores más bajos corresponden a NM16 y NM1. En esta línea, el índice de Pielou (J) confirma que en la mayoría de niveles estudiados presentan conjuntos en los que las especies son igualmente abundantes entre sí, y por tanto, con una diversidad más

alta. Del mismo modo que en el índice anterior, los niveles inferiores muestran valores más cercanos a 0, lo que implica una mayor ausencia de uniformidad en los conjuntos malacológicos.

El resultado del número efectivo de especies (qD), también muestra diferencias en la diversidad de los conjuntos por nivel. Los valores obtenidos en los niveles NM16, NM15, NM13 y NM1 muestran una baja diversidad de especies en comparación a los niveles intermedios y superiores de la secuencia, que oscilan en torno a valores de 5 y 6. Cabe destacar que, a pesar de la tendencia general, NM14 presenta una desigualdad notable en términos de diversidad del conjunto. El alto valor del número efectivo de especies puede estar relacionado con la recogida de la variedad de especies de bivalvos. No obstante, la escasez de restos de estas especies indica que fueron recolectadas de forma puntual, lo cual no significa que las estrategias practicadas contemplen una mayor diversidad de las mismas.

Niveles	NMI	Número de taxones	D (índice de Simpson)	1/D (Inverso de Simpson)	H' (índice de Shannon)	J' (índice de Pielou)	qD (Número efectivo de especies)
16	3220	11	0,52	1,93	1,13	0,47	3,102
15	1310	11	0,35	2,86	1,38	0,57	3,955
14	734	15	0,22	4,56	1,88	0,69	6,554
13	1213	11	0,48	2,07	1,19	0,50	3,294
12	1800	11	0,21	4,83	1,69	0,70	5,414
11+10	2144	15	0,22	4,62	1,79	0,66	5,960
9+8	691	9	0,23	4,44	1,75	0,80	5,743
7	1039	9	0,18	5,48	1,80	0,82	6,056
6	473	8	0,18	5,43	1,82	0,87	6,147
5	1540	12	0,23	4,39	1,69	0,68	5,425
4	313	8	0,24	4,23	1,62	0,78	5,028
3	201	10	0,21	4,80	1,83	0,79	6,215
2	187	8	0,19	5,39	1,83	0,88	6,228
1	139	7	0,41	2,41	1,29	0,67	3,647

Tabla 5.6. Índices de diversidad de especies por nivel en la Sala de la Mina de la cueva de Nerja. El NMI corresponde a todos los invertebrados marinos.

Al analizar la diversidad de las especies por periodo (**Tabla 5.7**), se aprecian de manera más clara que existen distintos patrones en la recolección de estos recursos. Por un lado, durante el periodo Magdaleniense, a pesar de tener mayor riqueza de especies en comparación a los demás periodos, el análisis de dominancia indica que no todas se recolectan con la misma frecuencia,

ya que el valor del índice de Simpson se aleja del 0 y el del inverso de Simpson muestra un valor más cercano al 1. El análisis de equidad indica que no todas las especies de los conjuntos en este periodo presentan la misma cantidad de ejemplares, siendo algunas más abundantes que otras. Esto se evidencia con los resultados de los índices de Shannon y el de Pielou, con valores más próximos al 0 que en el resto de los periodos, que indican que los conjuntos no tienen una distribución homogénea de especies en términos de abundancia. Además, su bajo número efectivo refuerza esta idea, confirmando una baja diversidad de especies en el patrón de recolección. Esta tendencia se mantiene en el periodo Epipaleolítico.

Durante el Mesolítico y el Neolítico antiguo la estrategia de recolección de recursos del intermareal se diversifica. En este sentido, a pesar de tener un número de taxones menor que en el periodo Magdaleniense, el conjunto muestra una baja dominancia. Los valores del índice de Simpson, cercanos a 0, y el inverso de Simpson, con los resultados más altos de la secuencia, indican que no hay una especie que predomina en términos cuantitativos sobre las demás. En cuanto a la equidad del conjunto, los resultados del índice de Shannon y el índice de Pielou muestran una alta uniformidad en la abundancia de las especies, confirmando una mayor homogeneidad en la frecuencia de recolección de las mismas. También muestran el valor más alto de su número efectivo, con lo que se verifica una alta diversidad en el patrón de su recolección a lo largo de este periodo.

A partir de este momento y hasta el inicio de la secuencia, se observa una tendencia hacia la disminución de la diversidad en la recolección. Los valores del índice de Simpson aumentan, mientras que los valores del inverso de Simpson disminuyen, lo que indica un incremento en la dominancia de algunas especies sobre otras. Lo mismo ocurre con los índices de Shannon y Pielou, que son más bajos que en los periodos anteriores, mostrando un conjunto más heterogéneo en cuanto a su abundancia. Además, el número efectivo desciende, en particular, en el periodo Neolítico antiguo final. Sin embargo, los resultados de este periodo siguen siendo superiores, en términos de diversidad de los conjuntos, en comparación a los observados en los periodos Magdaleniense y Epipaleolítico.

	Magdaleniense	Epipaleolítico	Mesolítico	Neolítico fase 1	Neolítico fase 2	Neolítico medio-final
Niveles	16, 15, 14	13	12, 11+10	9+8, 7, 6	5	4, 3, 2, 1
NMI	5264	1213	3944	2203	1540	840
Número de taxones	19	11	14	10	13	12
D (índice de Simpson)	0,34	0,48	0,18	0,17	0,23	0,19
1/D (Inverso de Simpson)	2,94	2,07	5,41	6,05	4,41	5,18
H' (índice de Shannon)	1,53	1,19	1,86	1,91	1,71	1,85
J' (índice de Pielou)	0,52	0,50	0,71	0,83	0,66	0,74
^a D (Número efectivo de especies)	4,604	3,294	6,449	6,719	5,501	6,347

Tabla 5.7. Índices de diversidad de especies por periodo en la secuencia arqueológica de la Sala de la Mina de la cueva de Nerja. El NMI corresponde a todos los invertebrados marinos.

La comparación, a partir del índice de similitud de Simpson, de los conjuntos malacológicos recuperados en la Sala de la Mina, confirma la existencia de diferencias en la diversidad de especies recolectadas entre los periodos (**Figura 5.6**), que previamente se ha podido observar a través de los índices de diversidad. En primer lugar, los conjuntos del Magdaleniense y Epipaleolítico presentan una mayor similitud entre sí, y ambos se asemejan al conjunto del Mesolítico, con un valor en torno a 0,92. En segundo lugar, el conjunto del Neolítico antiguo muestra una similitud de 0,9 (tanto con el conjunto del Neolítico antiguo final, como con el del Mesolítico), pero se distingue de los conjuntos más antiguos. En tercer lugar, se observa una semejanza de 0,86 entre los conjuntos del Neolítico antiguo y el Neolítico medio-final que, a su vez, presentan un valor de similitud de 0,77 con los conjuntos registrados entre el Magdaleniense y el Mesolítico. En definitiva, se verifica que hay diferencias en la diversidad de especies recolectadas, principalmente, entre el periodo Neolítico y los periodos del Paleolítico superior final.

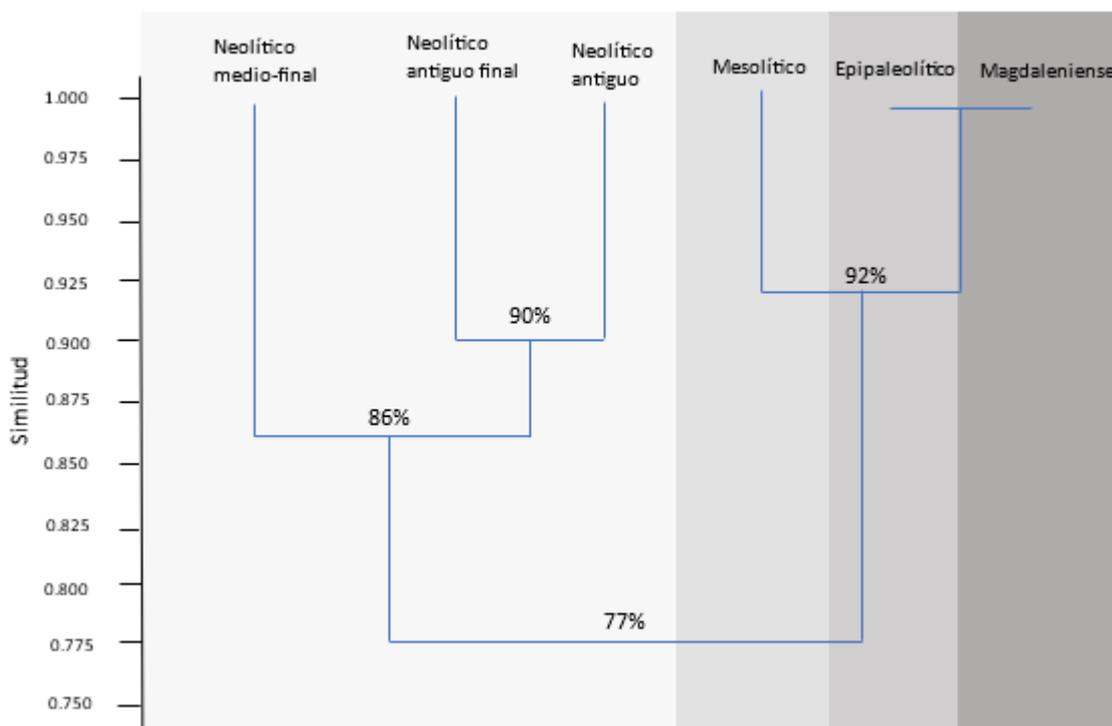


Figura 5.6. Clúster, basado en el índice de similitud de Simpson, que relaciona la diversidad en la recolección de moluscos en los periodos documentados en la Sala de la Mina de la cueva de Nerja. El gráfico se ha realizado con el programa PAST 4.03. La gradación del fondo gris distingue los distintos periodos cronológicos.

5.1.5 Otros invertebrados marinos

Aparte de los restos de moluscos marinos, en la secuencia de la Sala de la Mina de la cueva de Nerja se han recuperado restos de equinodermos, de crustáceos y de cefalópodos. Algunas de estas especies podrían haber sido marisqueadas, es decir, podrían haber servido de alimento a los grupos que habitaban la cueva.

Al igual que ocurre con los moluscos, la información disponible para los equinoideos procede del estudio exclusivamente del NR recogidos en las cribas de 4 y 8 mm de luz (**Tabla 5.8**). A lo largo de la secuencia se han recuperado un total de 2.580 restos, tanto púas, como fragmentos de caparazón y elementos de la linterna de Aristóteles (Villalba Currás et al. 2007). La especie con mayor representación en términos cuantitativos es *Parantropus lividus*, especie que habita la zona intermareal. Su presencia es especialmente significativa en los niveles inferiores de la secuencia, llegando a contabilizar 2.304 restos en el nivel NM16. Sin embargo, no se aporta información sobre la estimación del NMI por nivel arqueológico. En cuanto a la especie

Echinocymus pusillus, erizo de muy pequeño tamaño, la presencia de un solo fragmento en el nivel NM16 sugiere que no tiene una relevancia significativa. No fue recogido como alimento.

Especies/nivel	NM16	NM15	NM14	NM13	NM12	NM11+10	NM9+8	NM7	NM6	NM5	NM4	NM3	NM2	NM1
	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
<i>Paracentrotus lividus</i>	203	831	334	127	421	485	40	80	25	16	15	0	0	0
<i>Echinocymus pusillus</i>	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total EQUINODERMOS	2304	833	334	127	421	485	40	80	25	16	15	0	0	0

Tabla 5.8. El número de restos (NR) de las dos especies de equinoideos estudiados por Villalba Currás et al. (2007) de los 16 niveles de la Sala de la Mina de la cueva de Nerja

Además de erizos, en la Sala de la Mina se han documentado restos de crustáceos. Destaca la presencia de 159 placas y fragmentos de placas de balanos de ballena de las especies *Tubicinella major* y *Cetopirus complanatus* procedentes de los niveles NM16 a NM13. Su documentación nos indica, de forma indirecta, que hubo consumo de cetáceos durante el período Magdaleniense (Álvarez-Fernández et al. 2014) (**Tabla 5.9**). Aparte de los balanos de ballena, a lo largo de la secuencia magdaleniense se cita la presencia de placas de otros cirrípedos de mucha menor talla pertenecientes a la especie *Perforatus perforatus perforatus*, adheridos en la superficie externa de los moluscos recogidos como alimento (sobre todo en mejillones y lapas), así como desprendidos del sedimento (Álvarez-Fernández et al. 2022). Estos cirrípedos carecen de valor alimenticio.

Especies/nivel	NM16	NM 15	NM 14	NM 13	NMI
	NR	NR	NR	NR	total
<i>Tubicinella major</i>	82	46	24	7	13
<i>Cetopirus complanatus</i>	4	1	2	1	3
Total	86	47	26	8	16

Tabla 5.9. El NMI de balanos de los niveles del Paleolítico superior final de la Sala de la Mina de la cueva de Nerja (Álvarez-Fernández et al. 2014).

En los niveles magdalenienses se cita, además, la presencia de una pinza de cangrejo (Álvarez-Fernández et al. 2022). Dado la escasa cantidad recuperada de estos recursos, parece ser que los cangrejos se recolectaron de forma muy puntual, tal vez como alimento

Por último, en NM14 y NM15 se cita la presencia de dos restos de cefalópodo (*Sepia* sp.), evidencias que tal vez nos puedan indicar que proceda de animales recogidos como alimento (Álvarez-Fernández et al. 2022).

5.2. Abrigo de Zacatín

5.2.1. Características tafonómicas de los conjuntos analizados: agentes y procesos naturales que han actuado sobre el conjunto.

Por lo que se refiere a la conservación de los restos, en el conjunto malacológico del Abrigo de Zacatín, se observan tanto alteraciones producidas antes de ser recogidas por los seres humanos como alteraciones postdeposicionales, ambas producidas antes de que estos materiales fueran enterrados (**Tabla 5. 10**).

Entre las alteraciones producidas antes de que hayan sido recogidas por los grupos humanos, se identifican procesos de bioerosión y procesos de abrasión. Por una parte, encontramos epifauna adherida a la superficie de las conchas de ejemplares del género *Patella* y *Mytilus*. Se trata de placas de balanos. Su presencia sobre los moluscos es importante, puesto que se documentan un gran número de ejemplares completos y fragmentados en el proceso de triado del sedimento, desprendidos de las conchas de los moluscos marisqueados. No presentan ningún valor nutricional u ornamental para los grupos humanos. Por otra parte, se identifican procesos de abrasión, particularmente, en los ejemplares de bivalvos como *Glycymeris* sp., las cuales presentan superficies con huellas de abrasión y pulimento. Este proceso ocurre debido a que una vez que el animal muere, sus valvas se separan y se inicia el proceso de erosión causado por la fricción con la arena del lecho marino y los continuos movimientos de las olas.

Entre los procesos postdeposicionales, se observa una capa fina de carbonato que recubre la superficie de las conchas. No obstante, los ejemplares afectados son muy escasos (dos conchas de *P. ulyssiponensis* y una de *P. rustica*). Esta alteración no ha impedido la identificación a nivel de especie, ni ha interferido en la toma de medidas para los análisis biométricos y morfométricos.

Fases	Alteraciones antrópicas			Total NR
	Completos	Fragmentos	Quemados	
1	482	1471	112	1953
2	607	1988	58	2595
3	266	1454	54	1720

Tabla 5.10. Número de restos de invertebrados marinos con alteraciones tafonómicas previas a su recolección y postdeposicionales documentados en la secuencia del Abrigo de Zacatín.

En consecuencia, las alteraciones tafonómicas documentadas pueden clasificar las distintas especies en dos grupos en función del uso con el que se han recolectado. Por un lado, están las relacionadas con la alimentación como las especies de los géneros *Patella* (*P. caerulea*, *P. ulsyssiponensis*, *P. rustica* y *P. ferrigunea*), *Cerastoderma*, *Mimachlamys*, *Mytilus* sp. y *Perna*, así como las especies de *C. safiana*, *P. turbinatus*, *S. haemastoma* y *R. decussatus*. Por otro lado, están los taxones que no parece que hayan sido recogidos como alimento. Entre ellos se encuentran las especies de *H. tuberculata* y *Glycymeris* sp., que se recolectaron una vez muerto el animal, tal y como demuestran la abrasión de los escasos fragmentos recuperados. Otros moluscos de tamaño reducido (las familias de *Cystiscidae* y *Conidae*, así como los taxones *M. neritoides*, *C. rustica*, *E. punctata*, *E. cornicula*, *Bittium* sp., *Cerithium* sp. y *L. luria*) posiblemente fueron recogidos como materia prima para la elaboración de artefactos o han llegado al yacimiento acompañados de algas, etc. En el caso de las especies de *M. neritoides* y *C. rustica* se documentan perforaciones antrópicas (Comunicación personal de Ismael Gutiérrez Frías y Rafael Martínez Sánchez) que corroboran dicha función.

Junto a las alteraciones provocadas por los agentes naturales antes de que los restos fueran enterrados, también se documentan alteraciones antrópicas producidas durante la gestión del recurso (adquisición, preparación culinaria y abandono, pero también su recuperación en el proceso de excavación y su almacenamiento). Los principales procesos tafonómicos identificados son la fracturación y la carbonización (**Tabla 5.11.**).

En base al NR, se documenta un porcentaje de 78,38% de restos fragmentados y un 21,62% de individuos completos en todo el conjunto. La tasa de fracturación de las principales especies recolectadas no difiere entre las tres fases (ejemplares del género *Patella* entre 19% y 13%). En este caso, teniendo en cuenta que en el proceso de fracturación intervienen otros agentes, además de los seres humanos prehistóricos (presión del sedimento, nuestra propia alteración durante el proceso de excavación, el empaquetado, el almacenamiento de las conchas en el museo), se ha decidido no realizar el índice de fracturación de los conjuntos analizados (ver Álvarez-Fernández 2009).

Otra de las alteraciones relacionadas con actividades humanas son las causadas por la exposición al fuego (carbonización). Este proceso ha afectado principalmente a las lapas que constituye, como ya hemos indicado, es el taxón más abundante del yacimiento. El porcentaje

de ejemplares quemados, según el NR, es del 3,57% en todo el conjunto, aunque esta proporción varía entre las distintas fases. En la fase 1 (Mesolítico), se identifica una mayor presencia de restos termoalterados ($n=112$), mientras que en la fase 2 y la fase 3, que corresponden al Neolítico antiguo, se contabilizan 58 y 54 restos respectivamente. Asimismo, este proceso no afecta de manera uniforme en todas las categorías anatómicas fragmentadas de la concha. La mayoría de los restos termoalterados corresponden a distintos fragmentos de las lapas (50,89%), seguidos de los ápices (41,96%). Los ejemplares completos (una concha completa) e individuos fragmentados (6,25%) son los menos afectados por el fuego. Esto sugiere que los restos termoalterados serían principalmente desechos que se producen posterior a su consumo alimenticio. Así, las alteraciones parecen ser el resultado de una exposición directa al fuego (tal vez arrojados a los hogares, o bien quemados de forma no intencional) en vez de formar parte de la preparación de alimentos.

Fases	Alteraciones antrópicas			Total NR
	Completos	Fragmentos	Quemados	
1	482	1471	112	1953
2	607	1988	58	2595
3	266	1454	54	1720

Tabla 5.11. NR con alteraciones antrópicas producidas durante la gestión del recurso documentados en las tres fases del Abrigo de Zacatín.

5.2.2 Las especies de moluscos marinos representadas

Todos los restos de moluscos marinos procedentes de la intervención arqueológica llevada a cabo en el Abrigo de Zacatín han sido revisados para la realización de esta tesis doctoral. En las tres fases documentadas estudiadas suman 6.265 restos. Estos fueron recuperados mediante el cribado sistemático del sedimento con mallas metálicas finas de entre 0,25 y 5 mm de luz. La abundancia de su número difiere entre las fases estudiadas (**Tabla 5.10**). En este sentido, la fase 2 presenta mayor cantidad de restos ($n=2.595$), frente a la fase 1 ($n=1.953$) y a la fase 3 ($n=1.720$). Esta diferencia cuantitativa no parece estar vinculada al volumen excavado en cada fase, dado que en la que mayor volumen de sedimento se ha calculado (la fase 3 con $7,9 \text{ dm}^3$) no es la que contiene mayor número de restos.

El NMI calculado es de 4.083. Estos se distribuyen de manera desigual entre las tres fases documentadas en el yacimiento (Tabla 9). De la misma manera que en la distribución del NR, la mayor concentración de estos recursos se observa en la fase 2 ($n=1.726$), mientras que la menor está en la fase 3 ($n=1.133$). En este caso, la diferencia cuantitativa tampoco parece estar determinada por el volumen excavado en cada fase, ya que se observa una baja correlación entre las variables de proporción de restos recuperados (NMI) y el volumen de sedimento (dm^3) ($R^2=0,128$; $p=0,766$). En esta línea, el cálculo de densidad de restos por fase, realizado a partir de la división del número mínimo de individuos documentados en cada nivel por el volumen total excavado del mismo (ver Capítulo 4: subapartado x), muestra que la fase con mayor densidad de restos no es la que presenta mayor volumen de sedimento (Fase 2: $310,99 \text{ NMI}/\text{dm}^3$ en la fase 2, frente a fase 1: $259,57 \text{ NMI}/\text{dm}^3$, y Fase 3: $143,42 \text{ NMI}/\text{dm}^3$).

Respecto a los ejemplares de la familia *Patellidae* clasificados, se observa una distribución desigual de la cantidad de NMI por fase (Tabla 5.12.). La fase 2 es la que contiene mayor concentración de individuos ($n=1.471$), seguida de la fase 3 ($n=1.046$) y de la fase 1 ($n=939$). Esta variación cuantitativa de los restos de las lapas por fases no está relacionada con el volumen de sedimento excavado en cada fase, ya que existe una baja correlación entre ambas variables ($R^2=0,003$, $p=0,961$). La densidad de restos, en cambio, no muestra el mismo patrón de distribución por fases que el NMI. En este caso, a pesar de que la fase 2 sigue presentando la mayor densidad ($265,05 \text{ NMI}/\text{dm}^3$), la fase 1 supera a la fase 3 ($201,94 \text{ NMI}/\text{dm}^3$ y $132,41 \text{ NMI}/\text{dm}^3$, respectivamente).

	Fase 1	Fase 2	Fase 3
UEs	112-312, 110-310, 5w5	109-309, 108-308, 107-307, 5.5, 5.6, 5w3, 5w4	106-306, 105-305, 104-304, 5.2, 5.3, 5.4, 5w2, 5w1
dm^3	4,65	5,55	7,9
NR	1963	2626	1724
NMI	1207	1726	1133
NMI _p	939	1471	1046
NMI/dm^3	259,57	310,99	143,42
NMI_p/dm^3	201,94	265,05	132,41
Periodos	Mesolítico	Neolítico antiguo 1	Neolítico antiguo 2

Tabla 5.12. Abundancias y densidad de restos de los moluscos de las distintas fases documentadas en el Abrigo de Zacatín. El NMI_p corresponde únicamente a los ejemplares de la familia *Patellidae*.

El estudio de las conchas procedentes de las tres fases del Abrigo de Zacatín ha posibilitado la identificación de 27 taxones. La mayoría de estos corresponden a ejemplares recogidos por su valor alimenticio (>95%) (Tabla 5.x.). Aunque la mayoría de los restos han sido identificados a nivel de especie, en ciertos casos solo se han podido clasificar a nivel de género (por ejemplo, *Glycymeris*), y de familia (*Trochidae*)

Si consideramos el NMI, la mayoría de los moluscos que componen el conchero son gasterópodos (>80%), aunque también se observa una cantidad considerable de bivalvos (<15%) (Tabla 10). Estas proporciones varían en función de las distintas fases de la secuencia. En la fase 1, a pesar de que predominan los gasterópodos marisqueados en sustratos rocosos (83,26%), se observa un porcentaje significativo de bivalvos (16,74%); sólo el 0,49% de ellos han sido recogidos en sustratos arenosos-fangosos, mientras que el resto es de sustrato rocoso. En la fase 2, aumenta la proporción de los gasterópodos de sustrato rocoso (89,57%) y disminuyen los bivalvos (10,43%), en particular, los de sustrato arenoso-fangoso, que se reducen a un único individuo. En la fase 3, los gasterópodos constituyen el 98,23% del NMI, mientras que la presencia de bivalvos es meramente anecdótica (1,77%).

En los gasterópodos de sustrato rocoso, la recolección se centra, principalmente, en el género *Patella*, que constituye el 77,38% del NMI en la fase 1, el 85,05% del NMI en la fase 2 y el 91,88% del NMI en la fase 3. Dentro de este género, se identifican cuatro especies distintas que presentan diferencias en la abundancia relativa a lo largo de las fases (Figura 7). La especie más abundante en toda la secuencia es *P. rustica*, que representa el 22,45% del NMI en la fase 1, el 24,93% del NMI en la fase 2 y en 29,30% del NMI en la fase 3. *P. caerulea* es la segunda especie con mayor presencia en la fase 2 (16,23%) y en la fase 3 (16,33%). *P. ulyssiponensis* es la segunda especie más recolectada en la fase 1 (18,64%), aunque su proporción disminuye en las fases posteriores (15,24% en la fase 2 y 9,89% en la fase 3). La presencia de *P. ferruginea* es anecdótica, dado que no supera el 1% del NMI en ninguna de las fases.

Además de las lapas, se documentan distintos taxones escasamente representados a lo largo de la secuencia estratigráfica (<10% del NMI), pero con leves diferencias en la distribución de la abundancia relativa. Entre ellas se encuentra *Phorcus turbinatus*, que no supera el 3% del NMI en ninguna fase, aunque se observa leve un aumento en su recolección en la fase más reciente (fase 3: 2,91%). Los ejemplares que no han podido identificarse a nivel de especie, pero que pertenecen a la familia *Trochidae*, no superan el 1% del NMI en las tres fases. Lo mismo ocurre con *Stramonita haemastoma*, *Columbella rustica*, *Siphonaria pectinata*, *Echinolittorina*

punctata y *Melarhaphe neritoides*. El resto de gasterópodos clasificados en alguna de las fases pertenecen a *Cerithium* sp., *Ocenebra edwardsii*, *Trivia* sp., *Cystiscidae/Marginellidae*, *Conidae*, *Bittium* sp. y *Episcomitra cornicula* (**Figura 5.7. y Tabla 5.13.**).

En comparación con los gasterópodos, el marisqueo de los bivalvos es muy reducido. La única familia significativa, en términos de abundancia relativa, es la familia *Mytilidae*. Dentro de esta categoría se ha clasificado, por un lado, *Mytilus* sp. el taxón más abundante en todas las fases. En el caso de la fase 1 su porcentaje es 10%, teniendo en cuenta el NMI. El porcentaje de *Mytilus* sp. disminuye en las otras dos fases (fase 2: 9,15%; fase 3: 1,4%). Por otro lado, la especie *Perna perna*, que no alcanza el 5% del NMI en ninguna de las fases, siendo sólo relativamente abundante en la fase 1 (3,89%).

Por último, en las tres fases del abrigo de Zacatín, se documentan otros taxones de bivalvos (*Cerastoderma* sp., *Ruditapes decussatus*, *Haliotis tuberculata*, *Glycymeris* sp. y *Mimachlamys* sp.), aunque con porcentajes <1%. Esto sugiere que probablemente se consumieron de forma puntual (**Tabla 5.13.**).

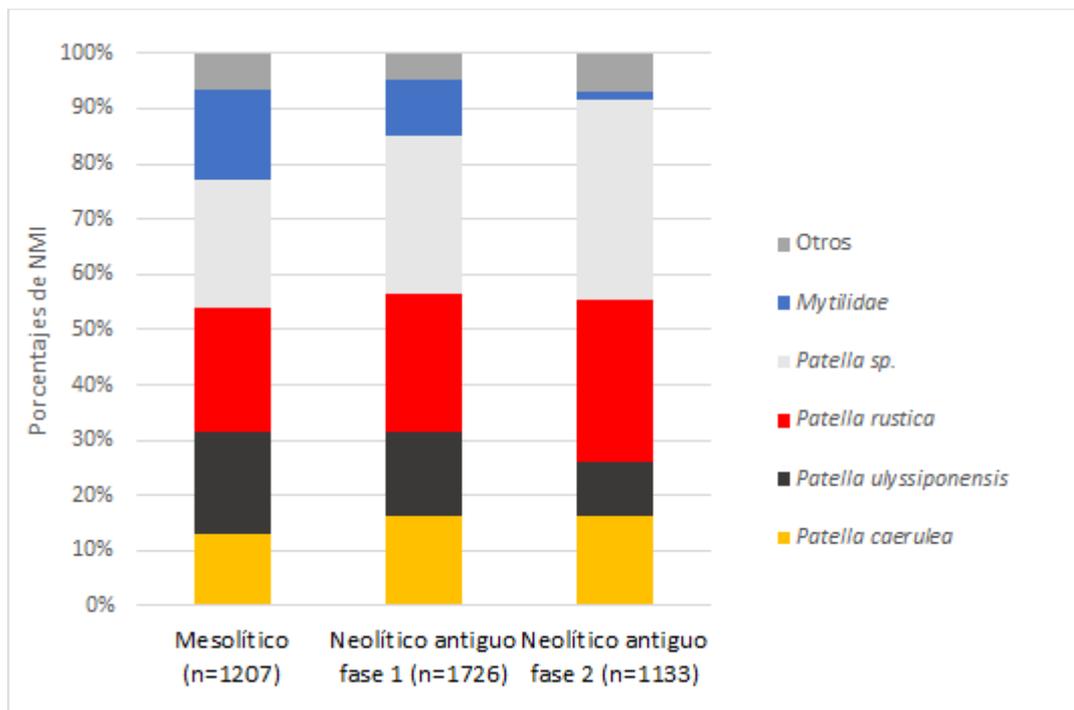


Figura 5.7. Porcentajes del NMI de las especies de moluscos más abundantes de las tres fases estudiadas del Abrigo de Zacatín. La categoría de *otros* engloba los taxones con porcentajes <10% (ver Tabla 5.11) y *Mytilidae*, familia que aglutina los individuos del género *Mytilus* y la especie *Perna perna*.

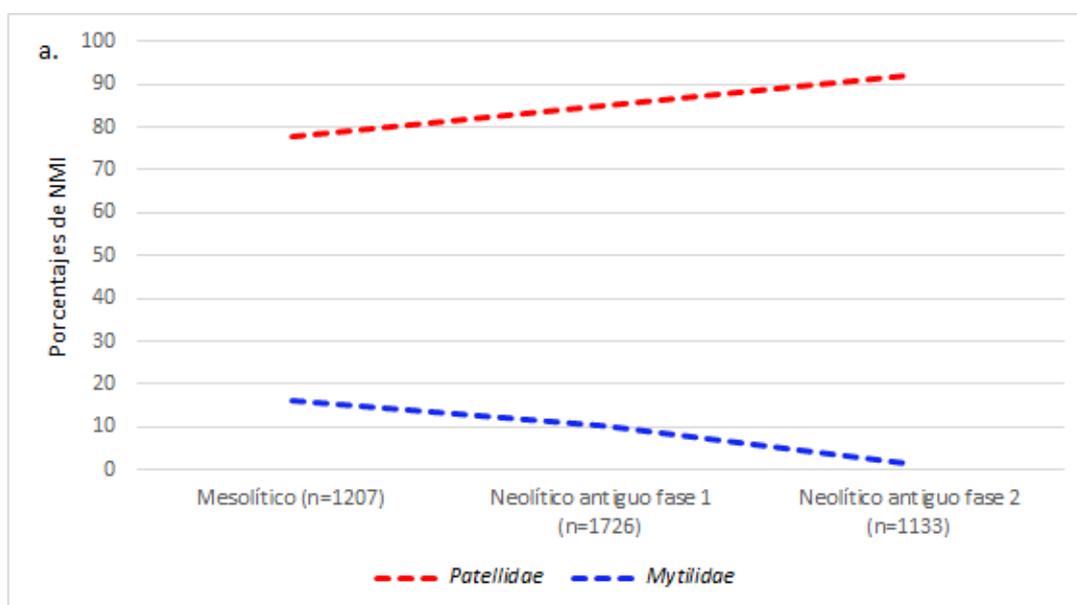
Especies	Fase I (Mesolítico)				Fase II (Neolítico antiguo 1)				Fase III (Neolítico antiguo 2)			
	NR	%	NMI	%	NR	%	NMI	%	NR	%	NMI	%
GASTERÓPODOS	1305	66,91	1004	83,26	2216	85,38	1546	89,57	1640	95,35	1113	98,23
<i>Patella caerulea</i>	156	7,99	156	12,92	280	10,80	280	16,22	185	10,76	185	16,33
<i>Patella ulyssiponensis</i>	225	11,53	225	18,64	263	10,14	263	15,24	112	6,51	112	9,89
<i>Patella rustica</i>	271	13,88	271	22,45	432	16,66	430	24,91	332	19,30	332	29,30
<i>Patella ferruginea</i>	2	0,10	2	0,17	2	0,08	2	0,12	6	0,35	4	0,35
<i>Patella sp.</i>	483	24,74	280	23,20	960	37,02	493	28,56	815	47,38	408	36,01
<i>Cymbula safiana</i>	1	0,05	1	0,08	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
<i>Siphonaria pectinata</i>	6	0,31	4	0,33	3	0,12	3	0,17	7	0,41	5	0,44
<i>Phorcus turbinatus</i>	14	0,72	14	1,16	30	1,16	29	1,68	37	2,15	33	2,91
Trochidae	78	4,00	7	0,58	179	6,90	17	0,98	78	4,53	8	0,71
<i>Stramonita haemastoma</i>	29	1,49	10	0,83	39	1,50	5	0,29	50	2,91	9	0,79
<i>Cerithium sp.</i>	0	0,00	0	0,00	1	0,04	1	0,06	0	0,00	0	0,00
<i>Ocenebra edwardsii</i>	1	0,05	1	0,08	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
<i>Trivia sp.</i>	1	0,05	1	0,08	0	0,00	0	0,00	1	0,06	1	0,09
<i>Luria lurida</i>	0	0,00	0	0,00	1	0,00	1	0,06	0	0,00	0	0,00
<i>Columbella rustica</i>	1	0,05	1	0,08	3	0,12	3	0,17	4	0,23	4	0,35
Cystiscidae/Marginellidae	0	0,00	0	0,00	1	0,04	1	0,06	0	0,00	0	0,00
Conidae	0	0,00	0	0,00	1	0,04	1	0,06	0	0,00	0	0,00
<i>Echinolittorina punctata</i>	10	0,51	10	0,83	3	0,12	3	0,17	3	0,17	3	0,26
<i>Melarhaphe neritoides</i>	12	0,61	12	0,99	7	0,23	7	0,41	5	0,29	5	0,44
<i>Bittium sp.</i>	1	0,05	1	0,08	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
<i>Episcomitra cornicula</i>	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	0,06	1	0,09
Gasterópodo indet	14	0,72	8	0,66	11	0,42	7	0,41	4	0,23	3	0,26
BIVALVOS	646	32,99	203	16,74	372	14,35	180	10,43	73	4,24	20	1,77
<i>Perna perna</i>	85	4,35	47	3,89	35	1,35	20	1,16	3	0,17	2	0,18
<i>Mytilus sp.</i>	210	10,76	132	10,94	267	10,30	158	9,15	32	1,86	16	1,41
Mytilidae	335	17,16	15	1,24	62	2,39	0	0,00	35	2,03	0	0,00
<i>Ruditapes decussatus</i>	10	0,51	5	0,41	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
<i>Cerastoderma sp.</i>	0	0,00	0	0,00	1	0,04	1	0,06	2	0,12	2	0,18
<i>Glycymeris sp.</i>	1	0,05	1	0,08	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
<i>Mimachlamys sp.</i>	2	0,10	2	0,17	4	0,15	1	0,06	0	0,00	0	0,00
<i>Halyoitis tuberculata</i>	2	0,05	1	0,08	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Bivalvo indet	1	0,05	0	0,00	3	0,12	0	0,00	1	0,06	0	0,00
Molusco indet	2	0,10	0	0,00	7	0,27	1	0,06	7	0,41	0	0,00
MOLUSCOS TOTAL por fases	1953		1207		2595		1726		1720		1133	
TOTAL _m NMI					4066							
Comestibles			1160	96,11			1683	97,51			1103	97,35
No comestibles			39	3,23			36	2,09			27	2,38

Tabla 5.13. Número de restos (NR) y abundancia relativa (NMI) de las especies de moluscos marinos documentadas en las tres fases del Abrigo de Zacatín.

5.2.3 Variabilidad específica documentada a nivel diacrónico

Al analizar los taxones más relevantes en términos de abundancia relativa (NMI), se puede apreciar como la proporción de estos recursos marinos difiere a lo largo de los distintos periodos documentados en el registro arqueológico del Abrigo de Zacatín. Estas variaciones cuantitativas muestran una tendencia opuesta de las dos familias taxonómicas con mayor NMI del conjunto: *Patellidae* y *Mytilidae*. Los ejemplares de *Patellidae* aumentan durante el periodo Neolítico antiguo, mientras que los ejemplares de *Mytilidae* disminuyen.

En el caso de los taxones principales, las variaciones cuantitativas muestran tres tendencias significativas en la estrategia de su marisqueo (*P. caerulea*, *P. ulyssiponensis*, *P. rustica*, *Mytilus* sp. y *Perna perna*) (**Figura 5.8**). Por un lado, se observa un aumento en la proporción de ejemplares de la especie *P. rustica* a lo largo de la secuencia, pasando del 22,45% en el periodo Mesolítico, al 29,30% en la segunda fase del Neolítico antiguo. Por otro lado, se aprecia un claro descenso de los mejillones entre el periodo Mesolítico (donde se registra un 10,94% del NMI en *Mytilus* sp. y un 3,89% del NMI en *Perna perna*) y la fase más reciente del Neolítico antiguo, en la cual se reducen al 1,41% y 0,18% del NMI, respectivamente. También se documentan variaciones en la proporción de las especies de *P. ulyssiponensis* y *P. caerulea* entre el Mesolítico y el Neolítico antiguo. La primera de las especies es más abundante que la segunda durante el Mesolítico (18,64%). Durante el Neolítico antiguo se marisquea mayor cantidad de *P. caerulea* (16%) que de *P. ulyssiponensis* (15% en la fase 2 y 9% en la fase 3).



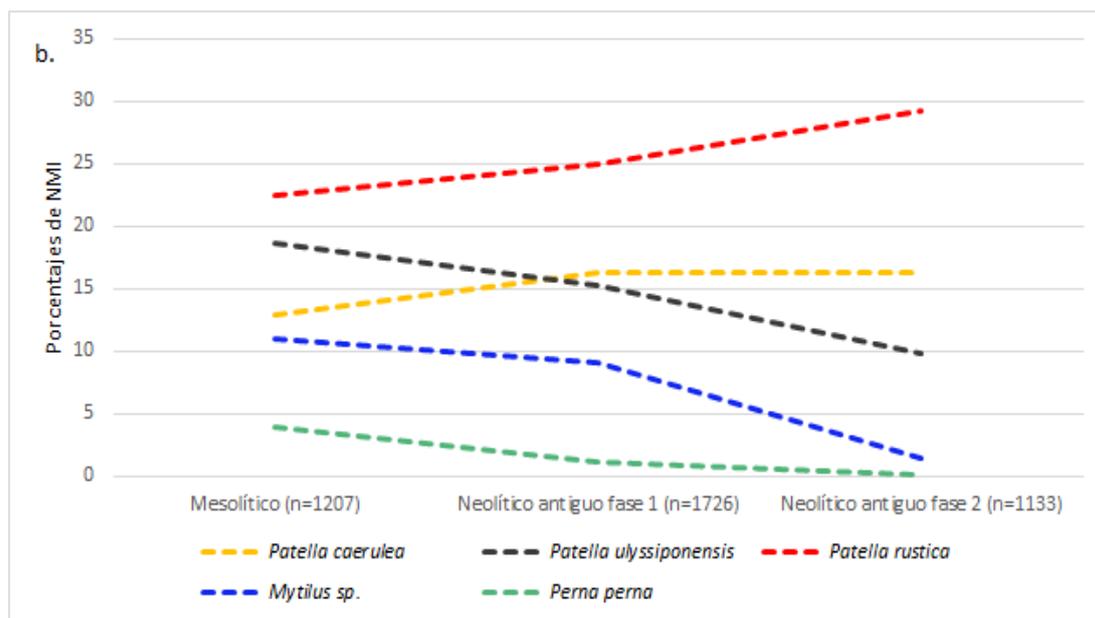


Figura 5.8. Variación por periodo de las familias (a) y los taxones (b) con mayor abundancia relativa (NMI) documentados en la secuencia del Abrigo de Zacatín

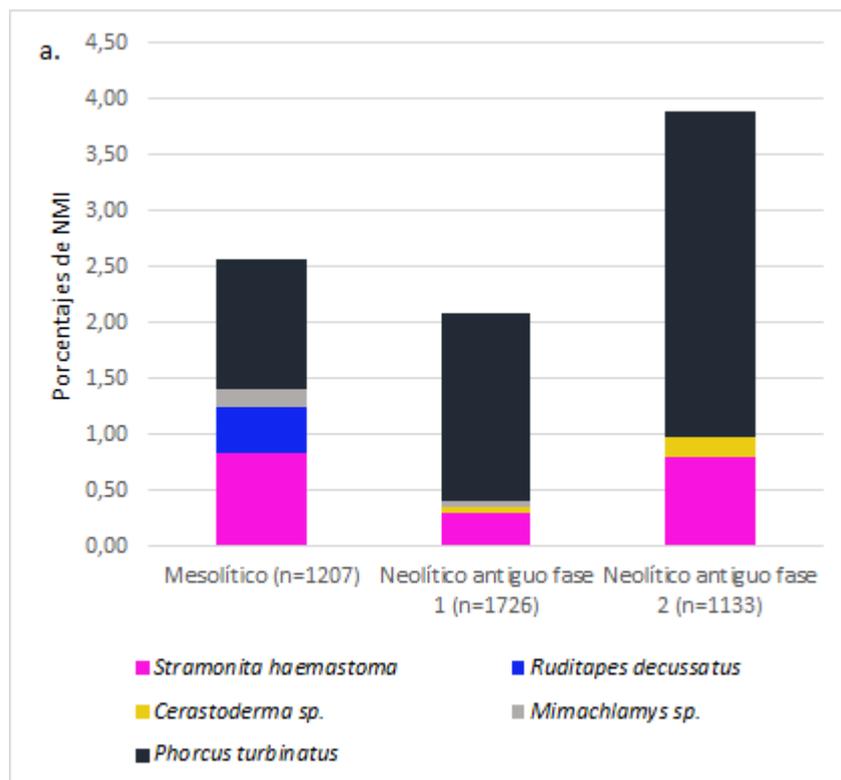
Las especies con menor representación en cada nivel (<1% del NMI), y con más de un solo fragmento, también muestran diferencias en la abundancia a lo largo de la secuencia del Abrigo de Zacatín. Entre las especies con uso bromatológico (**Figura 5.9 a**), *S. haemastoma* y *Phorcus turbinatus* son las únicas presentes en los dos periodos. La primera es más abundante en el Mesolítico (0,83% del NMI), mientras que, la segunda lo es en el Neolítico antiguo fase 2 (2,91% del NMI). Sin embargo, alguno de los ejemplares de *S. haemastoma* posee evidencias de erosión marina, por lo que sus conchas fueron recogidas en las playas y llevadas al abrigo con otros fines.

Mimachlamys sp. se documenta, tanto en el Mesolítico como en la primera fase del Neolítico antiguo, mientras que *Cerastoderma* sp. se recoge sólo en las fases del Neolítico antiguo. Por último, *R. decussatus* solo se recolecta durante el Mesolítico. Dada la escasez de conchas recuperadas existen dudas sobre si estos taxones hayan formado parte de la dieta. Además, su recogida implicaría otro tipo de técnicas de marisqueo distintas a las de los moluscos de sustrato rocoso.

Los ejemplares pertenecientes a las especies que no se han recogido con función alimenticia son mucho más escasas (**Figura 5.9 b**). *M. neritoides* (0,99% del NMI) y *E. punctata* (0.83% del NMI) son más abundantes que en el nivel más antiguo (fase 1). *C. rustica* y *S. pectinata*, en

cambio, son más abundantes durante el periodo Neolítico antiguo. *M. neritoides* y *C. rustica* han sido recogidas para la elaboración de objetos de adorno.

Por último, se encuentran los taxones que únicamente se documentan en una de las fases. En el período Mesolítico, se han clasificado *Cymbula saffiana*, *Ocenebra edwardsii*, *Trivia* sp., *Haliotis tuberculata*, *Bittium* sp. y *Glycymeris* sp. En la primera fase del Neolítico antiguo, *Cystiscidae/Marginellidae*, *Conidae*, *Cerithum* sp. y *Luria luria*. En la segunda fase del Neolítico, se han documentado dos taxones: *Trivia* sp. y *Episcomitra cornicula*. Todas ellas con 1 número mínimo de individuos.



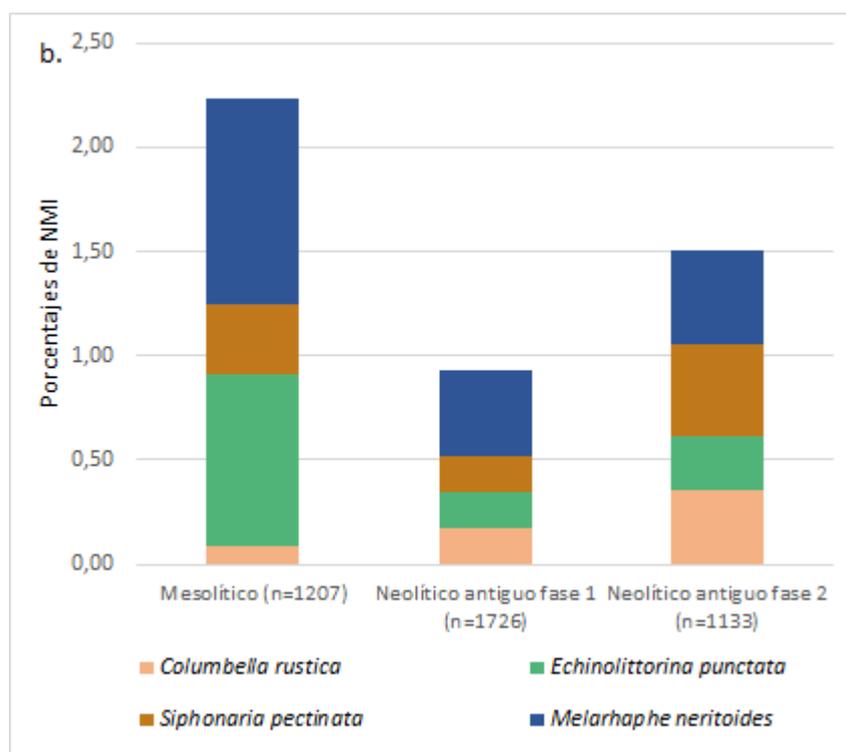


Figura 5.9. Porcentajes de gasterópodos con <1% del NMI documentados en la secuencia del Abrigo de Zacatín

5.2.4. Análisis de la diversidad de especies recolectadas

El estudio de la relación entre la abundancia de moluscos marinos y la proporción de ejemplares por especie, calculado en base al NMI, evidencia ligeras diferencias en la diversidad de especies recolectadas a lo largo de las diversas fases estudiadas del Abrigo de Zacatín. Esto se verifica a partir de índices que miden la dominancia, equidad y uniformidad de los distintos taxones dentro de los conjuntos malacológicos de cada fase (**Tabla 5.14**).

Respecto a la abundancia, la cantidad de taxones documentados resultan relativamente numerosos en comparación con la densidad de restos recuperado en cada fase (fase 1: 259,57 NMI/dm³; fase 2: 310,99 NMI/dm³; fase 3: 143,42 NMI/dm³). El número de taxones varía entre un máximo de 25 en la fase 1 y un mínimo de 19 en la fase 3. En la fase 2 se documentan 21 distintas. Por lo tanto, se observa una tendencia descendente de la riqueza de especies entre las fases, siendo la fase más antigua de la secuencia la que presenta mayor número de taxones y la fase más reciente, la que contiene menor cantidad.

A pesar de la relativa abundancia en el número de taxones, los resultados del índice de Simpson (D) indica que la mayoría de los ejemplares se concentran en pocas categorías taxonómicas, ya

que los valores obtenidos están más próximos al 1, siendo 0,61 el resultado más bajo en toda la secuencia. El análisis por fases muestra que el valor más bajo se encuentra en la fase 1, y el valor más alto corresponde a la fase 3. Esto indica que la dominancia de unos pocos taxones, en términos de cantidad de ejemplares por taxón, aumenta significativamente en las fases más recientes. Esta tendencia se confirma con los resultados del índice inverso de Simpson (1/D), cuyos valores van disminuyendo en función de las fases. La fase 1 muestra mayor diversidad de taxones (1,63) que las fases 2 y 3 (1,36 y 1,18, respectivamente), donde la mayoría de los que componen el conjunto corresponden tan sólo a uno o dos.

En cuanto a la equidad de los taxones, los resultados del índice de Shannon-Weiner (H) muestran que la fase 1 presenta una diversidad más alta que en las fases siguientes. Esto se debe a que la distribución de abundancia del conjunto de la fase 1 es más equitativa, sin que haya uno que domine el conjunto. En esta línea, el índice de Pielou (J) confirma que en la mayoría de las fases estudiadas presentan conjuntos en los que la mayoría de los taxones no son igualmente abundantes entre sí. Del mismo modo que en el índice anterior, la fase 1 muestra valores más cercanos a 1, lo que implica una mayor uniformidad en términos de abundancia por taxón.

El resultado del número efectivo de especies (^qD), también muestra diferencias en la diversidad de los conjuntos por fase. El valor obtenido en la fase 1 muestra una mayor diversidad que los valores logrados en la fase 2 y la fase 3. Este descenso en su número efectivo puede estar relacionado con el aumento en la recolección de los ejemplares del género *Patella* durante las fases superiores de la secuencia.

	Mesolítico	Neolítico antiguo 1	Neolítico antiguo 2
Fases	1	2	3
NMI	1207	1726	1133
Número de taxones	25	21	19
D (índice de Simpson)	0,611	0,735	0,846
1/D (Inverso de Simpson)	1,637	1,361	1,181
H' (índice de Shannon)	0,966	0,635	0,446
J' (índice de Pielou)	0,317	0,224	0,165
^q D (Número efectivo de especies)	2,626	1,886	1,562

Tabla 5.14. Índices de diversidad de taxones en las tres fases documentadas en el abrigo de Zacatín.

Respecto a la diversidad de taxones por periodo, se aprecia una ligera variación en la estrategia de recolección de los moluscos. Durante el Mesolítico, a pesar de tener una alta concentración de taxones, el análisis de dominancia indica que algunos se recolectan con mayor abundancia ya que el valor del índice de Simpson es más cercano a 1 y el del inverso de Simpson muestra un valor bajo de diversidad. Esta tendencia aumenta en el periodo del Neolítico antiguo, con valores más bajos en ambos índices, donde se recolectan principalmente los moluscos de un solo género.

Este patrón se repite en el análisis de equidad, que indica que los conjuntos del Neolítico antiguo muestran una mayor desigualdad en la cantidad de ejemplares en los distintos taxones, en comparación al conjunto Mesolítico. Esto se evidencia con los resultados de los índices de Shannon y el de Pielou, con valores más próximos al 0 en las fases del Neolítico antiguo que en la fase Mesolítica. Además, la disminución progresiva del número efectivo de taxones entre el periodo Mesolítico y el Neolítico antiguo refuerza la idea de que existe una menor diversidad en el patrón de recolección durante este último periodo.

La comparación, a partir del índice de similitud de Simpson, de los conjuntos malacológicos recuperados del yacimiento de Zacatín, confirma la existencia de diferencias en la diversidad de taxones recolectados entre los periodos (**Figura 5.10**), que se han observado previamente a través de los índices de diversidad. El conjunto del periodo Mesolítico se asemeja en un 83% a los conjuntos del Neolítico antiguo. A su vez, los conjuntos del Neolítico antiguo (fase 2 y 3) se asemejan en un 89% entre sí.

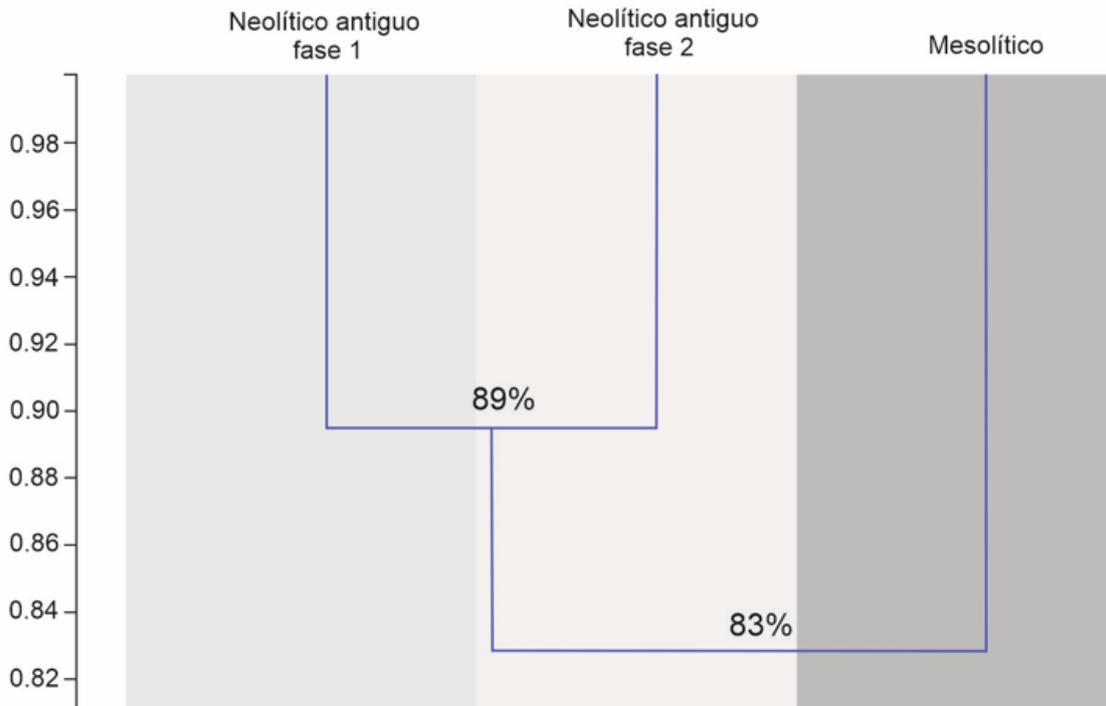


Figura 5.10. Clúster, basado en el índice de similitud de Simpson, que relaciona la diversidad en la recolección de moluscos en los periodos documentados en la secuencia arqueológica del Abrigo de Zacatín. El gráfico se ha realizado con el programa PAST 4.03. La gradación del fondo gris distingue los distintos periodos cronológicos.

5.2.5. Otros invertebrados marinos.

Además del filo Molusca, se han identificado restos de ejemplares de la clase Equinoidea y del subfilo Crustácea en las distintas fases estudiadas del Abrigo de Zacatín. Estos restos están en estudio, por lo que a continuación se indica una primera aproximación al mismo (Álvarez-Fernández, comunicación personal).

En la clase equinoidea se ha clasificado uno de los erizos más comunes del Mediterráneo que habita en las rocas de la parte superior del infralitoral, *Paracentrotus lividus*. Entre los restos, se han documentado púas, completas y fragmentadas, fragmentos de la placa ambulacral y partes del aparato masticador llamado linterna de Aristóteles. Se ha calculado provisionalmente que estos elementos pertenecen, al menos, a 11 individuos que se distribuyen de forma desigual entre las tres fases estudiadas. A pesar de estar presentes en todas las fases, la mayoría se recuperan en la fase 1 (Mesolítico). El NR no se ha contabilizado debido a que las púas de los erizos se fragmentan con gran facilidad y no son relevantes en el cálculo del NMI. Púas

completas y fragmentadas suman más de 1.000 restos por fase. El reducido número de individuos documentados indica que este recurso se recolectó muy puntualmente.

En el subfilo Crustácea se han documentado fragmentos de decápodos, ejemplares de percebes y balanos, completos y fragmentados.

En el caso de los decápodos, los restos corresponden principalmente a fragmentos de pinzas, el propodio y el dactilópodo, las partes más duras, pero también elementos de la mandíbula de los cangrejos. Estos son muy escasos a lo largo de la secuencia, pero están presentes en las tres fases estudiadas. Estos cangrejos probablemente fueron recogidos puntualmente en los sustratos rocosos en los que recogían lapas y mejillones.

Entre los crustáceos, se ha clasificado *Pollicipes pollicipes*, especie que habita sobre las rocas, en el intermareal bajo. Entre los restos, se han documentado placas de gran tamaño (*terga*, *scuta* y *carina*), así como de menor tamaño, recuperadas gracias al uso de mallas de 2,5 mm de luz. Se han contabilizado un total de 6 individuos, a partir de las placas mayores. En este caso también están presentes en las tres fases de Zacatín. Debido a su reducida cantidad parece que este recurso se consume de forma puntual.

Además de cangrejos y percebes, se han identificado ejemplares completos de balanos, adheridos a las conchas de ejemplares de los géneros *Patella* y *Mytilus*, así como placas recuperadas en el triado del sedimento. Estas se presentan en las tres fases del yacimiento. Entre las distintas especies, *Perforatus perforatus* es la más abundante.

5.3. Comparación de las especies representadas y la variabilidad diacrónica de los moluscos marinos de la cueva de Nerja (Sala de la Mina) y el abrigo de Zacatín.

En base a las distintas especies de moluscos marinos y otros invertebrados del intermareal identificados y contabilizados en los distintos periodos cronológicos documentados en ambos yacimientos, se realiza una comparación de los resultados del análisis arqueomalacológico por periodo.

La composición y la distribución de la abundancia relativa de las especies de moluscos muestra pautas diacrónicas similares entre los conjuntos de los dos yacimientos estudiados. En este sentido, durante el Paleolítico superior final, en Nerja-Mina, se aprecia una baja diversidad de

especies en las estrategias de recolección. Esto se evidencia mediante los valores del índice de diversidad de Simpson ($1/D$ inferior a 3) y el Número Efectivo de Especies (${}^qD = <4,5$). En la recolección predominan los bivalvos de sustrato arenoso-fangoso (*R. decussatus* y *Cerastoderma* sp.) con ca. 75% del NMI, mientras que los bivalvos de la costa rocosa (*Mytilus* sp.) constituyen el 10% del NMI y los gasterópodos de sustrato rocoso (*Patella* sp., *P. turbinatus* y *S. haemastoma*) <5% del NMI. En el final de este periodo, durante el Epipaleolítico, se observa una variación en la proporción de especies recogidas. Así, los moluscos de sustrato rocoso (*Mytilus* sp. ca. 74% del NMI y *Patella* sp. ca. 13% del NMI) son más abundantes que los moluscos de sustrato arenoso-fangoso (*R. decussatus* y *Cerastoderma* sp. <5% del NMI).

En el periodo Mesolítico, se observa una mayor diversidad de especies recolectadas en comparación al resto de periodos estudiados en ambos yacimientos. Sin embargo, el Número Efectivo de Especies indica que el conjunto de Nerja-Mina es más diverso que el procedente de Zacatín (${}^qD=6,449$ y $2,626$, respectivamente). Respecto a la representación y proporción de especies, existen similitudes entre los dos yacimientos. *Patella* sp. (47% del NMI (Nerja-Mina) y 77% del NMI (Zacatín)) y *Mytilus* sp. (30% del NMI (Nerja-Mina) y 10% del NMI (Zacatín)) son los taxones más frecuentes, seguidos de *P. turbinatus* (13% del NMI (Nerja-Mina) y <1% del NMI (Zacatín)), en las estrategias de recolección. En ambos conjuntos los bivalvos de sustrato arenoso-fangoso (*R. decussatus* y *Cerastoderma* sp.) no superan el 1% del NMI. Entre las especies del género *Patella*, los ejemplares de *P. ulyssiponensis* (>30% del NMI) son los que se recogen con mayor frecuencia en Nerja-Mina, mientras que *P. rustica* (ca. 22% del NMI) es la especie más consumida en Zacatín.

En el periodo Neolítico antiguo, la diversidad de especies recolectadas difiere entre los conjuntos de los dos yacimientos. En Nerja-Mina esta es similar a la observada durante el Mesolítico ($1/D=6,05$ y ${}^qD=6,719$). En Zacatín, en cambio, la diversidad disminuye en comparación al periodo Mesolítico ($1/D=0,73$ y ${}^qD=1,886$). Por lo tanto, la recolección de moluscos en Nerja-Mina sigue siendo más diversificada que en Zacatín. A pesar de ello, en la representación y proporción de especies, existen similitudes entre los dos yacimientos. *Patella* sp. es la especie mayoritaria entre los moluscos recolectados (ca. 65% del NMI (Nerja-Mina) y ca. 85% del NMI (Zacatín)), seguidos de *Mytilus* sp. (ca. 7% del NMI (Nerja-Mina) y ca. 9% del NMI (Zacatín)) y *P. turbinatus* (ca. 9% del NMI (Nerja-Mina) y ca. >1% del NMI (Zacatín)). Entre las especies del género *Patella*, existe una continuidad con el periodo

Mesolítico en la proporción recolectada por especie. Así, los ejemplares de *P. ulyssiponensis* (ca. 20% del NMI) son los que se recogen con mayor frecuencia en Nerja-Mina, mientras que *P. rustica* (ca. 25% del NMI) es la especie más consumida en Zacatín. Asimismo, se observa un cambio en la abundancia relativa de *P. caerulea* y *P. ulyssiponensis* en Zacatín, donde la primera especie pasa a ser más frecuente que la segunda en este periodo (ca. 16% y 15% del NMI, respectivamente).

En el Neolítico antiguo final, las prácticas de recolección muestran una disminución en la diversidad respecto al periodo anterior en los dos yacimientos. Esto se evidencia con el valor del índice de diversidad de Simpson ($1/D=4,41$ (Nerja-Mina) y $1,181$ (Zacatín)) y el Número Efectivo de Especies (${}^4D=5,501$ (Nerja-Mina) y $1,562$ (Zacatín)) obtenido en cada caso. Respecto a la representación y proporción de especies, existen similitudes entre ambos yacimientos. *Patella* sp. continúa siendo el molusco recolectado con mayor regularidad (ca. 70% del NMI (Nerja-Mina) y ca. 92% del NMI (Zacatín)). En el caso de *P. turbinatus* y *S. haemastoma* la abundancia relativa aumenta levemente en este periodo (ca. 9% del NMI (Nerja-Mina) y entre 3 y 1% del NMI (Zacatín)) y disminuye para *Mytilus* sp. (ca. 6% del NMI (Nerja-Mina) y 1,4% del NMI (Zacatín)). En este periodo, no se documentan evidencias de la recogida de bivalvos de sustrato arenoso-fangoso en ambos casos. Entre las especies del género *Patella*, *P. caerulea* es la más abundante en el conjunto de Nerja-Mina (ca. 30% del NMI) y, aunque la especie predominante en Zacatín sea *P. rustica* (29% del NMI), se observa un aumento de la especie *P. caerulea* frente a *P. ulyssiponensis* (ca. 16% y 9% del NMI, respectivamente).

Durante el Neolítico medio-final en Nerja-Mina, se aprecia un aumento en las especies *P. turbinatus* y *S. haemastoma* (ca. 20% y 10% del NMI, respectivamente), aunque la especie predominante continúa siendo *Patella* sp., con $>20\%$ del NMI. Asimismo, *Mytilus* sp. disminuye en porcentaje, llegando a constituir únicamente el 6% del NMI. Entre las especies del género *Patella*, se observa un aumento del porcentaje de *P. ulyssiponensis* en comparación a *P. caerulea* (ca. 23% y 18% del NMI, respectivamente).

Por último, la comparación a partir del índice de similitud de Simpson de los conjuntos malacológicos de los distintos yacimientos estudiados indica que existen diferencias en la diversidad de las especies recolectadas entre periodos cronológicos. De esta manera, existe mayor similitud entre los conjuntos de los niveles Neolítico (86% en Nerja-Mina y 89% en Zacatín) en comparación al que se observa entre los conjuntos de los niveles Mesolíticos y Neolíticos (77% en Nerja-Mina y 83% en Zacatín). Esto significa que la variación en la

recolección de los moluscos se sitúa, principalmente, entre el periodo Mesolítico y Neolítico en los dos yacimientos estudiados.

Capítulo 6. Resultado del análisis biométrico de las conchas de *Patella caerulea*, *Patella ulyssiponensis* y *Patella rustica* de los yacimientos de la cueva de Nerja, Sala de la Mina (Málaga) y Zacatín (Granada).

En este capítulo se analiza la biometría de una selección de ejemplares del género *Patella* procedentes de los dos yacimientos arqueológicos, con el objeto de determinar si existen diferencias entre los niveles y UUEE, desde un punto de vista sincrónico como diacrónico.

6.1. Análisis de las medidas de longitud máxima (L), anchura (A) y altura (H) de la concha de las especies *P. caerulea* y *P. ulyssiponensis* de la cueva de Nerja (Sala de la Mina) por nivel.

Con el objetivo de identificar si existen diferencias significativas en el tamaño promedio de los conjuntos de conchas entre los periodos estudiados (del Paleolítico superior final y al Neolítico) en este yacimiento, se ha realizado el análisis estadístico de los datos biométricos de 610 ejemplares de la especie *Patella caerulea* y 704 de la especie *Patella ulyssiponensis*. Las medidas corresponden a la longitud máxima, la anchura y la altura de la concha. A continuación, se describen los resultados del análisis de las tres medidas, en primer lugar, en la especie *P. caerulea* y, posteriormente, en la especie *P. ulyssiponensis*.

6.1.1. Patella caerulea

La longitud máxima de esta especie muestra diferencias en la media, el rango de valores y en la desviación estándar entre los ejemplares de distintos niveles arqueológicos analizados (**Tabla 6.1**). En los niveles inferiores, entre NM16 y NM13, se observa un valor de media entre ca. 28 y 31 mm, un rango entre ca. 4 y 28 mm y una desviación estándar entre 3,03 y 6,76 mm. En NM15, el valor reducido que presentan el rango y la desviación estándar en comparación al resto de niveles (rango 4,28 mm y desviación estándar 3,03 mm), está relacionado con la cantidad reducida de muestra (n=3). Esto indica que hay una dispersión de datos reducida en los niveles inferiores, aunque NM14 y NM13 muestran una dispersión moderada y una amplia dispersión, respectivamente. En los niveles intermedios, entre NM12 y NM7, se observa un valor de media entre ca. 30 y 32 mm, un rango entre ca. 15 y 33 mm y una desviación estándar entre 5,21 y 7,54 mm. Esto indica una amplia dispersión de datos, aunque si se analiza por

nivel, los conjuntos de NM12 y NM11 muestran una dispersión reducida, mientras que en NM7 es moderada. El resultado de NM8, también, está relacionado con la cantidad reducida de muestra (n=4). En los niveles superiores, entre NM6 y NM1, se observa un valor de media entre ca. 25 y 35 mm, un rango de valores entre ca. 10 y 36 mm y una desviación estándar entre 3,69 y 8,87 mm. La dispersión de datos varía en función del nivel, siendo NM5 y NM1 los que muestran una amplia dispersión, mientras que en NM6, NM4, NM3 y NM2 se observa una dispersión de datos reducida.

Niveles	N	Longitud		
		Media	Rango	DS
1	11	35,50	26,09	8,87
2	8	24,97	14,47	4,29
3	9	31,14	10,24	3,69
4	8	29,97	11,67	3,85
5	237	29,57	36,87	7,62
6	27	29,55	18,14	4,74
7	63	30,00	32,85	6,08
8	4	32,32	15,27	6,51
9	19	32,12	29,32	7,54
10	13	30,21	23,66	7,32
11	35	31,62	20,51	5,29
12	131	31,87	32,05	5,21
13	13	31,45	28,65	6,76
14	12	30,93	21,92	5,64
15	3	28,47	4,28	3,03
16	17	30,00	15,58	5,10

Tabla 6.1. Información estadística descriptiva de la longitud de la concha de ejemplares de la especie *Patella caerulea* procedentes de los 16 niveles arqueológicos del yacimiento de Nerja, Sala de la Mina.

Por lo tanto, se observa una variabilidad en la longitud máxima de las conchas de *P. caerulea* por nivel (**Figura 6.1**). La comparación entre los niveles se realiza entre los conjuntos que presentan un número de muestra superior a 25, por consiguiente, estos se reducen a cinco de los 16 niveles analizados. El resultado muestra una disminución paulatina en la longitud de las conchas conforme se avanza hacia niveles superiores. A pesar de la tendencia general, existen diferencias en el cambio de longitud en la secuencia. De esta manera, entre NM12 y NM11, la media de esta medida disminuye 0,2 mm, mientras que, entre NM11 y NM7, disminuye 1,4 mm. Finalmente, entre NM7 y NM6, y, entre NM6 y NM5, la media disminuye 1,5 mm y 0,02 mm, respectivamente. Esto significa que la diferencia en el tamaño de las conchas de *P.*

caerulea se sitúa, principalmente, entre NM11 y NM6, y disminuye 2,3 mm a lo largo de toda la secuencia de niveles, desde los inferiores a los superiores.

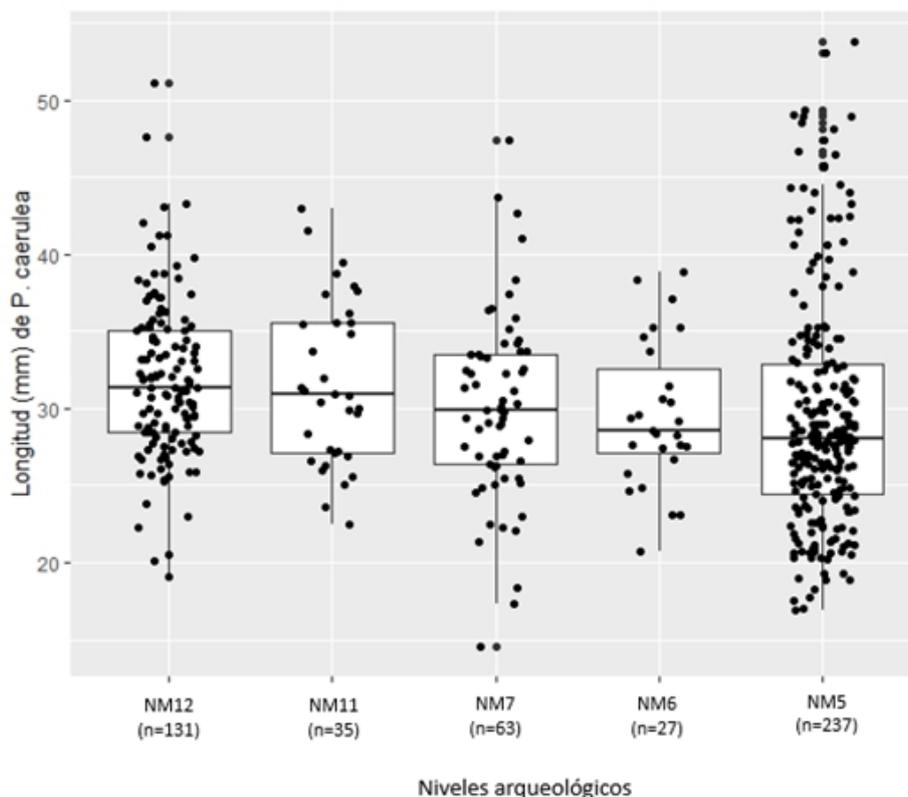


Figura 6.1. Box-plot en el que se muestra la variación en la longitud máxima de la concha de la especie *Patella caerulea* en los 16 niveles arqueológicos del yacimiento de Nerja, Sala de la Mina.

La anchura también muestra diferencias en la media, el rango de valores y en la desviación estándar entre los ejemplares de distintos niveles arqueológicos analizados (**Tabla 6.2**). En los niveles inferiores, entre NM16 y NM13, se observa un valor de media entre ca. 24 y 29,5 mm, un rango entre ca. 2 y 19 mm y una desviación estándar entre 1,33 y 5,05 mm. Aunque, en NM15 presentan un bajo valor el rango y la desviación estándar en comparación al resto de niveles (rango 2,47 mm y desviación estándar 1,33 mm), está relacionado con la cantidad reducida de muestra (n=3). Esto indica que hay una dispersión de datos reducida en los niveles inferiores, aunque NM14 muestra una dispersión moderada. En los niveles intermedios, entre NM12 y NM7, se observa un valor de media entre ca. 25,3 y 27,7 mm, un rango entre ca. 20,5 y 31,7 mm y una desviación estándar entre 4,64 y 7,46 mm. Esto indica una amplia dispersión de datos, aunque si se analiza por nivel, los conjuntos NM12, NM11 y NM7 muestran una

dispersión moderada. El resultado de NM8, también, está relacionado con la cantidad reducida de muestra (n=4). En los niveles superiores, entre NM6 y NM1, se observa un valor de media entre ca. 24 y 30 mm, un rango de entre ca. 9 y 33 mm y una desviación estándar entre 3,23 y 8,20 mm. La dispersión de datos varía en función del nivel, siendo NM5 y NM1 los que muestran una amplia dispersión, mientras que NM6, NM4, NM3 y NM2 se observa una dispersión de datos reducida.

Niveles	N	Anchura		
		Media	Rango	DS
1	11	30,20	24,78	8,20
2	8	20,77	15,06	4,39
3	9	26,72	9,29	3,23
4	8	29,97	11,67	3,85
5	214	24,25	33,16	6,73
6	23	24,10	14,56	3,72
7	62	25,31	31,71	5,22
8	4	27,77	15,26	6,54
9	17	27,09	28,63	7,46
10	12	25,60	20,51	6,62
11	30	26,55	19,73	5,46
12	121	26,94	24,63	4,64
13	13	28,06	13,12	4,25
14	12	26,03	18,97	5,05
15	3	29,53	2,47	1,33
16	15	24,27	17,78	4,31

Tabla 6.2. Información estadística descriptiva de la anchura de la concha de ejemplares de la especie *Patella caerulea* procedentes de los 16 niveles arqueológicos del yacimiento de Nerja, Sala de la Mina.

Por lo tanto, se observa una variabilidad en la anchura de las conchas de *P. caerulea* por nivel (**Figura 6.2**). La comparación entre los niveles se realiza entre los conjuntos que presentan un número de muestra superior a 25, por consiguiente, estos se reducen a cuatro de los 16 niveles analizados. En este caso, el resultado, también, muestra una disminución paulatina en la longitud de las conchas conforme se avanza hacia niveles superiores. Sin embargo, estas diferencias son mayores en los niveles superiores que en los inferiores. Así, entre NM12 y NM11, la media de esta medida disminuye 0,4 mm, mientras que, entre NM11 y NM7, disminuye 0,8 mm. Finalmente, entre NM7 y NM5, la media disminuye 0,9 mm. Esto significa que la anchura de las conchas de *P. caerulea* disminuye 2,69 mm a lo largo de toda la secuencia de niveles, desde los inferiores a los superiores.

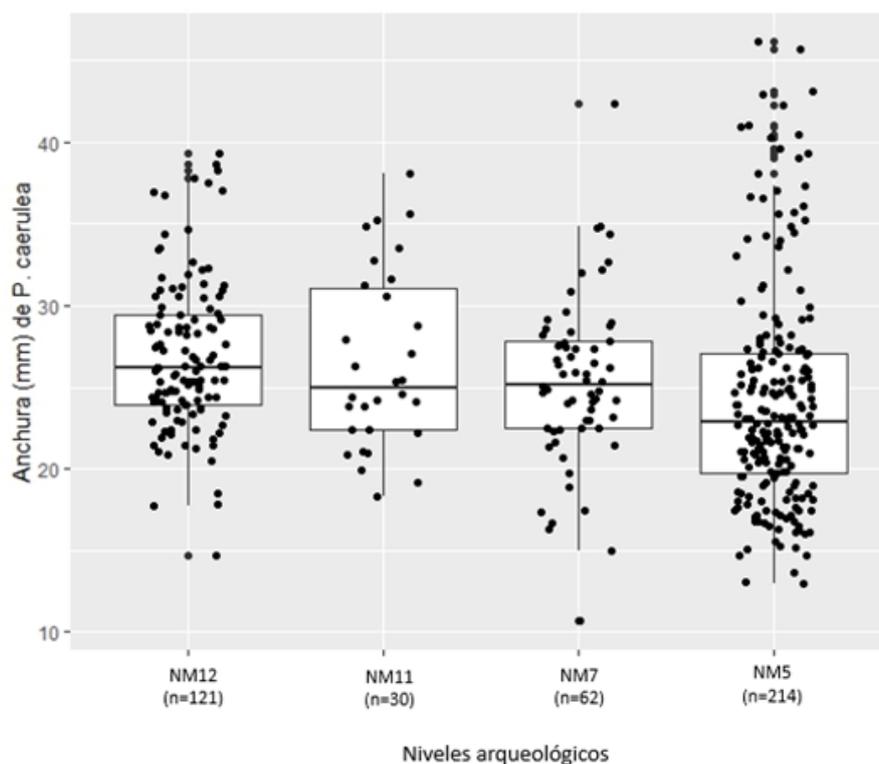


Figura 6.2. BoxPlot donde se muestra la variación en la anchura de la concha de la especie *Patella caerulea* en los 16 niveles arqueológicos del yacimiento de Nerja, Sala de la Mina.

La medida de la altura también muestra diferencias en la media, el rango y en la desviación estándar entre los ejemplares de distintos niveles arqueológicos analizados (**Tabla 6.3**). En los niveles inferiores, entre NM16 y NM13, se observa un valor de media entre ca. 7,7 y 10 mm, un rango entre ca. 3 y 7 mm y una desviación estándar entre 1,42 y 1,98 mm, lo que indica una dispersión de datos reducida, aunque en NM16 y NM13 esta dispersión tiende a ser moderada. La reducida dispersión de datos en NM15 se debe a la cantidad reducida de muestra (n=3). En los niveles intermedios, entre NM12 y NM7, se observa un valor de media entre ca. 7,8 y 8,8 mm, un rango entre ca. 3 y 10,70 mm y una desviación estándar entre 1,4 y 3,03 mm. En este caso, la dispersión de datos es amplia en NM10 y NM9, y reducida en NM11, mientras que en NM12 y NM7 es moderada. La reducida dispersión de datos en NM8 se debe, también, a la cantidad reducida de muestra (n=4). En los niveles superiores, entre NM6 y NM1, se observa un valor de media entre ca. 6,60 y 9,51 mm, un rango entre ca. 3,40 y 23 mm y una desviación estándar entre 1,01 y 2,56 mm. La dispersión de datos es heterogénea entre estos niveles, así, el NM5 presenta una amplia dispersión, mientras que NM6, NM4 y NM3 muestran una dispersión reducida, y NM2 y NM1 una de tipo moderado.

Niveles	N	Altura		
		Media	Rango	DS
1	11	9,52	5,83	2,34
2	8	6,63	5,22	1,64
3	8	8,13	3,48	1,01
4	8	7,75	3,61	1,41
5	213	7,71	23,4	2,56
6	22	7,70	4,41	1,31
7	57	7,82	10,27	2,04
8	4	7,90	3,39	1,44
9	17	8,82	10,69	3,03
10	12	8,03	10,67	2,76
11	33	8,35	5,7	1,40
12	110	8,18	10,13	1,76
13	13	9,71	7,12	1,98
14	10	7,79	4,67	1,42
15	3	10,41	2,91	1,46
16	16	7,91	5,74	1,82

Tabla 6.3. Información estadística descriptiva de la altura de la concha de ejemplares de la especie *Patella caerulea* procedentes de los 16 niveles arqueológicos del yacimiento de Nerja, Sala de la Mina.

Por lo tanto, se observa una variabilidad en la altura de las conchas de *P. caerulea* por nivel (**Figura 6.3**). La comparación entre los niveles se realiza entre los conjuntos que presentan un número de muestra superior a 25, por consiguiente, estos se reducen a cuatro de los 16 niveles analizados. En este caso, el resultado muestra un aumento en la altura de las conchas en los niveles inferiores de la secuencia (NM12 y NM11), seguido de una disminución conforme se avanza hacia niveles superiores. De esta manera, entre NM12 y NM11 la media de esta medida aumenta 0,2 mm, entre NM11 y NM7 disminuye 0,53 mm y, finalmente, entre NM7 y NM5 la media disminuye 0,11 mm. Esto indica que la mayor diferencia en la altura de las conchas de *P. caerulea* se sitúa entre los conjuntos del NM11 y NM7, y disminuye 0,47 mm a lo largo de toda la secuencia de niveles, desde los inferiores a los superiores.

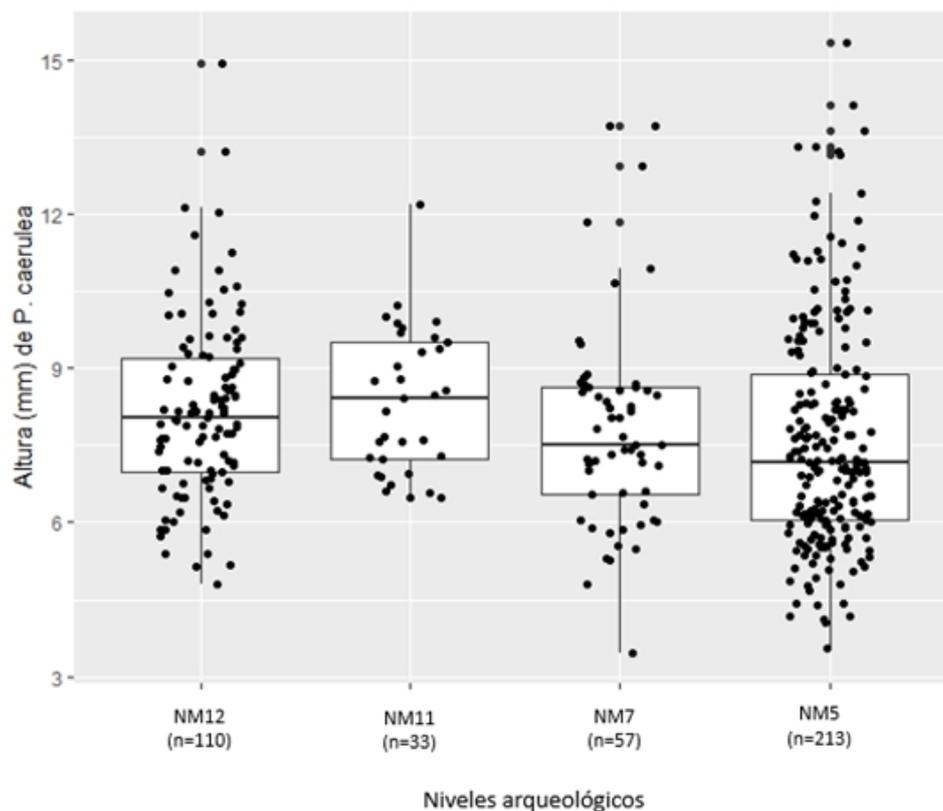


Figura 6.3. Box-Plot donde se señala la variación en la altura de la concha de la especie *Patella caerulea* en los 16 niveles arqueológicos del yacimiento de Nerja, Sala de la Mina.

6.1.2. *Patella ulyssiponensis*

La longitud máxima muestra diferencias en la media, el rango de valores y en la desviación estándar entre los ejemplares de distintos niveles arqueológicos analizados (**Tabla 6.4**). En los niveles inferiores, entre NM16 y NM13, se observa un valor de media entre ca. 25,5 y 30,6 mm, un rango entre ca. 11 y 22,7 mm y una desviación estándar entre 4,60 y 5,98 mm. Esto indica que hay una dispersión de datos reducida en los niveles inferiores, aunque el NM16 muestra una dispersión moderada. En NM15, la dispersión de datos reducida se debe al número reducido de muestras (n=2). En los niveles intermedios, entre NM12 y NM7, se observa un valor de media entre ca. 26 y 29 mm, un rango entre ca. 8,5 y 34 mm y una desviación estándar entre 3,89 y 5,91 mm. Esto indica una dispersión de datos moderada, aunque el conjunto de NM9 muestran una dispersión reducida. En el caso de NM8, la dispersión de datos reducida se debe a la cantidad reducida de muestra (n=4). En los niveles superiores, entre NM6 y NM1, se observa un valor de media entre ca. 24 y 33 mm, un rango entre ca. 7 y 39 mm y una desviación estándar entre 3,11 y 9,22 mm. La dispersión de datos varía en función del nivel, siendo el

NM6, NM3 y NM2 los que muestran una amplia dispersión, mientras que en NM5 y NM1 se observa una dispersión de datos moderada y en NM4 una dispersión reducida, relacionado con el número de muestras (n=5).

Niveles	N	Longitud		
		Media	Rango	DS
1	8	32,69	21,06	5,96
2	12	25,42	24,96	8,00
3	14	27,04	30,73	9,22
4	5	24,21	6,98	3,11
5	211	25,44	39,46	6,12
6	55	26,80	40,73	7,11
7	91	27,21	33,92	5,91
8	4	26,46	8,53	3,89
9	12	26,18	15,87	4,74
10	12	22,63	19,18	5,63
11	59	27,12	25,92	5,81
12	154	29,43	29,09	5,66
13	27	29,31	20,28	4,60
14	23	25,52	22,75	5,10
15	2	30,69	11,1	4,24
16	15	27,67	21,73	5,98

Tabla 6.4. Información estadística descriptiva de la longitud de la concha de ejemplares de la especie *Patella ulyssiponensis* procedentes de los 16 niveles arqueológicos del yacimiento de Nerja, Sala de la Mina.

Por lo tanto, se observa una variabilidad en la longitud máxima de las conchas de *P. ulyssiponensis* por nivel (**Figura 6.4**). La comparación entre los niveles se realiza entre los conjuntos que presentan un número de muestra superior a 25, por consiguiente, estos se reducen a seis de los 16 niveles analizados. El resultado muestra que esta medida aumenta y disminuye de distinta manera conforme se avanza en la secuencia de niveles. De esta manera, entre NM13 y NM12 la media de la longitud de las conchas aumenta 0,12 mm y disminuye 2,31 mm entre NM12 y NM11. Entre NM11 y NM7, nuevamente, la media aumenta 0,09 mm y, tanto entre NM7 y NM6, como entre NM6 y NM5, la media disminuye 0,41 mm y 1,36 mm, respectivamente. Esto significa que el tamaño de las conchas de *P. ulyssiponensis* disminuye 3,99 mm a lo largo de toda la secuencia de niveles, desde los inferiores a los superiores.

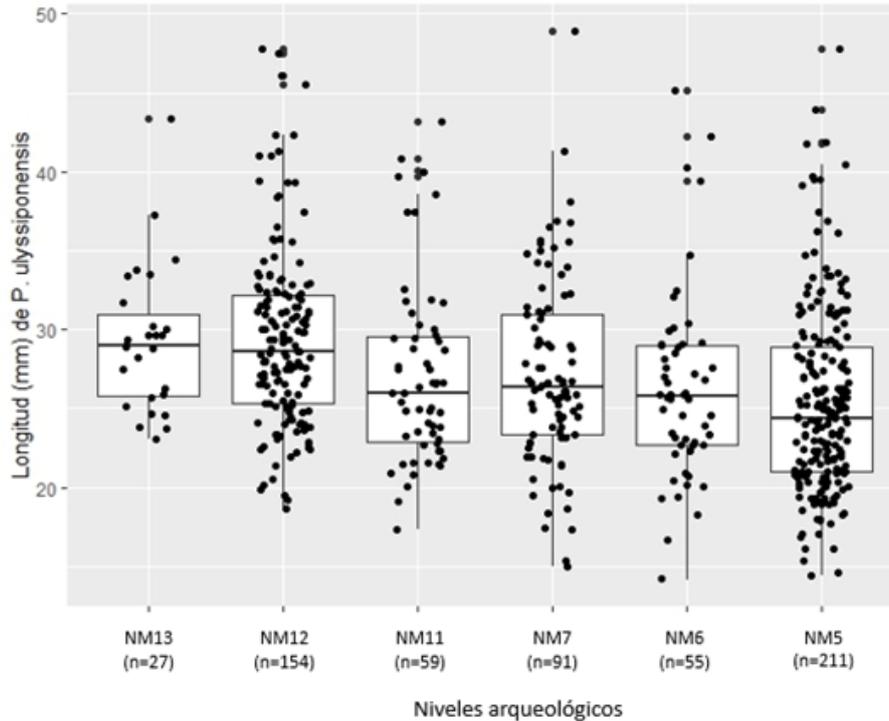


Figura 6.4. Box-Plot en el que se indica la variación en la longitud máxima de la concha de la especie *Patella ulyssiponensis* en los 16 niveles arqueológicos del yacimiento de Nerja, Sala de la Mina.

La anchura muestra diferencias en la media, el rango de valores y en la desviación estándar entre los ejemplares de distintos niveles arqueológicos analizados (**Tabla 6.5**). En los niveles inferiores, entre NM16 y NM13, se observa un valor de media entre ca. 20 y 24 mm, un rango entre ca. 2 y 15 mm y una desviación estándar entre 1,51 y 4,14 mm. En el caso de NM15, la dispersión de datos reducida se debe al número reducido de muestras (n=2). Esto indica que hay una dispersión de datos moderada en los niveles inferiores. En los niveles intermedios, entre NM12 y NM7, se observa un valor de media entre ca. 17 y 23,7 mm, un rango entre ca. 3 y 43,6 mm y una desviación estándar entre 1,64 y 5,69 mm. Esto indica una amplia dispersión de datos, aunque si se analiza por nivel, los conjuntos del NM11, NM10 y NM9 muestran una dispersión moderada, mientras que en NM8 se observa una dispersión de datos reducida, debido a la cantidad reducida de muestra (n=3). En los niveles superiores, entre NM6 y NM1, se observa un valor de media entre ca. 20 y 24 mm, un rango entre ca. 7 y 33 mm y una desviación estándar entre 3,11 y 7,91 mm. La dispersión de datos varía en función del nivel, siendo NM5, NM3 y NM2 los que muestran una amplia dispersión, mientras que en NM6 y NM1 se observa una dispersión de datos moderada y reducida en NM4, causa del número de muestras (n=5).

Niveles	N	Anchura		
		Media	Rango	DS
1	7	24,14	13,64	4,31
2	12	19,82	18,95	6,46
3	12	21,09	25,52	7,91
4	5	24,21	6,98	3,11
5	181	19,94	33,07	4,98
6	46	20,15	24,32	4,52
7	86	21,80	24,46	4,84
8	3	21,84	3,18	1,64
9	11	19,67	13,51	4,00
10	11	17,63	16,47	4,74
11	53	21,21	22,68	4,27
12	134	23,73	43,6	5,69
13	26	24,02	14,11	3,97
14	19	20,20	15,32	3,77
15	2	22,65	2,13	1,51
16	15	23,39	15,15	4,14

Tabla 6.5. Información estadística descriptiva de la anchura de la concha de ejemplares de la especie *Patella ulyssiponensis* procedentes de los 16 niveles arqueológicos del yacimiento de Nerja, Sala de la Mina.

Por lo tanto, se observa una variabilidad en la anchura de las conchas de *P. ulyssiponensis* por nivel (**Figura 6.5**). La comparación entre los niveles se realiza entre los conjuntos que presentan un número de muestra superior a 25, por consiguiente, estos se reducen a seis de los 16 niveles analizados. El resultado muestra que esta medida aumenta y disminuye de distinta manera conforme se avanza en la secuencia de niveles. De esta manera, entre NM13 y NM12, la media de esta medida disminuye 0,29 mm y, entre NM12 y NM11, 2,52 mm. Sin embargo, entre NM11 y NM7, la media aumenta un 0,59 mm. Finalmente, tanto entre NM7 y NM6, como entre NM6 y NM5, la media disminuye 1,65 mm y 0,21 mm, respectivamente. Esto significa que la anchura de las conchas de *P. ulyssiponensis* disminuye 4,46 mm, a lo largo de toda la secuencia de niveles, desde los inferiores a los superiores.

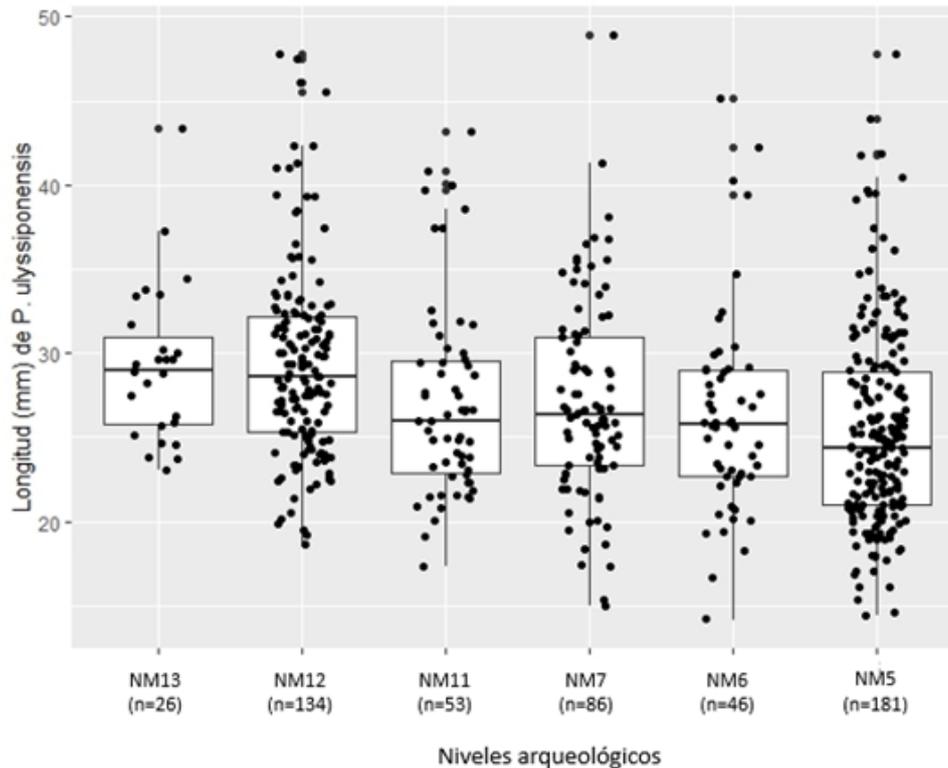


Figura 6.5. Box-Plot en el que se indica la variación en la anchura de la concha de la especie *Patella ulyssiponensis* en los 16 niveles arqueológicos del yacimiento de Nerja, Sala de la Mina.

La medida de la altura, también, muestra diferencias en la media, el rango de valores y en la desviación estándar entre los ejemplares de distintos niveles arqueológicos analizados (**Tabla 6.6**). En los niveles inferiores, entre NM16 y NM13, se observa un valor de media entre ca. 6,8 y 8,6 mm, un rango entre ca. 1 y 9 mm y una desviación estándar entre 0,68 y 2,51 mm, lo que indica una dispersión de datos reducida, aunque en NM16 y NM14 esta dispersión tiende a ser moderada. En el caso de NM15, la dispersión de datos reducida se debe al número reducido de muestras (n=2). En los niveles intermedios, entre NM12 y NM7, se observa un valor de media entre ca. 6 y 8 mm, un rango entre ca. 3 y 11 mm y una desviación estándar entre 1,53 y 2,37 mm. En este caso, la dispersión de datos es moderada en la mayoría de los niveles, a excepción de NM8 que muestra una dispersión reducida, a causa del número de muestras (n=3). En los niveles superiores, entre NM6 y NM1, se observa un valor de media entre ca. 6,2 y 9 mm, un rango entre ca. 3,2 y 15,8 mm y una desviación estándar entre 1,19 y 3,88 mm. La dispersión de datos es heterogénea entre estos niveles. Así, NM5 y NM1 presentan una dispersión moderada, mientras que NM6, NM3 y NM2 muestran una amplia dispersión, y en NM4 una reducida, debido al número de muestras (n=5).

Niveles	N	Altura		
		Media	Rango	DS
1	8	8,94	7,13	2,20
2	11	7,39	8,59	3,05
3	12	7,75	12,13	3,88
4	5	6,29	3,28	1,19
5	182	6,95	10,72	2,23
6	43	6,89	15,8	2,58
7	84	7,15	9,06	1,85
8	3	8,12	2,92	1,53
9	11	6,85	6,51	1,77
10	8	6,17	6,4	2,34
11	55	7,09	9,94	2,05
12	136	8,03	11,27	2,37
13	24	7,73	5,54	1,33
14	20	6,86	8,92	2,14
15	2	8,67	0,96	0,68
16	14	7,95	7,76	2,51

Tabla 6.6. Información estadística descriptiva de la altura de la concha de ejemplares de la especie *Patella ulyssiponensis* procedentes de los 16 niveles arqueológicos del yacimiento de Nerja, Sala de la Mina.

Por lo tanto, se observa una variabilidad en la altura de las conchas de *P. ulyssiponensis* por nivel (**Figura 6.6**). La comparación entre los niveles se realiza entre los conjuntos que presentan un número de muestra superior a 25, por consiguiente, estos se reducen a seis de los 16 niveles analizados. El resultado muestra que esta medida aumenta y disminuye de distinta manera conforme se avanza en la secuencia de niveles. De esta manera, entre NM13 y NM12 la media de esta medida aumenta 0,3 mm, mientras que, entre NM12 y NM11, disminuye 0,94 mm. Igualmente, entre NM11 y NM7, la media aumenta un 0,06 mm y, entre NM7 y NM6, la media disminuye 0,26 mm. Finalmente, entre NM6 y NM5, la media de la altura aumenta 0,06 mm. Esto significa que la altura de las conchas de *P. ulyssiponensis* disminuye 1,08 mm, a lo largo de toda la secuencia de niveles, desde los inferiores a los superiores.

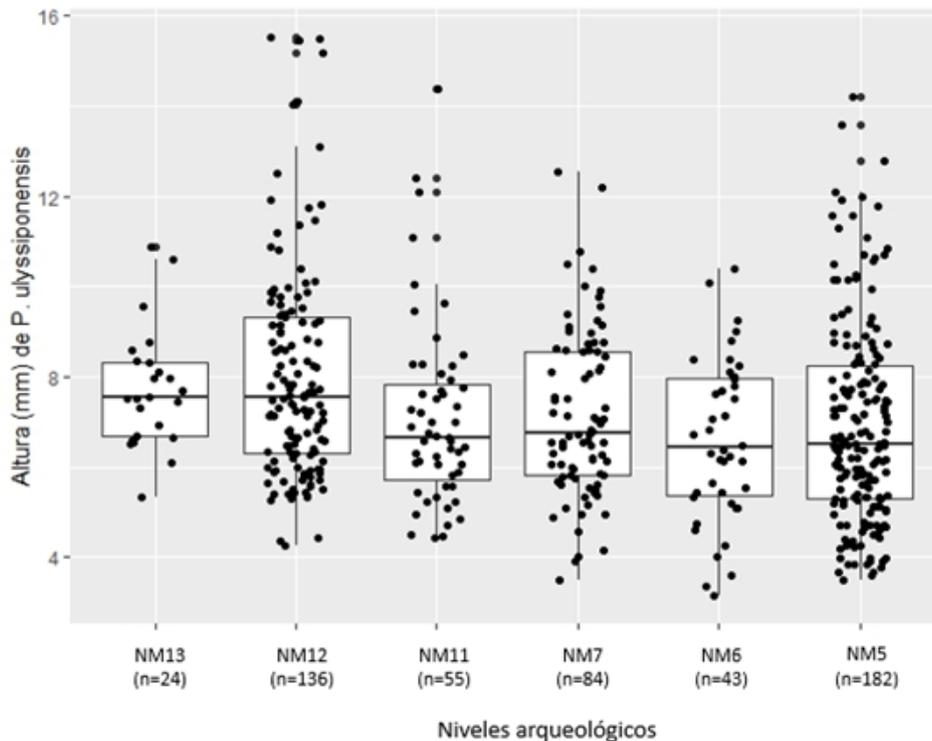


Figura 6.6. Box-Plot en el que se señala la variación en la altura de la concha de la especie *Patella ulyssiponensis* en los 16 niveles arqueológicos del yacimiento de Nerja, Sala de la Mina.

6.2. La longitud máxima representativa del tamaño promedio de la concha: correlación entre la longitud máxima y la anchura de las conchas de *P. caerulea* y *P. ulyssiponensis*.

En el contraste estadístico, para verificar si los cambios en las variables biométricas (longitud, anchura y altura) observadas son significativos, precisa de un mínimo en el número de muestras, en este caso, >30 medidas. En este sentido, el modo de despegar la lapa de la roca al recogerla y los procesos tafonómicos que afectan a los restos recuperados ocasiona que no todas las conchas conserven las tres medidas requeridas. Por tanto, se evalúa la posibilidad de utilizar una sola variable métrica y así poder incluir mayor número de muestras al análisis estadístico. Para ello, se ha utilizado el coeficiente R de Spearman que muestra la correlación entre las variables de longitud y anchura de la concha. A continuación, se describen los resultados obtenidos para cada especie, empezando, con *P. caerulea*, y, siguiendo, con *P. ulyssiponensis*, entre los distintos niveles arqueológicos estudiados en la Sala de la Mina de la cueva de Nerja.

6.2.1. *Patella caerulea*

Los resultados del coeficiente de correlación de Spearman ($R_s=0,976$) confirman que existe una fuerte correlación entre las variables de longitud y anchura de la concha en los ejemplares de la especie *P. caerulea* en todos los niveles estudiados de Nerja-Mina (**Figura 6.7**). En consecuencia, es posible realizar el estudio del cambio de tamaño de la concha en base a la longitud máxima sin perder precisión en los resultados.

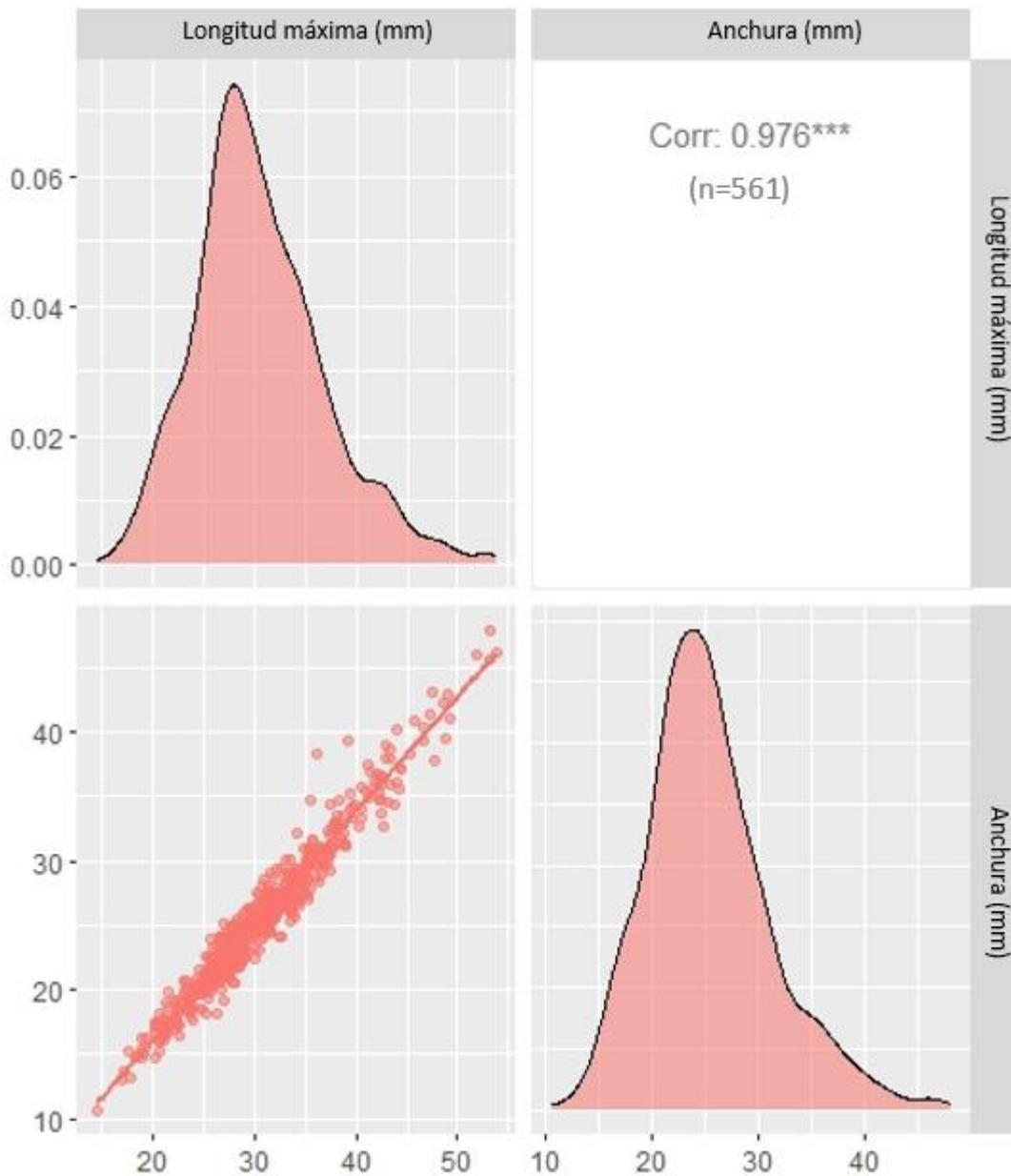


Figura 6.7. Correlación entre la longitud máxima y la anchura de la concha de la especie *P. caerulea* de los 16 niveles de la cueva de Nerja (Sala de la Mina).

6.2.2. *Patella ulyssiponensis*

Los resultados del coeficiente de correlación de Spearman ($R_s=0,961$) confirman que existe una fuerte correlación entre las variables de longitud y anchura de la concha en los ejemplares de la especie *P. ulyssiponensis* en todos los niveles estudiados (**Figura 6.8**). En consecuencia, es posible realizar el estudio del cambio de tamaño de la concha en base a la longitud máxima sin perder precisión en los resultados.

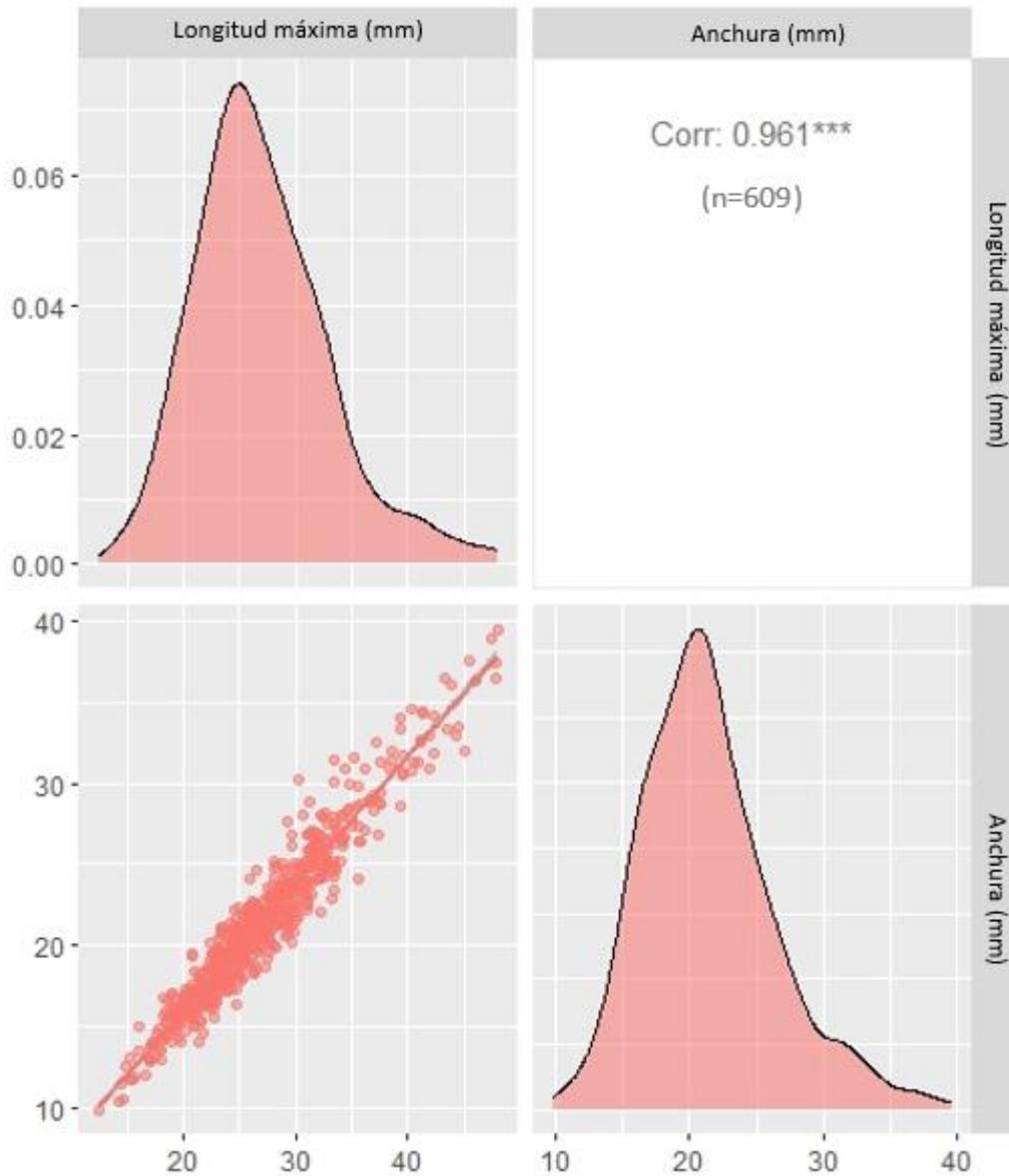


Figura 6.8. Correlación entre la longitud máxima y la anchura de la concha de la especie *P. ulyssiponensis* de los 16 niveles de la cueva de Nerja (Sala de la Mina).

6.3. Diferencias en la longitud máxima de las conchas de las especies *P. caerulea* y *P. ulysiponensis* entre los periodos estudiados de la cueva de Nerja-Mina.

6.3.1. Patella caerulea

El contraste entre los periodos cronológicos estudiados se lleva a cabo mediante la prueba no-paramétrica de Kruskal-Wallis, debido a la diferencia en el número de muestras que presentan los distintos periodos entre sí. El resultado muestra, con un p -valor inferior a 0,0001, que existen diferencias significativas en la longitud máxima de la concha por nivel (**Figura 6.9**). Por lo tanto, se procede a aplicar la prueba de comparación de Dunn, con el ajuste metodológico de Bonferroni, para determinar cuáles son los períodos que muestran dicha diferencia significativa. El resultado indica que la diferencia se da entre los ejemplares del Mesolítico y del Neolítico antiguo final. A pesar de que el cambio significativo acontece en el último periodo, los datos muestran que la longitud de las conchas tiende a disminuir conforme avanzamos hacia el Neolítico, a excepción del último periodo en el que el tamaño aumenta. Por tanto, se verifica un descenso en el tamaño de la población de *Patella caerulea* entre el Mesolítico y el Neolítico. Además, la variabilidad en el tamaño es diferente entre los periodos. En el Paleolítico superior final, la longitud máxima de las conchas presenta mayor homogeneidad que en el resto, y es más heterogénea conforme se avanza hacia el Neolítico. Esto indica que la selección de tamaño es más restringida durante el Paleolítico superior final que durante el Neolítico.

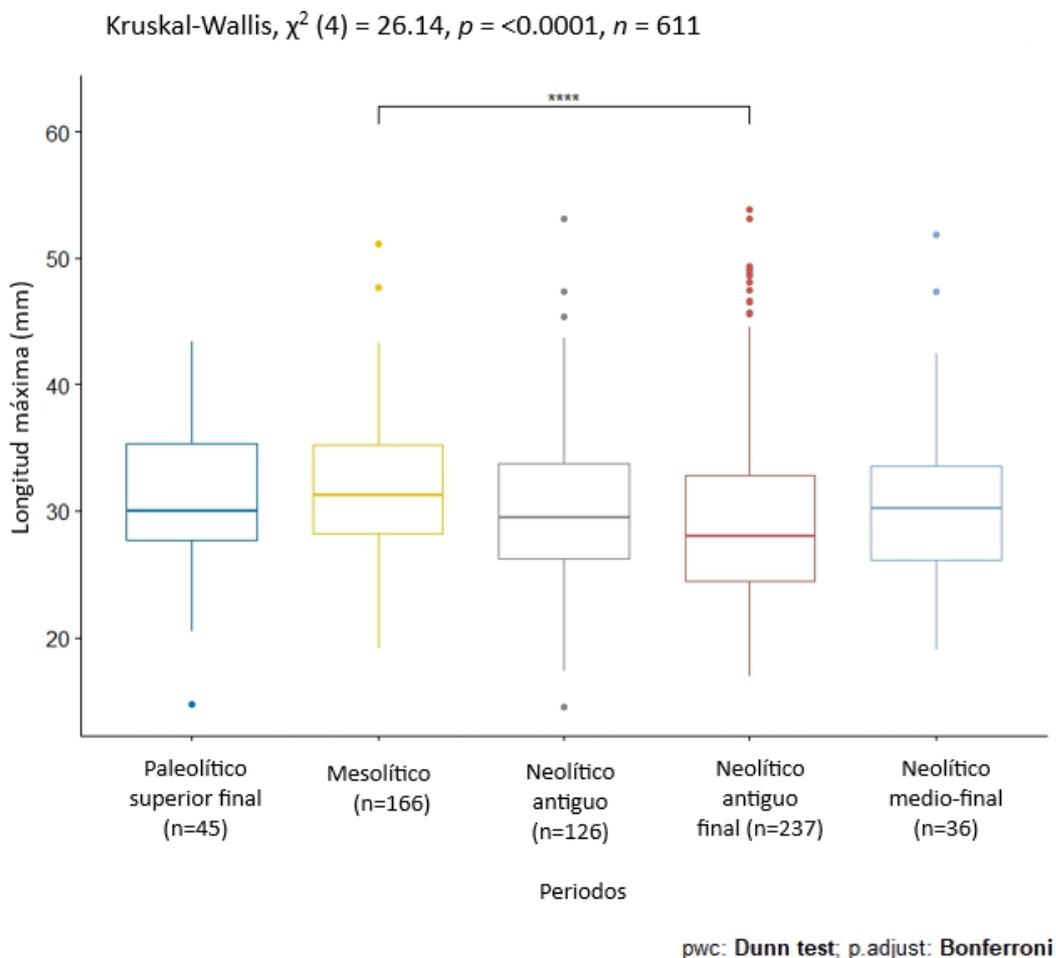


Figura 6.9. Box-Plot en el que se indica la diferencia en la longitud máxima de la concha de la especie *Patella caerulea* en base a los periodos cronológicos documentados en la cueva de Nerja (Sala de la Mina).

6.3.2. *Patella ulyssiponensis*

El contraste entre los periodos cronológicos estudiados se lleva a cabo mediante la prueba no-paramétrica de Kruskal-Wallis, debido a la diferencia en el número de muestras que presentan los distintos periodos entre sí. El resultado muestra, con un p -valor inferior a 0,0001, que existen diferencias significativas en la longitud máxima de la concha por nivel (**Figura 6.10**). Por lo tanto, se procede a aplicar la prueba de comparación de Dunn, con el ajuste metodológico de Bonferroni, para determinar cuáles son los períodos que muestran dicha diferencia significativa. El resultado indica que existen diferencias entre los ejemplares de distintos periodos. Entre el Paleolítico superior final y el Neolítico antiguo final se observan diferencias significativas en el tamaño de las conchas. Entre el periodo Mesolítico y el Neolítico antiguo, también se observan diferencias significativas en el tamaño, en este caso, más marcadas que entre los

periodos anteriores. Finalmente, con un p -valor inferior a 0.001, la mayor diferencia en el tamaño de las conchas se identifica entre las del Mesolítico y las del Neolítico antiguo final. En este caso, los datos, también, muestran que la longitud de las conchas tiende a disminuir conforme el periodo cronológico avanza hacia el Neolítico, excepto en el periodo Neolítico medio-final, en el que aumenta. Por tanto, se verifica una disminución en el tamaño de la población de *P. ulysiponensis* entre el Paleolítico superior final y el Neolítico, y, de manera más marcada, entre el Mesolítico y el Neolítico. En este caso, no hay indicios en la variabilidad de esta medida con los que poder afirmar que existe una selección concreta en el tamaño de los ejemplares.

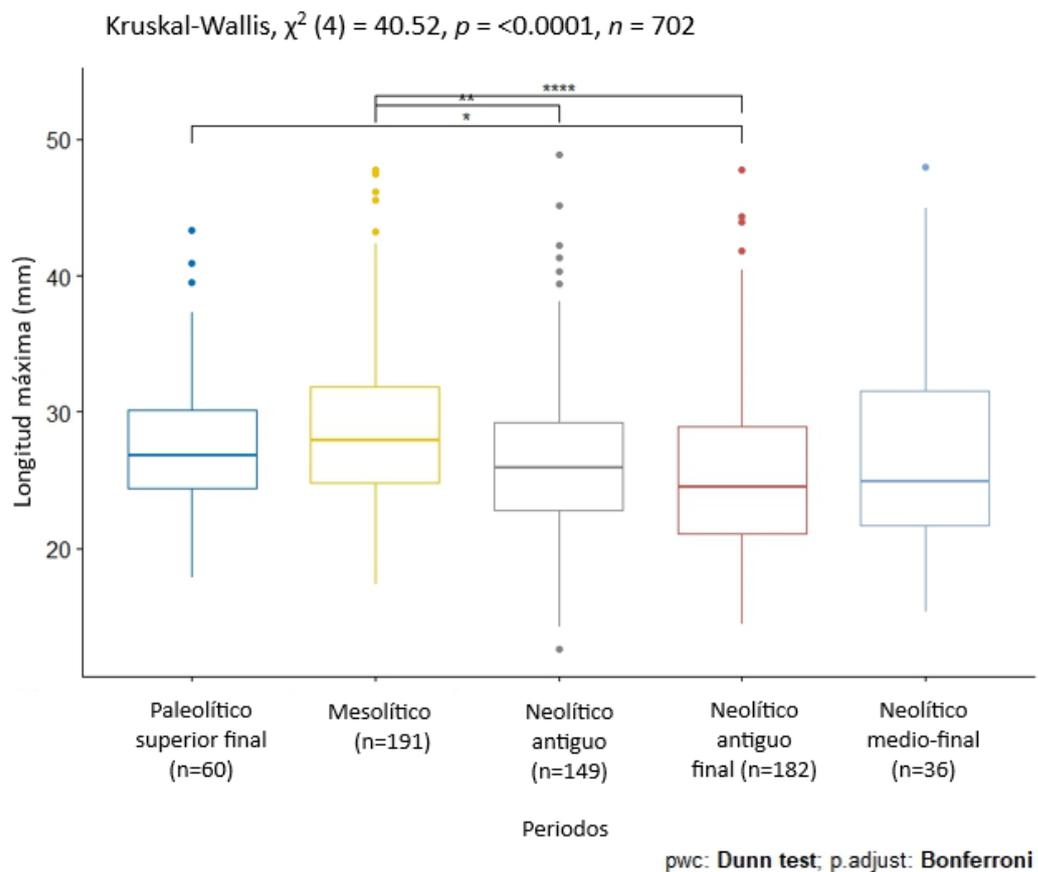


Figura 6.10. Box-Plot en el que se señala la diferencia en la longitud máxima de la concha de la especie *Patella caerulea* en base a los periodos cronológicos analizados en la cueva de Nerja (Sala de la Mina).

6.4. Variación de las medidas de longitud máxima, anchura y altura de la concha de las especies *P. caerulea*, *P. ulyssiponensis* y *P. rustica* del abrigo de Zacatín (Granada) por fases.

Con el objetivo de identificar si existen diferencias significativas en el tamaño promedio de los conjuntos de conchas entre los periodos estudiados (Mesolítico y Neolítico) en el abrigo de Zacatín, se ha realizado el análisis estadístico de los datos biométricos de 447 ejemplares de la especie *Patella caerulea*, 382 de *Patella ulyssiponensis* y 541 de *Patella rustica*. Estas medidas biométricas corresponden a la longitud máxima, la anchura y la altura de la concha. A continuación, se describen los resultados de las tres medidas biométricas tomadas en las tres especies del género *Patella*, en el siguiente orden: la especie *P. caerulea*, *P. ulyssiponensis* y *P. rustica*.

6.4.1. *Patella caerulea*

La longitud máxima muestra diferencias en la media, el rango y en la desviación estándar entre los ejemplares de las distintas fases analizadas (**Tabla 6.7**). En la fase 1, se observa una media de 27,75 mm, un rango de 28,71 mm y una desviación estándar de 6,15 mm, lo que indica una distribución de datos amplia. En cambio, las fases 2 y 3, con una media de 27,51 y 26,76 mm, un rango de 27,22 y 26,43 mm y una desviación estándar de 5,07 y 5,09 mm, respectivamente, presentan una distribución de datos reducida. Por lo tanto, el conjunto de las lapas de la fase 1 presenta mayor dispersión de datos que en los conjuntos de las fases 2 y 3. Esto indica que los ejemplares de la fase 1 presentan mayor variabilidad en el tamaño de la concha en comparación a los de las fases 2 y 3, que presentan mayor homogeneidad entre ellas.

Fases	N	Longitud		
		Media	Rango	DS
1	113	27,75	28,71	6,15
2	189	27,51	27,22	5,07
3	105	26,76	26,43	5,09

Tabla 6.7. Información estadística descriptiva de la longitud de la concha de ejemplares de la especie *Patella caerulea* procedentes de las tres fases del abrigo de Zacatín.

Por lo tanto, se observa una variabilidad en la longitud máxima de las conchas de *P. caerulea* por nivel (**Figura 6.11**). A pesar de que no se observan cambios marcados a lo largo de la secuencia, existe una disminución en la longitud máxima de las conchas conforme avanzan las

fases. Entre las fases 1 y 2 la longitud de la concha disminuye ca. 0,2 mm. Entre las fases 2 y 3, esta medida disminuye ca. 0,75 mm. Esto nos indica que existe mayor cambio en la longitud de las lapas de la fase 2 respecto a la fase 3 que entre las fases 1 y 2.

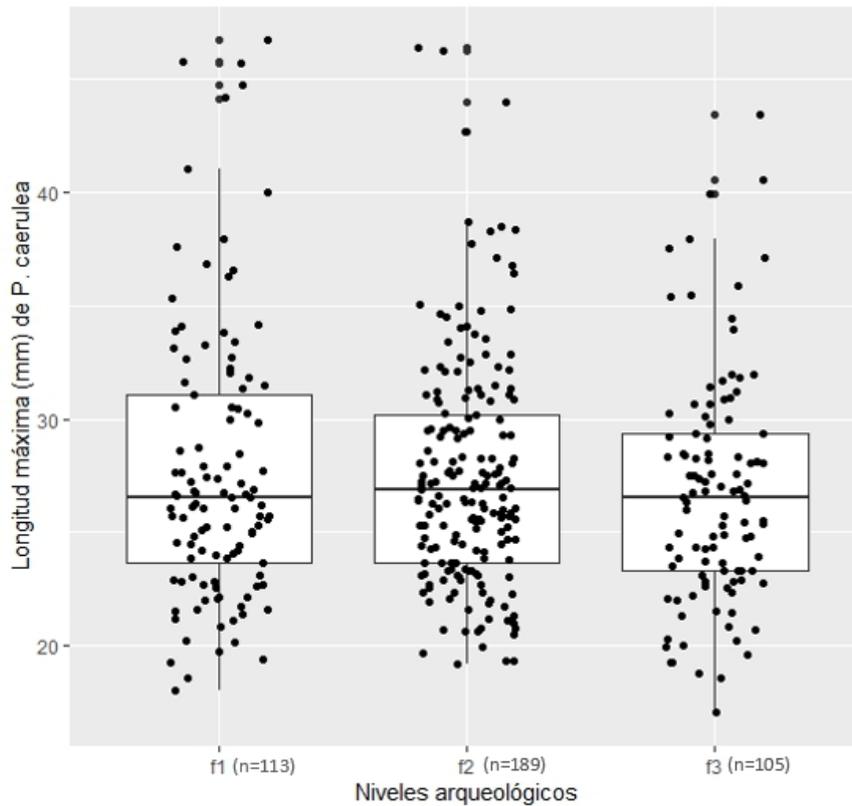


Figura 6.11. Box-Plot en el que se señala la variación en la longitud máxima de la concha de la especie *Patella caerulea* en las tres fases del abrigo de Zacatín.

La anchura también muestra diferencias en la media, el rango de valores y en la desviación estándar entre los ejemplares de las distintas fases analizadas (**Tabla 6.8**). En la fase 1 se observa una media de 22,4 mm, un rango de 24,16 mm y una desviación estándar de 5,31 mm, lo que indica una distribución de datos amplia. En cambio, la fase 2 y 3, con una media de 21,98 y 22,11 mm, un rango de 26,77 y 23,44 mm y una desviación estándar de 4,46 y 4,76 mm, respectivamente, presentan una distribución de datos reducida. Por lo tanto, el conjunto de las lapas de la fase 1 poseen mayor dispersión de datos que las de la fase 2 y 3. Esto indica que los ejemplares de la fase 1 presentan mayor variabilidad en la anchura de la concha en comparación a los ejemplares de las fases 2 y 3, que tienen mayor homogeneidad entre ellas.

Fases	N	Anchura		
		Media	Rango	DS
1	123	22,4	24,16	5,31
2	207	21,98	26,77	4,46
3	110	22,11	23,44	4,76

Tabla 6.8. Información estadística descriptiva de la anchura de la concha de ejemplares de la especie *Patella caerulea* procedentes de las tres fases del abrigo de Zacatín.

Por lo tanto, se advierte una variabilidad en la anchura de las conchas de *P. caerulea* por nivel (**Figura 6.12**). A pesar de que no se observan cambios marcados a lo largo de la secuencia, existe una disminución en la longitud máxima de las conchas conforme avanzan las fases. Entre las fases 1 y 2 la longitud de la concha disminuye ca. 0,4 mm. Entre las fases 2 y 3, esta medida disminuye ca. 0,1 mm. Esto nos indica que existe mayor cambio en la anchura de las lapas de la fase 1 respecto a la fase 2, que entre las fases 2 y 3.

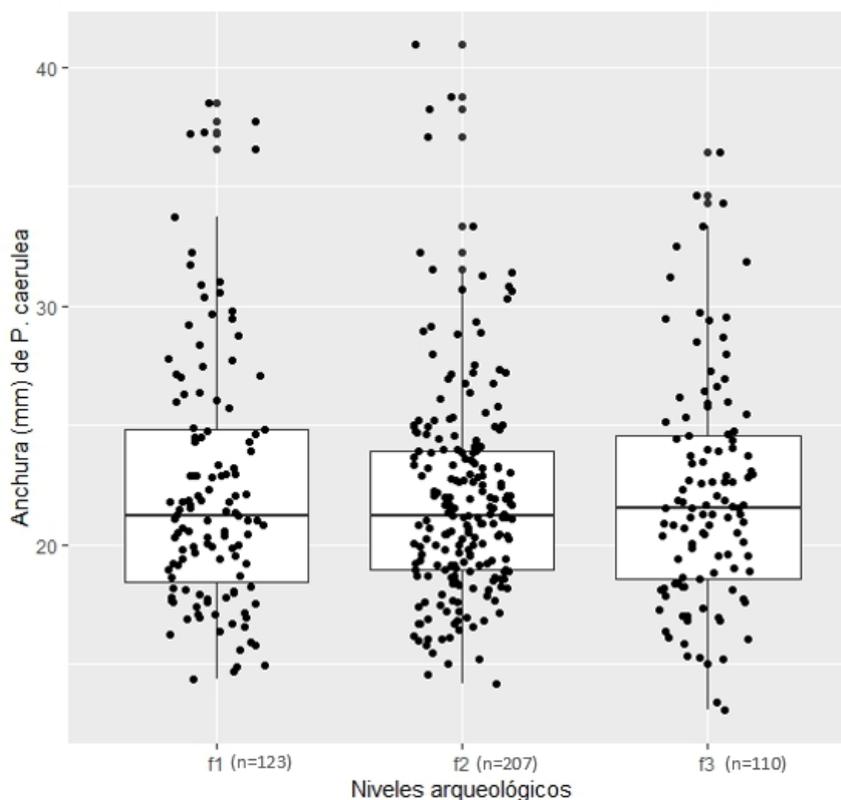


Figura 6.12. Box-Plot en el que se indica una variación en la anchura de la concha de la especie *Patella caerulea* en las tres fases del abrigo de Zacatín.

La altura también muestra diferencias en la media, el rango y en la desviación estándar entre los ejemplares de las distintas fases analizadas (**Tabla 6.9**). En la fase 1 se observa una media de 7,48 mm, un rango de 12,81 mm y una desviación estándar de 2,02 mm, lo que indica una

distribución de datos amplia. En cambio, la fase 2 y 3, con una media de 7,22 y 7,43 mm, un rango de 11,19 y 8,37 mm y una desviación estándar de 1,65 y 1,91 mm, respectivamente, presentan una distribución de datos reducida. Por lo tanto, el conjunto de las lapas de la fase 1 presenta mayor dispersión de datos que en los conjuntos de las fases 2 y 3. Esto indica que los ejemplares de la fase 1 presentan mayor variabilidad en la altura de la concha en comparación a los de las fases 2 y 3, que presentan mayor homogeneidad entre ellas.

Fases	N	Altura		
		Media	Rango	DS
1	126	7,48	12,81	2,02
2	207	7,22	11,19	1,65
3	114	7,43	8,37	1,91

Tabla 6.9. Información estadística descriptiva de la altura de la concha de ejemplares de la especie *Patella caerulea* procedentes de las tres fases del abrigo de Zacatín.

Por lo tanto, se observa una variabilidad en la altura de las conchas de *P. caerulea* por nivel (**Figura 6.13**). A pesar de que no se advierten cambios marcados a lo largo de la secuencia, existe una disminución en la longitud máxima de las conchas conforme avanzan las fases. Entre las fases 1 y 2 la longitud de la concha disminuye un 0,26 mm. Entre las fases 2 y 3 esta medida disminuye 0,21 mm. Esto nos indica que, aunque existe variabilidad en la altura entre todas las fases, el cambio se sitúa, en especial, en las conchas de la fase 2 respecto a las fases 1 y 3, en vez de entre las fases 1 y 3.

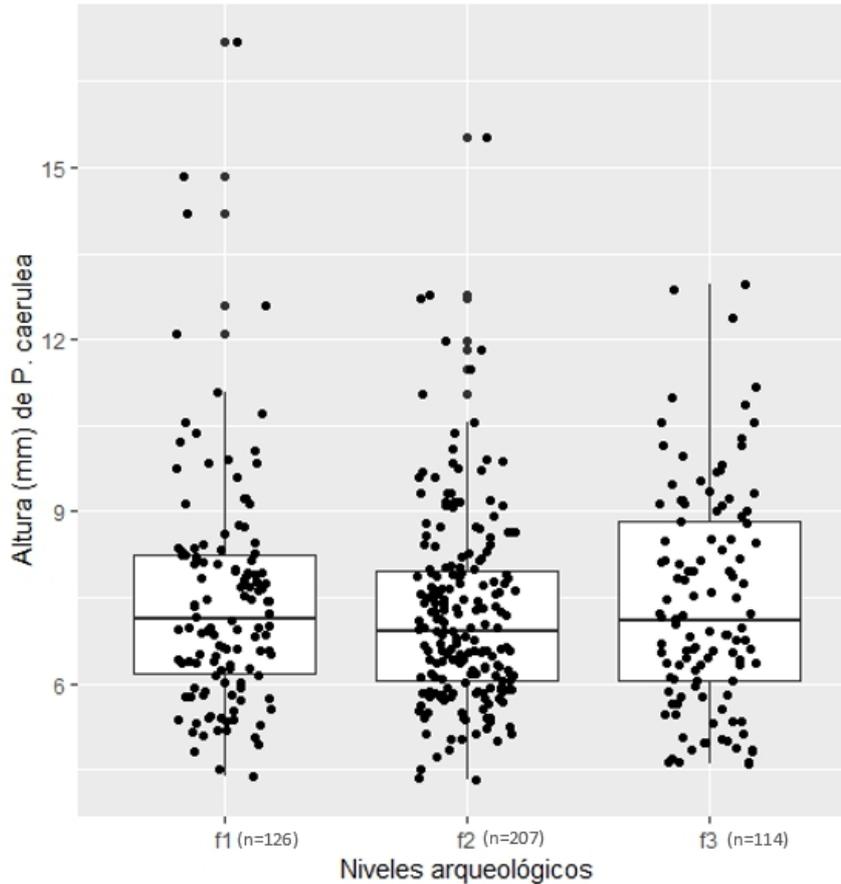


Figura 6.13. Box-Plot en el que se señala la variación en la altura de la concha de la especie *Patella caerulea* en las tres fases del abrigo de Zacatín.

6.4.2. *Patella ulyssiponensis*

La longitud máxima muestra diferencias en la media, el rango de valores y en la desviación estándar entre los ejemplares de las distintas fases analizadas (**Tabla 6.10.**). En la fase 1, se observa una media de 26,18 mm, un rango de 27,33 mm y una desviación estándar de 5,35 mm, lo que indica una distribución de datos moderada. En la fase 2, se observa una media de 25,46 mm, un rango de 27,5 mm y una desviación estándar de 4,94 mm, lo que indica una distribución de datos reducida. Sin embargo, en la fase 3, se observa una media de 26,15 mm, un rango de 25,13 mm y una desviación estándar de 5,82 mm, con una amplia distribución de datos. En este caso, el conjunto de las lapas de la fase 3 es el que presenta mayor dispersión de datos en comparación al resto de fases. Por lo tanto, el tamaño de la concha de esta especie presenta más variabilidad en la fase 3 y más homogeneidad en la fase 2.

Fases	N	Longitud		
		Media	Rango	DS
1	166	26,18	27,33	5,35
2	156	25,46	27,5	4,94
3	60	26,15	25,13	5,82

Tabla 6.10. Información estadística descriptiva de la longitud de la concha de ejemplares de la especie *Patella ulyssiponensis* procedentes de las tres fases del abrigo de Zacatín.

De esta forma, se observa una variabilidad en la longitud máxima de las conchas de *P. ulyssiponensis* por nivel (**Figura 6.14**). A pesar de que no se advierten cambios marcados a lo largo de la secuencia, existe una disminución en la longitud máxima de las conchas conforme avanzan las fases. Entre las fases 1 y 2 la longitud de la concha disminuye 0,72 mm. Entre las fases 2 y 3 esta medida disminuye 0,69 mm. Esto nos indica que, aunque existe variabilidad en la longitud máxima entre todas las fases, el cambio se sitúa, en especial, en las conchas de la fase 2 respecto a las fases 1 y 3, en vez de entre las fases 1 y 3.

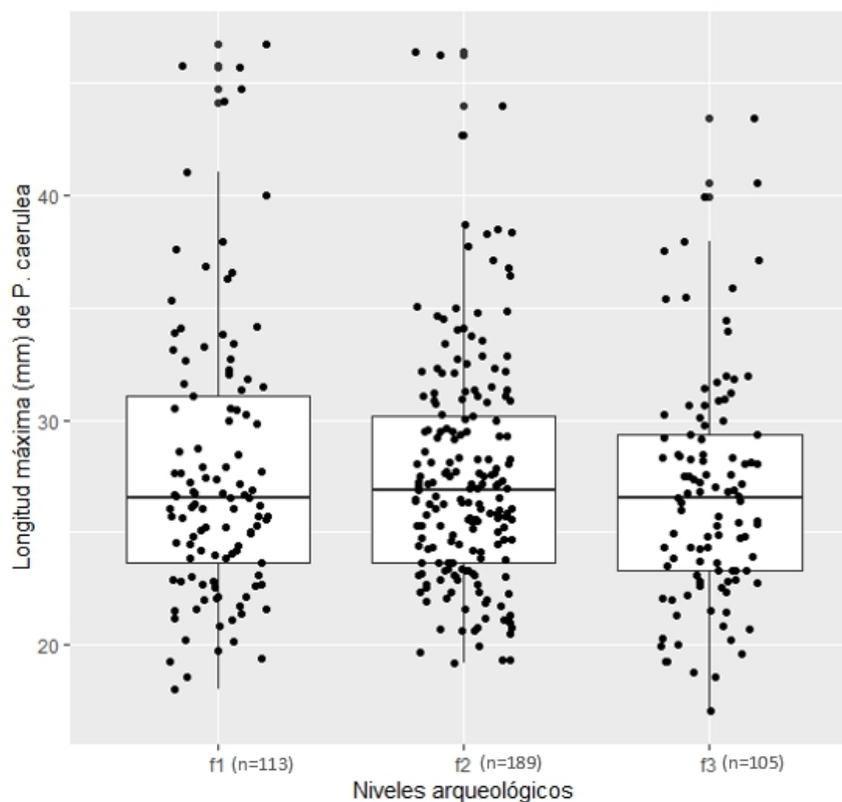


Figura 6.14. Box-Plot en el que se señala Variación en la longitud máxima de la concha de la especie *Patella ulyssiponensis* en las tres fases del abrigo de Zacatín.

La anchura también muestra diferencias en la media, el rango de valores y en la desviación estándar entre los ejemplares de las distintas fases analizadas (**Tabla 6.11**). En la fase 1 se

observa una media de 20,13 mm, un rango de 20,12 mm y una desviación estándar de 4,08 mm, lo que indica una distribución de datos moderada. En la fase 2, se observa una media de 19,65 mm, un rango de 22,39 mm y una desviación estándar de 3,89 mm, lo que indica una distribución de datos reducida. En la fase 3, se observa una media de 20,27 mm, un rango de 23,87 mm y una desviación estándar de 4,8 mm, con una amplia distribución de datos. En este caso, el conjunto de las lapas de la fase 3 es el que presenta mayor dispersión de datos en comparación al resto de fases. Por lo tanto, la anchura de la concha de esta especie presenta más variabilidad en la fase 3 y más homogeneidad en la fase 2.

Fases	N	Anchura		
		Media	Rango	DS
1	194	20,13	20,12	4,08
2	169	19,65	22,39	3,89
3	70	20,27	23,87	4,8

Tabla 6.11. Información estadística descriptiva de la anchura de la concha de ejemplares de la especie *Patella ulyssiponensis* procedentes de las tres fases del abrigo de Zacatín.

Así, se advierte una variabilidad en la anchura de las conchas de *P. ulyssiponensis* por nivel (**Figura 6.15**). A pesar de que no se observan cambios marcados a lo largo de la secuencia, existe un leve aumento en la anchura de las conchas conforme avanzan las fases. Entre las fases 1 y 2, esta medida disminuye un 0,48 mm. Entre las fases 2 y 3, esta medida aumenta un 0,62 mm. Esto nos indica que, aunque existe variabilidad en la anchura entre todas las fases, el cambio se sitúa, en especial, en las conchas de la fase 2 respecto a las fases 1 y 3, en vez de entre las fases 1 y 3.

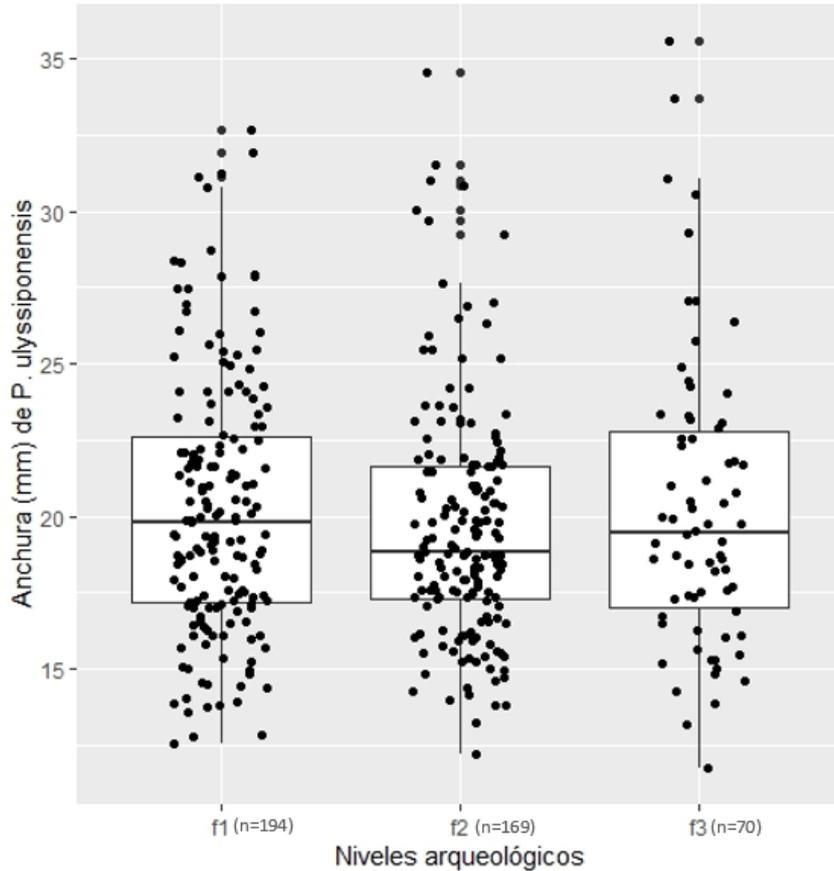


Figura 6.15. Box-Plot en el que se muestra la variación en la anchura de la concha de la especie *Patella ulyssiponensis* en las tres fases del abrigo de Zacatín.

La altura también muestra diferencias en la media, el rango de valores y en la desviación estándar entre los ejemplares de las distintas fases analizadas (**Tabla 6.12**). En la fase 1 se observa una media de 7,19 mm, un rango de valores de 10,62 mm y una desviación estándar de 1,92 mm, lo que indica una distribución de datos moderada. En la fase 2, se observa una media de 6,99 mm, un rango de 9,48 mm y una desviación estándar de 1,74 mm, lo que indica una distribución de datos reducida. En la fase 3 se observa una media de 7,39 mm, un rango de valores de 10,34 mm y una desviación estándar de 2,2 mm, con una amplia distribución de datos. En este caso, el conjunto de las capas de la fase 3 es el que presenta mayor dispersión de datos en comparación al resto de fases. Por lo tanto, la altura de la concha de esta especie presenta más variabilidad en la fase 3 y más homogeneidad en la fase 2.

Fases	N	Altura		
		Media	Rango	DS
1	176	7,19	10,62	1,92
2	177	6,99	9,48	1,74
3	71	7,39	10,34	2,2

Tabla 6.12. Información estadística descriptiva de la altura de la concha de ejemplares de la especie *Patella ulyssiponensis* procedentes de las tres fases del abrigo de Zacatín.

De esta forma, se advierte una variabilidad en la altura de las conchas de *P. ulyssiponensis* por nivel (**Figura 6.16**). A pesar de que no se observan cambios marcados a lo largo de la secuencia, existe un leve aumento en la altura de las conchas conforme avanzan las fases. Entre las fases 1 y 2, esta medida disminuye 0,2 mm. Entre las fases 2 y 3, aumenta 0,4 mm. Esto nos indica que, aunque existe variabilidad en la altura entre todas las fases, el cambio se sitúa, en especial, en las conchas de la fase 2 respecto a las fases 1 y 3, en vez de entre las fases 1 y 3.

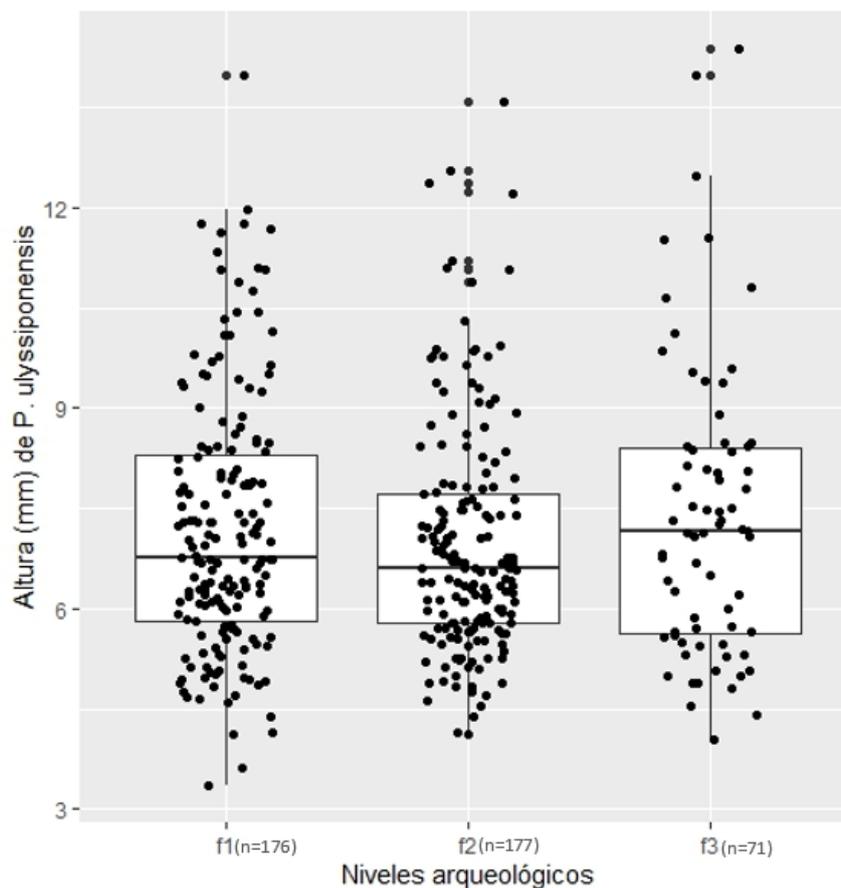


Figura 6.16. Box-Plot en el que se indica la variación en la altura de la concha de la especie *Patella ulyssiponensis* en las tres fases del abrigo de Zacatín.

6.4.3. *Patella rustica*

La longitud máxima muestra diferencias en la media, el rango de valores y en la desviación estándar entre los ejemplares de las distintas fases analizadas (**Tabla 6.13**). En la fase 1, se observa una media de 23,74 mm, un rango de 18,69 mm y una desviación estándar de 3,49 mm,

lo que indica una distribución de datos moderada. En la fase 2, se advierte una media de 23,73 mm, un rango de 24,15 mm y una desviación estándar de 4,64 mm, lo que indica una distribución de datos reducida. En la fase 3, se observa una media de 24 mm, un rango de valores de 21,77 mm y una desviación estándar de 4,39 mm, con una amplia distribución de datos. En este caso, el conjunto de las lapas de la fase 2 es el que presenta mayor dispersión de datos en comparación al resto de fases. Por lo tanto, el tamaño de la concha de esta especie presenta más variabilidad en la fase 2 y más homogeneidad en la fase 1.

Fases	N	Longitud		
		Media	Rango	DS
1	167	23,74	18,69	3,49
2	247	23,73	24,15	4,64
3	127	24	21,77	4,39

Tabla 6.13. Información estadística descriptiva de la longitud de la concha de ejemplares de la especie *Patella rustica* procedentes de las tres fases del abrigo de Zacatín.

Por lo tanto, se observa una variabilidad en la longitud máxima de las conchas de *P. rustica* por nivel (**Figura 6.17**). A pesar de que no se advierten cambios marcados a lo largo de la secuencia, existe un leve aumento en la longitud de las conchas conforme avanzan las fases. Entre las fases 1 y 2, esta medida apenas disminuye, tan solo 0,01 mm. Entre las fases 2 y 3, aumenta ca. 0,3 mm. Esto nos indica que el cambio en la longitud existe, únicamente, entre las fases 2 y 3.

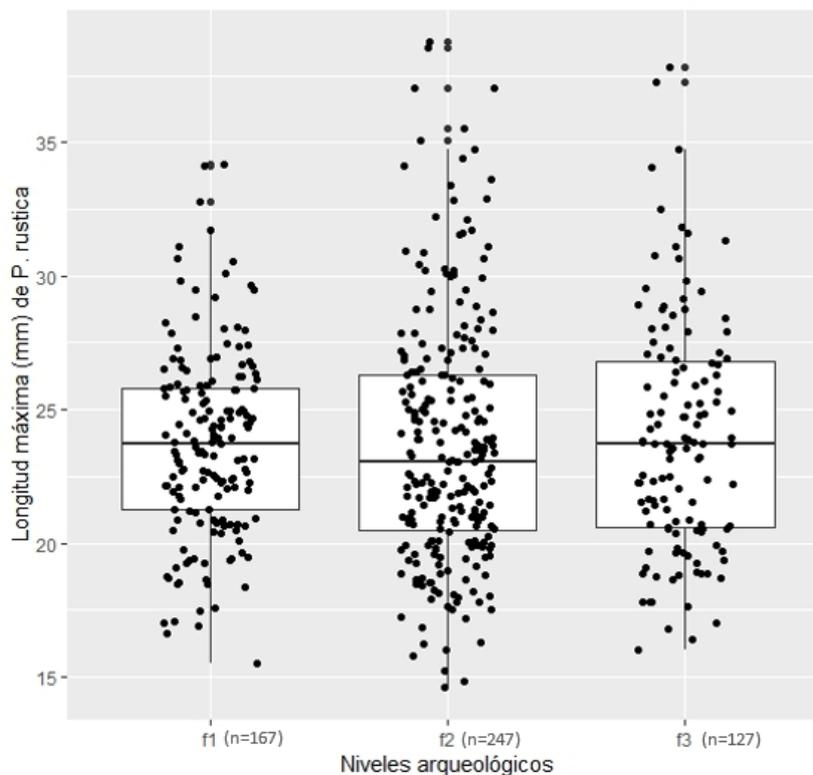


Figura 6.17. Box-Plot en el que se señala la variación en la longitud máxima de la concha de la especie *Patella rustica* en las tres fases del abrigo de Zacatín.

La anchura también muestra diferencias en la media, el rango de valores y en la desviación estándar entre los ejemplares de las distintas fases analizadas (**Tabla 6.14**). En la fase 1 se observa una media de 19,14 mm, un rango de 19,36 mm y una desviación estándar de 3,07 mm, lo que indica una distribución de datos moderada. En la fase 2, se señala una media de 19,17 mm, un rango de 28,12 mm y una desviación estándar de 4,2 mm, lo que indica una distribución de datos reducida. En la fase 3, se observa una media de 18,97 mm, un rango de 23,22 mm y una desviación estándar de 3,71 mm, con una amplia distribución de datos. En este caso, el conjunto de las lapas de la fase 2 es el que presenta mayor dispersión de datos en comparación al resto de fases. Por lo tanto, la anchura de la concha de esta especie presenta más variabilidad en la fase 2 y más homogeneidad en la fase 1.

Fases	N	Anchura		
		Media	Rango	DS
1	194	19,14	19,36	3,07
2	271	19,17	28,12	4,2
3	137	18,97	23,22	3,71

Tabla 6.14. Información estadística descriptiva de la anchura de la concha de ejemplares de la especie *Patella rustica* procedentes de las tres fases del abrigo de Zacatín.

Por lo tanto se observa una variabilidad en la anchura de las conchas de *P. rustica* por nivel (**Figura 6.18**). A pesar de que no se advierten cambios marcados a lo largo de la secuencia, existe una leve disminución en la longitud de las conchas conforme avanzan las fases. Entre las fases 1 y 2 esta medida apenas aumenta tan solo 0,03 mm. Entre las fases 2 y 3, aumenta ca. 0,2 mm. Esto nos indica que el cambio en la medida de anchura existe, únicamente, entre las fases 2 y 3.

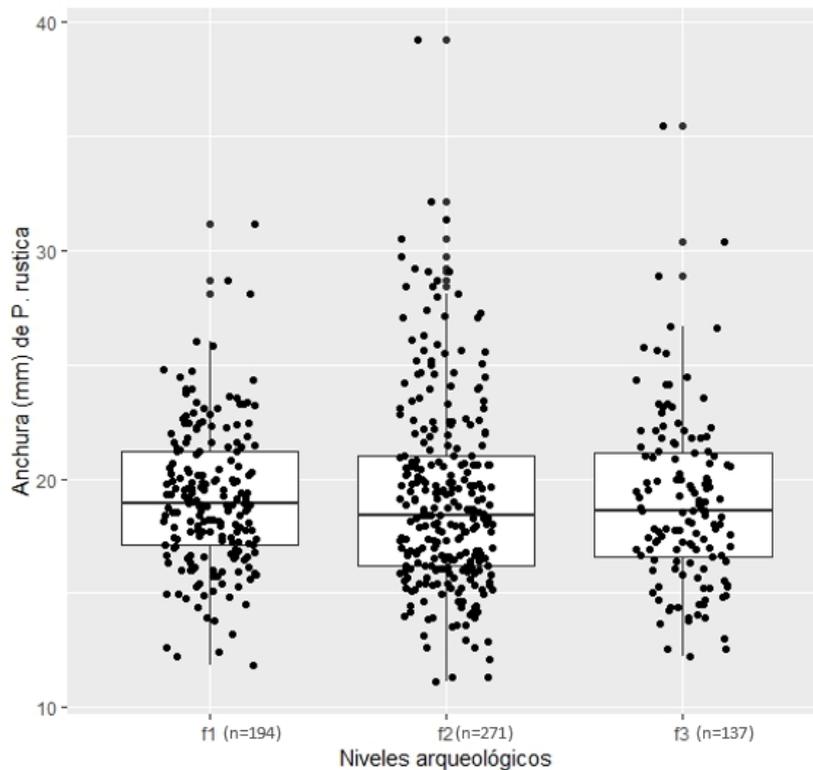


Figura 6.18. Box-Plot en el que se indica la variación en la anchura de la concha de la especie *Patella rustica* en las tres fases del abrigo de Zacatín.

La altura también muestra diferencias en la media, el rango de valores y en la desviación estándar entre los ejemplares de las distintas fases analizadas (**Tabla 6.15**). En la fase 1 se observa una media de 8,07 mm, un rango de 10,43 mm y una desviación estándar de 1,7 mm, lo que indica una distribución de datos moderada. En la fase 2 se advierte una media de 8,19 mm, un rango de 18,33 mm y una desviación estándar de 2,31 mm, lo que indica una distribución de datos reducida. En la fase 3 se observa una media de 8,07 mm, un rango de 10,54 mm y una desviación estándar de 1,92 mm, con una amplia distribución de datos. En este caso, el conjunto de las lapas de la fase 2 es el que presenta mayor dispersión de datos en comparación al resto de fases. Por lo tanto, la altura de la concha de esta especie presenta más variabilidad en la fase 2 y más homogeneidad en la fase 1.

Fases	N	Altura		
		Media	Rango	DS
1	197	8,07	10,43	1,7
2	285	8,19	18,33	2,31
3	143	8,07	10,54	1,92

Tabla 6.15. Información estadística descriptiva de la altura de la concha de ejemplares de la especie *Patella rustica* procedentes de las tres fases del abrigo de de Zacatín.

De esta forma se observa una variabilidad en la altura de las conchas de *P. rustica* por nivel (**Figura 6.19**). A pesar de que no se advierten cambios marcados a lo largo de la secuencia, existe un leve aumento en la longitud de las conchas conforme avanzan las fases. Entre las fases 1 y 2 esta medida aumenta 0,12 mm, mientras que, entre las fases 2 y 3, esta medida vuelve a disminuir 0,12 mm. Esto nos indica que el cambio en la medida de altura existe, únicamente, entre la fase 2 y 3, mientras que es igual entre las fases 1 y 3.

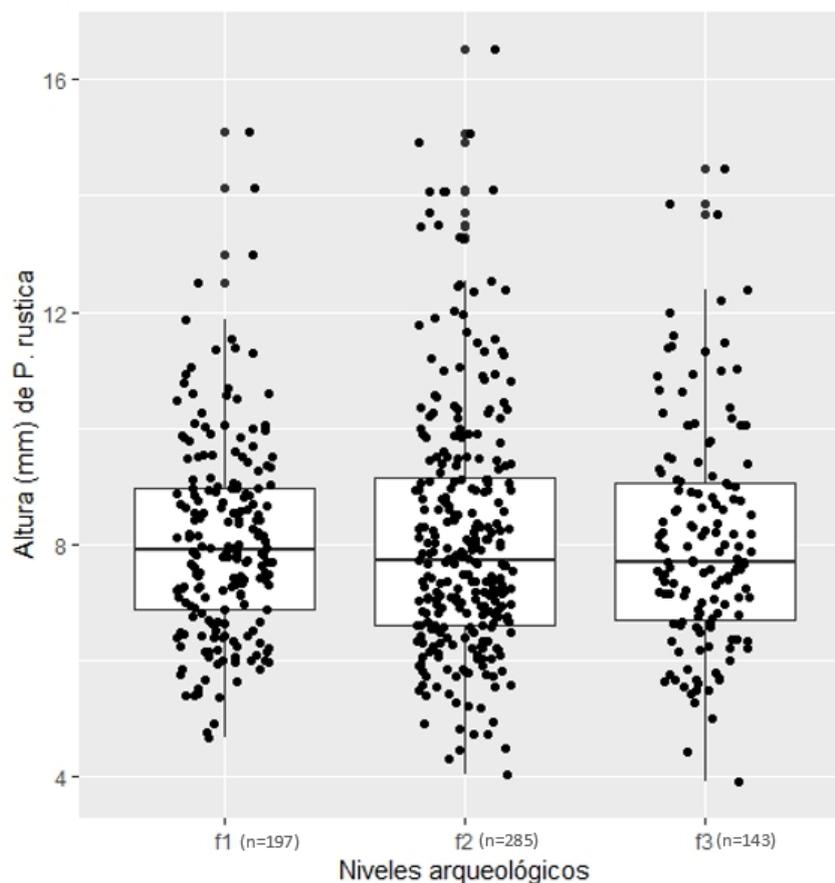


Figura 6.19. Box-Plot donde se muestra la variación en la altura de la concha de la especie *Patella rustica* en las tres fases del abrigo de Zacatín.

6.5. La longitud máxima representativa del tamaño promedio de la concha: correlación entre la longitud máxima y la anchura de las conchas de *P. caerulea*, *P. ulyssiponensis* y *P. rustica*.

De la misma manera que en el análisis biométrico de los conjuntos de la Sala de la Mina de la cueva de Nerja, para el contraste estadístico se precisa de un mínimo en el número de muestras, en este caso, >30 medidas, con los que verificar si los cambios en las variables biométricas (longitud, anchura y altura) observadas son significativos. Al igual que ocurría con Nerja, el modo de adquisición de las lapas y los procesos tafonómicos que afectan a los restos recuperados ocasiona que no todas las conchas conserven las tres medidas requeridas. Por tanto, se ha evaluado la posibilidad de utilizar una sola variable métrica y así poder incluir mayor número de muestras al análisis estadístico. Para ello, se ha utilizado el coeficiente R de Spearman que muestra la correlación entre las variables de longitud y anchura de la concha. Si la correlación es fuerte se podrá utilizar la medida de longitud máxima para estudiar la posible variación diacrónica del tamaño de los ejemplares del género *Patella*. Además, esta medida es utilizada con mayor frecuencia en estudios biométricos de lapas en arqueología (Gutiérrez-Zugasti, 2010; Álvarez-Fernández et al., 2011, García-Escárzaga et al., 2020). A continuación, se describen los resultados obtenidos para cada especie, empezando, con *P. caerulea*, y, siguiendo, con *P. ulyssiponensis* y con *P. rustica*, entre las distintas fases estudiadas en el abrigo de Zacatín.

6.5.1. *Patella caerulea*

Los resultados del coeficiente de correlación de Spearman ($R_s=0,965$) confirman que existe una fuerte correlación entre las variables de longitud y anchura de la concha en los ejemplares de la especie *P. caerulea* en todos los niveles estudiados (**Figura 6.20**). En consecuencia, es posible realizar el estudio del cambio de tamaño de la concha en base a la longitud máxima sin perder precisión en los resultados.

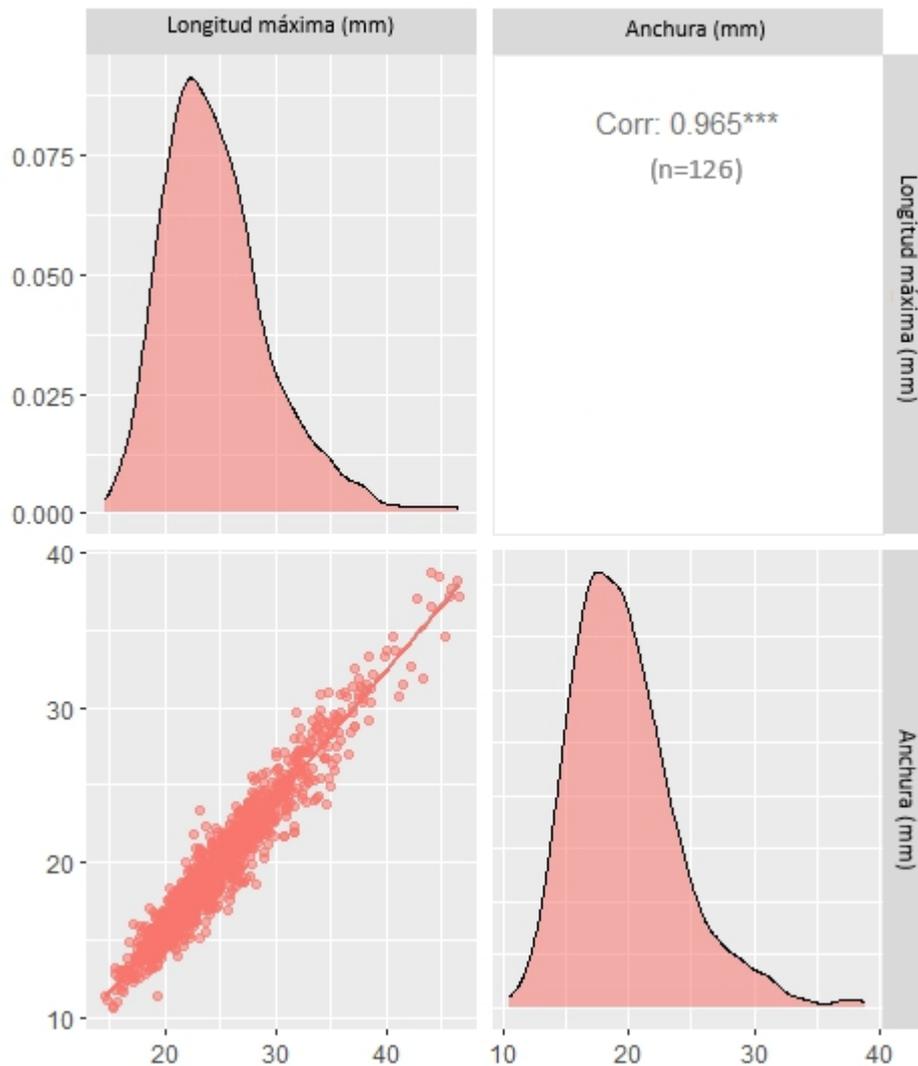


Figura 6.20. Correlación entre la longitud máxima y la anchura de la concha de la especie *P. caerulea* de las tres fases estudiadas del abrigo de de Zacatín.

6.5.2. *Patella ulyssiponensis*

Los resultados del coeficiente de correlación de Spearman ($R_s=0,974$) confirman que existe una fuerte correlación entre las variables de longitud y anchura de la concha en los ejemplares de la especie *P. ulyssiponensis* en todos los niveles (**Figura 6.21**). En consecuencia, al igual que ocurría con la especie anterior, es posible realizar el estudio del cambio de tamaño de las conchas de *P. ulyssiponensis* en base a la longitud máxima sin perder precisión en los resultados.

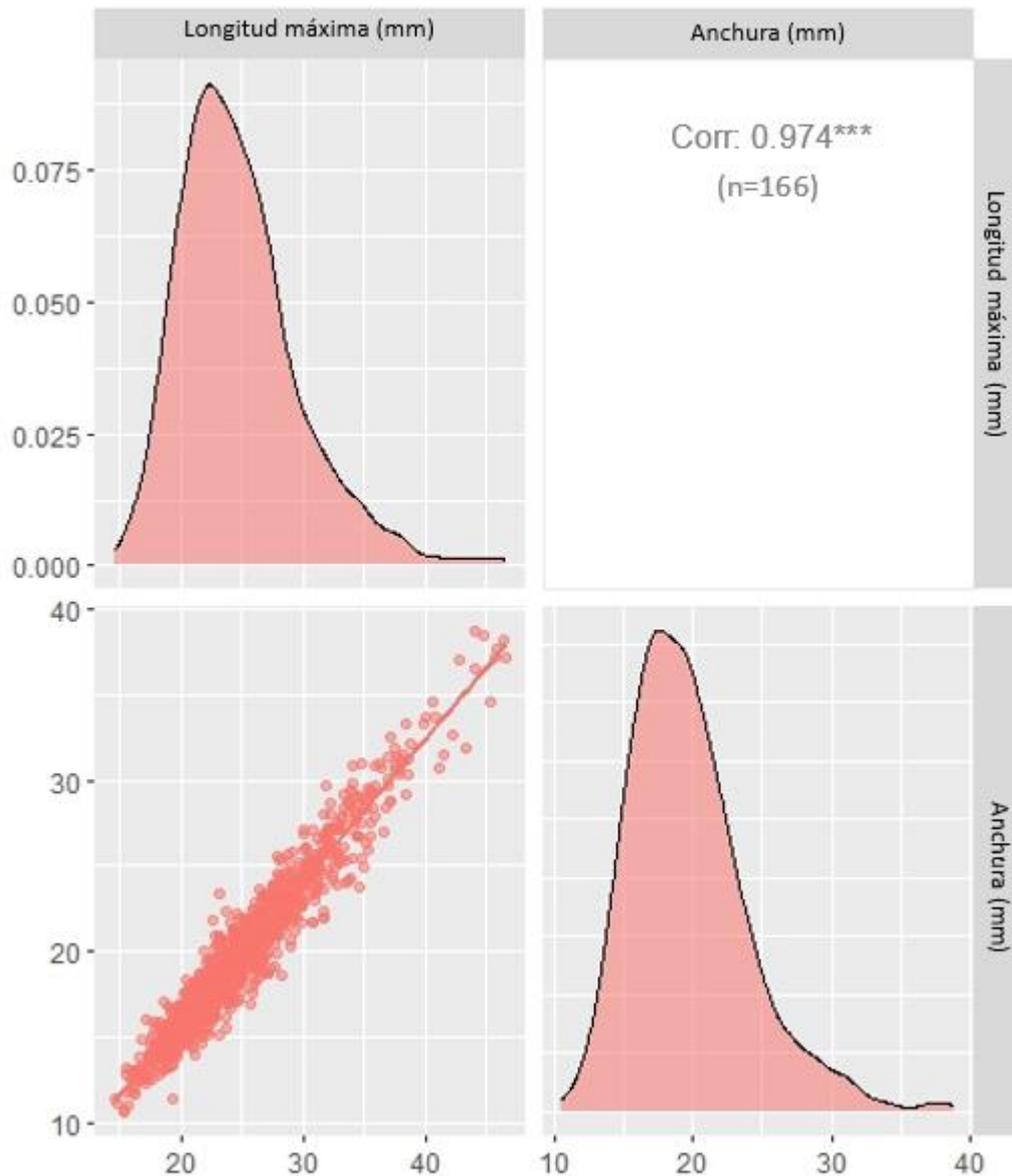


Figura 6.21. Correlación entre la longitud máxima y la anchura de la concha de la especie *P. ulyssiponensis* de las tres fases estudiadas del abrigo de Zacatín.

6.5.3. *Patella rustica*

Los resultados del coeficiente de correlación de Spearman ($R_s=0,970$) confirman que existe una fuerte correlación entre las variables de longitud y anchura de la concha en los ejemplares de la especie *P. rustica* en todos los niveles, al igual que en el resto de especies de lapas del abrigo de Zacatín (**Figura 6.22**). En consecuencia, es posible realizar el estudio del cambio de tamaño de sus conchas en base a la longitud máxima sin perder precisión en los resultados.

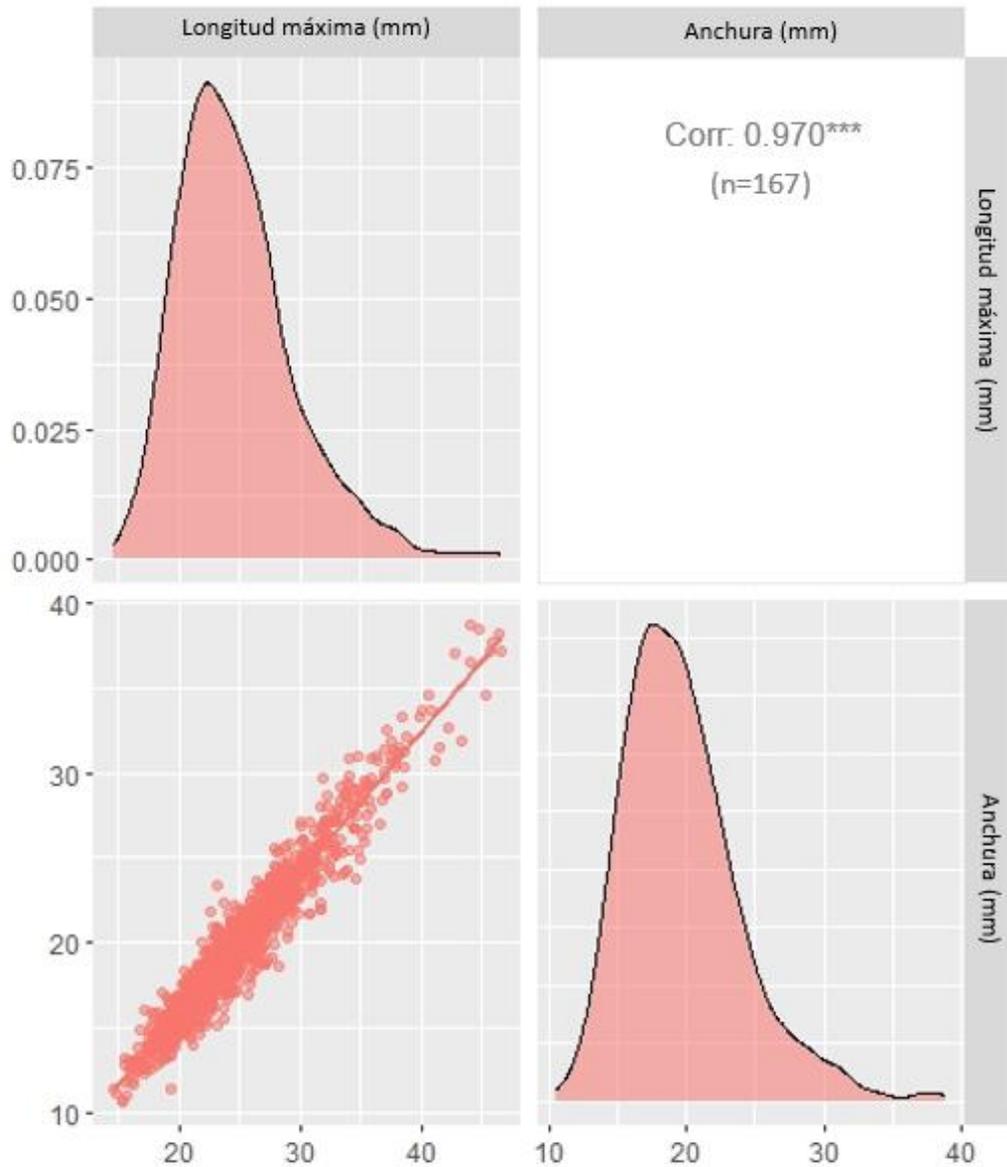


Figura 6.22. Correlación entre la longitud máxima y la anchura de la concha de la especie *P. rustica* de las tres fases estudiadas del abrigo de Zacatín.

6.6. Diferencias en la longitud máxima de las conchas de las especies *P. caerulea*, *P. ulyssiponensis* y *P. rustica* entre las fases estudiadas del abrigo de Zacatín.

6.6.1. *Patella caerulea*

El contraste entre los periodos cronológicos estudiados se lleva a cabo mediante la prueba no-paramétrica de Kruskal-Wallis, debido a la diferencia en el número de muestras que presentan los distintos periodos entre sí. El resultado muestra, con un *p*-valor superior a 0,05, por lo tanto,

esto indica que no existen diferencias significativas en la longitud máxima de la concha por periodo en los ejemplares de *Patella caerulea* (Figura 6.23).

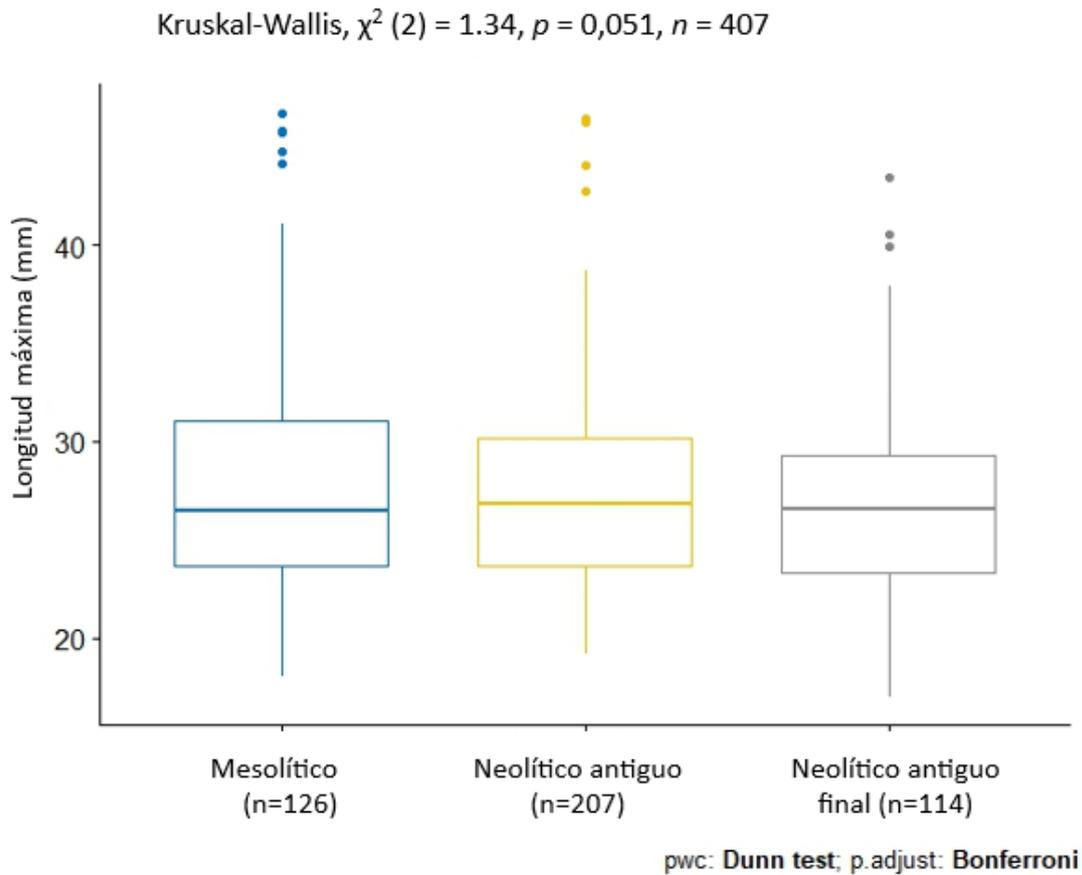


Figura 6.23. Box-Plot en el que se muestra la diferencia en la longitud máxima de la concha de la especie *Patella caerulea* en base a los periodos cronológicos analizados en el abrigo de Zacatín.

6.6.2. *Patella ulyssiponensis*

El contraste entre los periodos cronológicos estudiados se lleva a cabo mediante la prueba no-paramétrica de Kruskal-Wallis, debido a la diferencia en el número de muestras que presentan los distintos periodos entre sí. El resultado muestra, con un p -valor superior a 0,05, por lo tanto, esto indica que no existen diferencias significativas en la longitud máxima de la concha por periodo en los ejemplares de *Patella ulyssiponensis* (Figura 6.24).

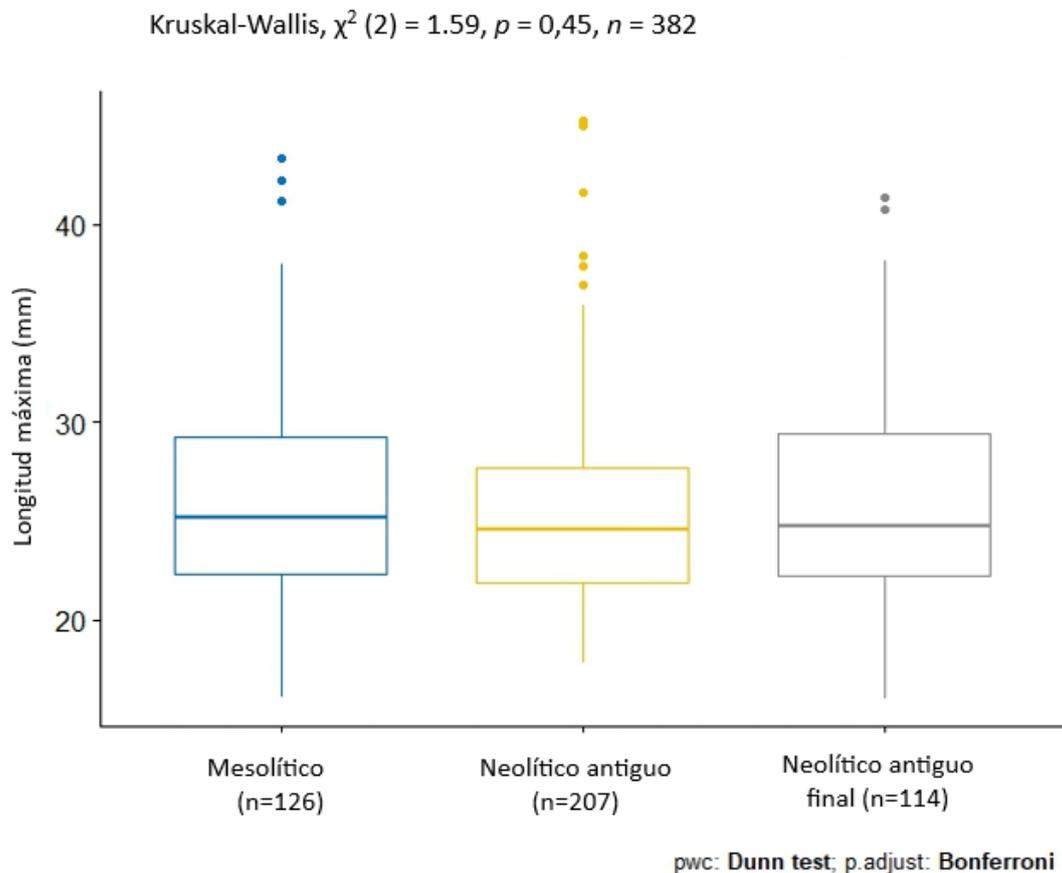


Figura 6.24. Box-Plot en el que se indica la diferencia en la longitud máxima de la concha de la especie *Patella ulyssiponensis* en base a los periodos cronológicos analizados en el abrigo de Zacatín.

6.6.3. *Patella rustica*

El contraste entre los periodos cronológicos estudiados se lleva a cabo mediante la prueba no-paramétrica de Kruskal-Wallis, debido a la diferencia en el número de muestras que presentan los distintos periodos entre sí. El resultado muestra, con un p -valor superior a 0,05, por lo tanto, esto indica que no existen diferencias significativas en la longitud máxima de la concha por periodo en los ejemplares de *Patella rustica* (**Figura 6.25**).

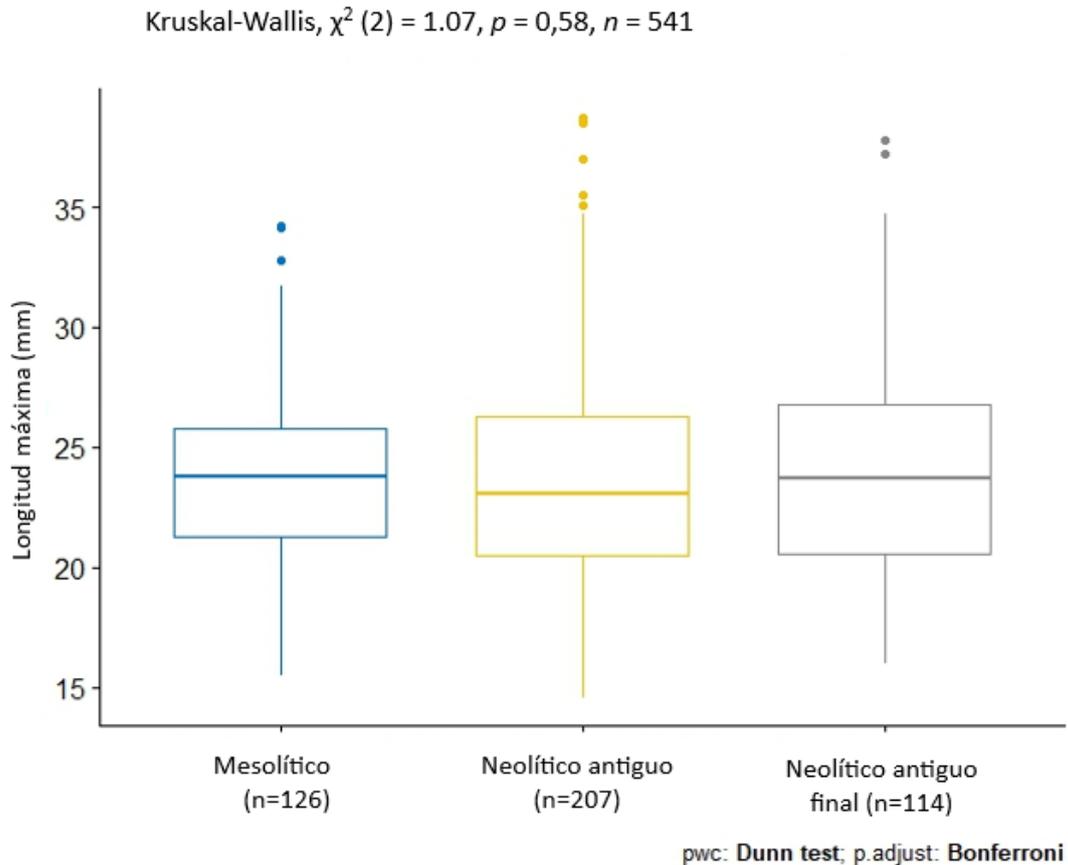


Figura 6.25. Box-Plot en el que se señala la diferencia en la longitud máxima de la concha de la especie *Patella rustica* en base a los periodos cronológicos analizados en el abrigo de Zacatín.

6.7. Comparación del cambio en el tamaño de las conchas de las distintas especies del género *Patella* entre las secuencias de la Sala de la Mina de la cueva de Nerja y del abrigo de Zacatín.

En base a las distintas especies del género *Patella* (*P. caerulea*, *P. ulyssiponensis* y *P. rustica*) estudiadas y los periodos cronológicos documentados en ambos yacimientos, se realiza una comparación de los resultados del análisis biométrico por periodo.

En el Mesolítico, la media del tamaño de las conchas de la especie *P. caerulea* es de 31,74 mm en Nerja-Mina, mientras que la media de las conchas de Zacatín es de 27,75 mm. Esto indica una diferencia del tamaño promedio de la misma especie de 3,99 mm entre ambos yacimientos. Respecto a la variabilidad del tamaño de las conchas, esta es mayor en el conjunto de Zacatín, con una desviación estándar de 6,45 mm, en comparación al conjunto de Nerja-Mina, con una desviación estándar de 5,2 mm. En el caso de los ejemplares de *P. ulyssiponensis*, la media del

tamaño de las conchas es de 28,27 mm en Nerja-Mina y, en Zacatín, la media es de 26,18 mm. Por lo tanto, entre los conjuntos de ambos yacimientos existe una diferencia de 2,09 mm en el tamaño de las conchas de la misma especie. En cuanto a la variabilidad del tamaño, el conjunto de Nerja-Mina, con una desviación estándar de 5,74 mm, presenta una mayor variabilidad que en el conjunto de Zacatín, con una desviación estándar de 5,35 mm. Esta diferencia en el tamaño promedio dentro de la misma especie puede estar relacionada con las condiciones ambientales propias de cada microhábitat o la diferencia en la cronología, ya que, aunque ambas correspondan al periodo Mesolítico, el conjunto de Nerja-Mina está datado mediante el método del radiocarbono entre 6.100 y 5.900 cal BC y, el de Zacatín, entre 7.000 y 6.600 cal BC.

En el Neolítico antiguo, la media del tamaño de las conchas de la especie *P. caerulea* es de 30,84 mm en Nerja-Mina, mientras que la media de las conchas de Zacatín es de 27,51 mm. Esto indica una diferencia del tamaño promedio de la misma especie de 3,33 mm entre ambos yacimientos. Respecto a la variabilidad del tamaño de las conchas, esta es mayor en el conjunto de Nerja-Mina, con una desviación estándar de 6,43 mm, en comparación al conjunto de Zacatín, con una desviación estándar de 5,07 mm. En el caso de los ejemplares de *P. ulyssiponensis*, la media del tamaño de las conchas es de 25,86 mm en Nerja-Mina y, en Zacatín, la media es de 25,46 mm. Por lo tanto, entre los conjuntos de ambos sitios existe una diferencia de 0,4 mm en el tamaño de las conchas de la misma especie. En cuanto a la variabilidad del tamaño, el conjunto de Nerja-Mina, con una desviación estándar de 5,45 mm, presenta una mayor variabilidad que en el conjunto de Zacatín, con una desviación estándar de 4,94 mm. A pesar de que se observa una disminución en el tamaño de los ejemplares de *P. caerulea* y *P. ulyssiponensis* de ambos yacimientos respecto al periodo Mesolítico, el contraste estadístico indica que es significativo, únicamente, en la especie *P. ulyssiponensis* de Nerja-Mina.

En el Neolítico antiguo final, la media del tamaño de las conchas de la especie *P. caerulea* es de 29,57 mm en Nerja-Mina, mientras que la media de las conchas de Zacatín es de 26,76 mm. Esto indica una diferencia del tamaño promedio de la misma especie de 2,81 mm entre ambos yacimientos. Respecto a la variabilidad del tamaño de las conchas, esta es mayor en el conjunto de Nerja-Mina, con una desviación estándar de 7,62 mm, en comparación al conjunto de Zacatín, con una desviación estándar de 5,09 mm. En el caso de los ejemplares de *P. ulyssiponensis*, la media del tamaño de las conchas es de 25,44 mm en Nerja-Mina y, en Zacatín, la media es de 26,15 mm. Por lo tanto, entre los conjuntos de ambos yacimientos existe una diferencia de 0,71 mm en el tamaño de las conchas de la misma especie. En cuanto a la

variabilidad del tamaño, el conjunto de Nerja-Mina, con una desviación estándar de 6,12 mm, presenta mayor variabilidad que en el conjunto de Zacatín, con una desviación de 5,82 mm. En este caso, se observa que los ejemplares de *P. caerulea* disminuyen en la media de tamaño respecto al Neolítico antiguo en ambos yacimientos, sin embargo, los ejemplares de *P. ulyssiponensis* de Zacatín aumentan de tamaño respecto al periodo anterior. A pesar de estas diferencias, el contraste estadístico indica que este cambio es significativo, únicamente, en las especies de Nerja-Mina. Tanto *P. caerulea*, como *P. ulyssiponensis*, presenta una disminución significativa en el tamaño de las conchas respecto a los ejemplares del periodo Mesolítico. En el caso de Zacatín, no existen diferencias significativas en las diferencias de tamaño de ambas especies respecto al Neolítico antiguo, ni tampoco respecto del Mesolítico. Los resultados de la especie *P. rustica*, aunque no se puedan comparar con el conjunto de Nerja-Mina por la reducida muestra de medidas conservadas, presenta el mismo resultado que las especies de *P. caerulea* y *P. ulyssiponensis*, es decir, no hay un cambio significativo en el tamaño entre los periodos Mesolítico y Neolítico.

Capítulo 7. Resultado del análisis morfométrico de las conchas de *Patella caerulea* del yacimiento de la cueva de Nerja (Sala de la Mina): una nueva aproximación desde la morfometría geométrica.

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos del análisis de la morfometría geométrica de las conchas de la especie *Patella caerulea*. En primer lugar, se describe los resultados obtenidos en el Análisis de Componentes Principales de los ejemplares modernos de esta especie recolectados en la costa próxima a la cueva de Nerja, con el objetivo de identificar y discernir las características morfológicas la especie citada que habita en el intermareal superior y en el intermareal inferior. Una vez identificada la variable morfométrica que discrimina entre ambos conjuntos se verifica si existen diferencias significativas mediante pruebas de contraste estadísticos. En segundo lugar, se superponen los residuales de Procrustes de los ejemplares arqueológicos de *Patella caerulea* a los referenciales modernos. A partir del Análisis de Componentes Principales se identifica cual es la variable morfométrica que influye la variabilidad observada por periodos y se verifica si existen diferencias significativas mediante pruebas de contraste estadísticos.

7.1. Análisis morfométrico de los ejemplares modernos de la especie *Patella caerulea*.

El análisis morfológico en ejemplares modernos de esta especie se realiza con el objetivo de determinar las posibles diferencias en la forma de las conchas, que habitan en zonas verticales distinta del intermareal (superior e inferior), y en las que influyen diversos factores ambientales. Para ello, se recogieron más de 30 lapas en cada zona del intermareal, llegando a ser 89 en total. La recolección se llevó a cabo durante las mareas vivas de octubre del 2023 (10 AM), en las rocas de la Playa de Maro, a algo más de un kilómetro de la cueva de Nerja (Málaga). Debido a la forma de las conchas, se escogieron 52 de los 89 ejemplares recolectados para realizar el análisis mediante la morfometría geométrica. A continuación, se describen los resultados biométricos y morfométricos de los ejemplares modernos de *Patella caerulea*.

8.1.1 Datos biométricos a partir de medidas lineales.

Previo a aplicar el análisis de la morfometría geométrica, se realiza el análisis biométrico de las conchas de la especie *Patella caerulea*, con el objetivo de verificar si se identifica alguna variación significativa en la talla de la concha a partir de medidas lineales. Para ello, se han analizado las medidas longitud máxima y altura de las 52 conchas. Estas medidas lineales (longitud y altura) describen la forma de la concha (Cabral y Silva 2003). A continuación, se presentan los resultados del análisis estadístico descriptivo y el análisis de contraste de hipótesis de la medida de longitud máxima y, posteriormente, de la medida de altura por zona del intermareal.

La longitud máxima muestra diferencias en la media, el rango de valores y en la desviación estándar entre los ejemplares actuales de distintas zonas del intermareal (**Tabla 7.1**). En los marisqueados en la zona superior se observa una media de 19,67 mm, un rango de 14,54 mm y una desviación estándar de 3,69 mm, lo que indica una distribución de datos reducida. En cambio, los recogidos en la zona inferior, cuyos valores son 27 mm de media, 22,09 mm de rango y 4,85 mm de desviación estándar, presentan una amplia distribución de datos. Por lo tanto, el conjunto de las lapas recogidas en la zona superior presenta menor dispersión de datos que el conjunto de la zona inferior. Esto indica que los ejemplares de *Patella caerulea* la zona superior del intermareal presentan menor variabilidad en el tamaño de la concha en comparación a los ejemplares de la zona inferior, que presentan un tamaño más heterogéneo entre ellas.

Zona	N	Media	Rango	Desviación estándar
superior	20	19,67	14,54	3,69
inferior	32	27	22,09	4,85

Tabla 7.1. Información estadística descriptiva de la longitud máxima de las conchas de los ejemplares actuales de *Patella caerulea* recogidos en la zona del intermareal (superior e inferior).

El contraste en la longitud máxima de la concha entre zonas se realiza mediante la prueba no-paramétrica de Kruskal-Wallis, dado que se comparan conjuntos que poseen un número <50 muestras cada una de ellas. El resultado muestra, con un *p*-valor superior a 0,0001, que existen diferencias significativas en la longitud de la concha en base a la zona intermareal en la que

habita (**Figura 7.1**). Por lo tanto, los ejemplares de *Patella caerulea* de la zona inferior presentan un tamaño significativamente mayor que los que se sitúan en la zona superior.

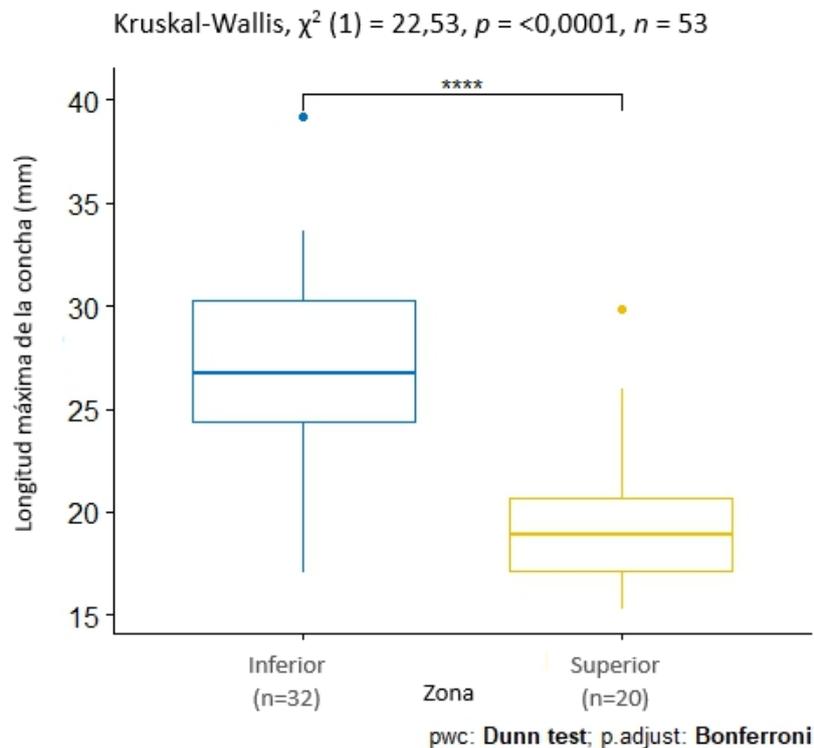


Figura 7.1. Diferencia en la longitud máxima de las conchas de los ejemplares modernos de *Patella caerulea* recogidos en la zona del intermareal (superior e inferior).

La altura muestra diferencias en la media, el rango de valores y en la desviación estándar entre los ejemplares actuales de distintas zonas del intermareal (**Tabla 7.2**). En los marisqueados en la zona superior se observa una media de 5,17 mm, un rango de 4,78 mm y una desviación estándar de 1,2 mm, lo que indica una distribución de datos reducida. En cambio, los recogidos en la zona inferior, cuyos valores son 7,23 mm de media, 7,84 mm de rango y 1,77 mm de desviación estándar, presentan una amplia distribución de datos. Por lo tanto, el conjunto de las lapas recogidas en la zona superior presenta menor dispersión de datos que el conjunto de la zona inferior. Esto indica que los ejemplares de *Patella caerulea* de la zona superior del intermareal presentan menor variabilidad en la altura de la concha en comparación a los ejemplares de la zona inferior, que presentan un tamaño más heterogéneo entre ellas.

Zona	N	Media	Rango	Desviación estándar
superior	20	5,17	4,78	1,2
inferior	32	7,23	7,84	1,77

Tabla 7.2. Información estadística descriptiva de la altura de las conchas de los ejemplares actuales de *Patella caerulea* recogidos en la zona del intermareal (superior e inferior).

El contraste en la altura de la concha entre zonas se realiza mediante la prueba no-paramétrica de Kruskal-Wallis, dado que se comparan conjuntos que poseen un número <50 muestras cada una de ellas. El resultado muestra, con un p-valor superior a 0,0001, que existen diferencias significativas en la altura de la concha en base a la zona intermareal en la que habita (**Figura 7.2**). Por lo tanto, los ejemplares de la zona inferior presentan una altura significativamente mayor que los que se sitúan en la zona superior.

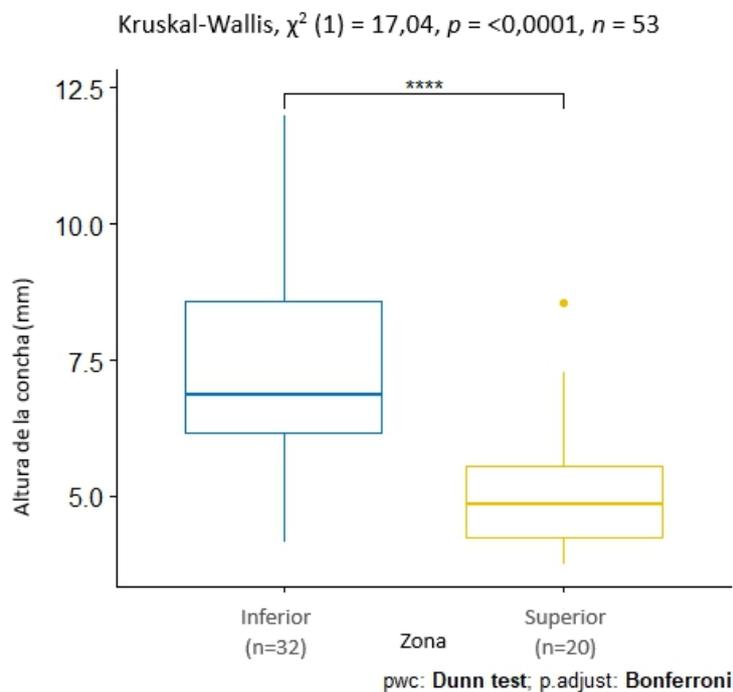


Figura 7.2. Diferencia en la altura de las conchas de los ejemplares modernos de *Patella caerulea* recogidos en la zona del intermareal (superior e inferior).

8.1.2. Datos morfométricos a partir de la morfometría geométrica.

La variabilidad morfológica observada en las conchas de los ejemplares de *Patella caerulea* está relacionada con las respuestas adaptativas a factores ambientales como la insolación, la zonación, la intensidad del oleaje, el cambio de temperatura del mar, los ciclos mareales, el nivel de productividad marina, así como otros factores como la presión de la depredación. En consecuencia, se procede a identificar si existen diferencias en la morfología de las conchas. Si se confirma, es necesario identificar la ubicación espacial de la variación morfológica en la concha, con el fin de determinar cuál de las variables ambientales podría ser la posible fuente de divergencia morfológica en los ejemplares modernos de esta especie. Para ello, se debe eliminar la redundancia de datos, identificando las variables que influyan significativamente en las características morfológicas de la muestra. Estos datos morfológicos se obtienen a partir de la digitalización de los puntos de referencia (landmark) establecidos para el estudio morfológico de las conchas, en nuestro caso, del género *Patella*. En este análisis se establecen un total de 50 puntos de referencia en cada una de las muestras recogidas en la zona intermareal (**ver Capítulo 4**). A continuación, se realiza la superposición de Procrustes, mediante la metodología de Superimposición ordinaria de Procrustes (Goodall 1991), y los residuales resultantes se someten a un análisis de componentes principales para determinar cuál es la variable que mejor explica la variación morfológica en los ejemplares modernos de *Patella caerulea* recolectados en la costa del Mar de Alborán. Estas pueden estar relacionadas con el estrés hídrico por las altas temperaturas (Bannister 1975, Hobday 1995, Prusina et al. 2014, Vafidis et al. 2020), por la fuerza ejercida por el oleaje (Pulgar et al. 2012, Batelli 2017, Vieira y Bueno 2019, Vascongelos et al. 2021, Gonçalves et al. 2023), por su defensa ante los depredadores (Tyler et al. 2014) o por el aumento en la productividad marina (Bosman et al. 1987).

Este análisis muestra cómo un total de seis componentes principales describen con porcentajes diferentes los puntos en los que las conchas varían morfológicamente (**Figura 7.3**).

- PC1: el primer componente explica el 50,7% de la variación de los datos. Este responde a la variabilidad morfológica del punto de referencia 0, que corresponde al ápice de la concha. Por lo tanto, la característica morfológica con mayor variación en las conchas es la conicidad, es decir, la altura del ápice.

- PC2: el segundo describe el 12,9% de la variación de los datos. Está, también, corresponden al punto de referencia 0 y describe la disparidad morfológica en el ápice de la concha, aunque, en esta ocasión, la variación se relaciona con la centralidad o desplazamiento lateral del ápice.
- PC3: el tercero explica el 9,1% de la variación de los datos. En este caso, la variabilidad morfológica está relacionada con el punto de referencia 45, que se sitúa en el lateral derecho paralelo al ápice.
- PC4: el cuarto describe el 5,9% de la variación de los datos que, en este caso, está vinculado al punto de referencia 2. Esto indica que la disparidad morfológica que muestra este componente está relacionada con la elongación del pie de la concha anterior.
- PC5: El quinto explica el 3,4% de la variación de los datos e, igual que el PC4, corresponde a la variabilidad en la elongación del pie de la concha, pero esta vez, de la parte posterior (punto de referencia 1).
- PC6 a PC10: A partir del componente PC6, el porcentaje que representa la varianza disminuye a <3%.

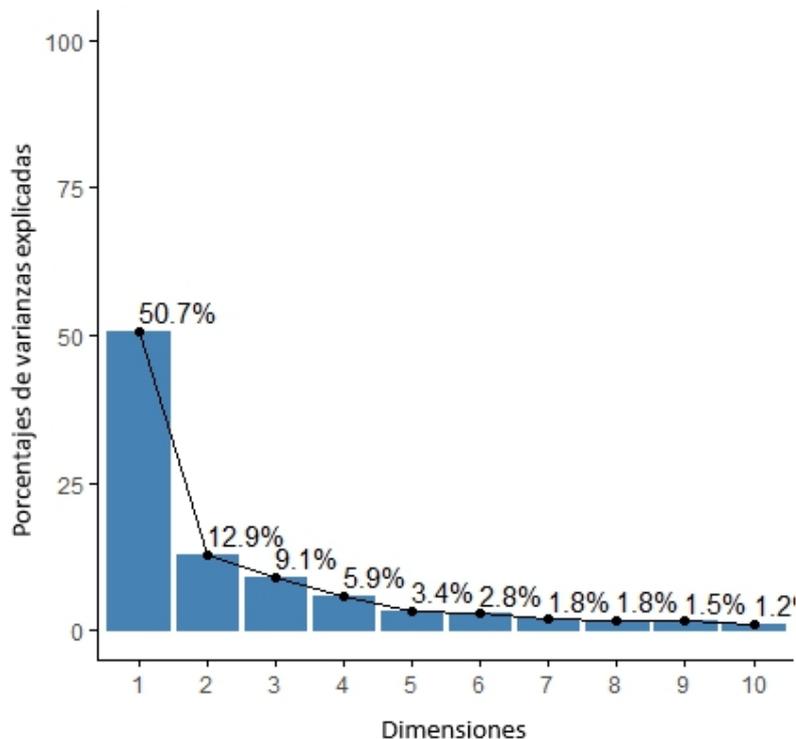


Figura 7.3. Gráfico de los porcentajes de varianzas explicadas para la variación morfológica de los ejemplares actuales de la especie *Patella caerulea* recogidos en la Playa de Maro (Málaga).

De acuerdo con los resultados presentados en la **Figura 7.3**, los componentes PC1 y PC2 son los que tienen un mayor peso y explicarían el 65% de la variabilidad. Por ello, se realiza a continuación el análisis descriptivo de la variación morfológica expresada por cada componente teniendo en cuenta las características ambientales y, de manera concreta, considerando la zona del intermareal en la que habitan los ejemplares de *Patella* analizados.

El primer componente (PC1), muestra diferencias en el rango de valores y en la desviación estándar entre los ejemplares de *Patella caerulea* que habitan en la zona del intermareal superior e inferior (**Tabla 7.3**). En el caso del conjunto de las lapas de la zona superior, se observa un rango de 6,41 y una desviación estándar de 1,67. Sin embargo, el conjunto de las recogidas en la zona inferior presenta un rango de 4,65 y una desviación estándar de 1,25. Por lo tanto, los datos de las lapas de la zona superior presentan una mayor dispersión que las de la zona inferior. Esto indica que los ejemplares de la zona superior presentan mayor variedad en la conicidad de la concha en comparación a los ejemplares de la zona inferior, que presentan una conicidad más homogénea entre ellas. Este hecho pudiera ser que estuviese relacionado con la existencia de unos factores ambientales más variables en la zona superior del intermareal, que permanece emergido un periodo más largo de tiempo y con mayor frecuencia que la zona inferior (Pettratis et al. 2008).

Zona	N	Rango	Desviación estándar
inferior	32	4,65	1,25
superior	20	6,41	1,67

Tabla 7.3. Información estadístico descriptiva de PC1 en los ejemplares modernos de *Patella caerulea* el intermareal superior e inferior recogidos en la Playa de Maro (Málaga)

El segundo componente (PC2) también muestra diferencias en el rango de valores y en la desviación estándar entre los ejemplares de *Patella caerulea* que habitan en el intermareal superior e inferior (**Tabla 7.4**). En el caso del conjunto de las lapas de la zona superior, se observa un rango de 6,29 y una desviación estándar de 1,85. Sin embargo, el conjunto de las procedentes de la zona inferior presenta un rango de 3,81 y una desviación estándar de 0,99. Si comparamos el conjunto de datos por zona, se observa que los datos de los ejemplares de la zona superior muestran una mayor dispersión en comparación a los de la zona inferior. Al igual que en el PC1, esto indica que las lapas que habitan en la zona superior presentan mayor variedad en la posición del ápice en comparación a los ejemplares de la zona inferior, que presentan una posición más homogénea entre ellas. De forma similar a la conicidad, la mayor

variabilidad en la posición del ápice en las conchas del intermareal superior puede estar relacionado con la existencia de unos factores ambientales más variables en esta zona.

Zona	N	Rango	Desviación estándar
inferior	32	3,81	0,99
superior	20	6,29	1,85

Tabla 7.4. Información estadístico descriptiva de PC2 en los ejemplares actuales de *Patella caerulea* el intermareal superior e inferior recogidos en la Playa de Maro (Málaga).

En definitiva, las variaciones morfológicas en la forma en la concha de los ejemplares de *Patella caerulea* expresadas a partir de los componentes PC1 y la PC2 pueden relacionarse con la zona del intermareal donde las lapas fueron adquiridas (**Figura 7.4**). En este caso, los ejemplares de la zona superior del intermareal muestran mayor variabilidad tanto en la conicidad, que corresponden a la PC1, y en la posición del ápice, que corresponde a la PC2. Por lo tanto, los situados en la zona inferior muestran una concha más cónica en comparación a los situados en la zona superior.

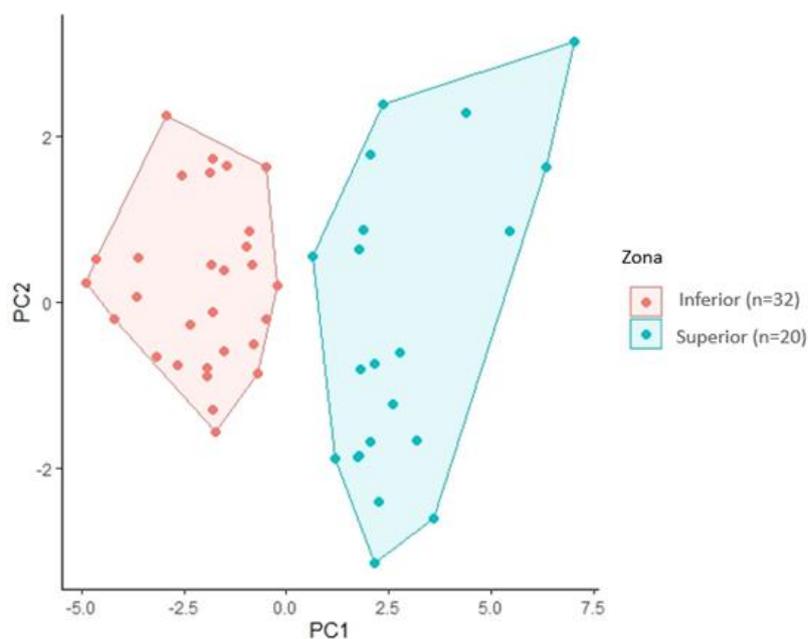


Figura 7.4. Distribución de los ejemplares modernos de *Patella caerulea* de la zona superior e inferior del intermareal recogidos en la Playa de Maro (Málaga), en base a la variable morfológica los componentes PC1 (conicidad) y PC2 (posición del ápice).

8.1.3. Diferencias morfométricas entre ejemplares que habitan el intermareal superior e inferior.

En base a las variables morfológicas que caracterizan el conjunto de conchas modernas, resumidas en los 10 componentes principales obtenidos mediante el análisis de componentes principales, realizamos el análisis de contraste de hipótesis para determinar si hay diferencias significativas en alguna de ellas entre los ejemplares de *Patella caerulea* que habitan tanto en la zona superior del intermareal, como y en la zona inferior. Para ello, aplicamos la prueba no-paramétrica de Kruskal-Wallis debido al tamaño reducido de la muestra (n=52). El resultado concluye que, excepto el PC1, el resto de los componentes principales (del PC2 al PC10) no presentan diferencias significativas en base a la zonación de las lapas *Patella* (**Tabla 7.5**).

PC	N	Kruskal-Wallis	P-valor
1	50	$\chi^2(1) = 35,82$	<0,0001
2	50	$\chi^2(1) = 1,28$	0,26
3	50	$\chi^2(1) = 0,21$	0,64
4	50	$\chi^2(1) = 1,51$	0,22
5	50	$\chi^2(1) = 0,09$	0,76
6	50	$\chi^2(1) = 1,76$	0,18
7	50	$\chi^2(1) = 0,15$	0,7
8	50	$\chi^2(1) = 0,23$	0,63
9	50	$\chi^2(1) = 0,01$	0,91
10	50	$\chi^2(1) = 0,0024$	0,96

Tabla 7.5. Resultados del contraste de hipótesis y el *p*-valor para cada PC de los ejemplares actuales de *Patella caerulea* recogidos en la Playa de Maro (Málaga)

En el caso de la PC1, la prueba de Kruskal-Wallis, con un valor $p < 0,05$, indica que la variable morfológica de la conicidad de la concha si presenta diferencias significativas entre la población de *Patella caerulea* dependiendo de la zona intermareal en la que fueron recogidas (**Figura 7.5**). Esta variabilidad morfológica está relacionada con el punto de referencia 0, que influye en la altura del ápice (**Figura 7.6**). Esta altura aumenta conforme descendemos en el eje del primer componente y disminuye si los valores ascienden en el eje. Por lo tanto, las conchas de los ejemplares que habitan en el intermareal superior tienden a ser más planas que las conchas de los que habitan en el intermareal inferior, que presentan mayor conicidad.

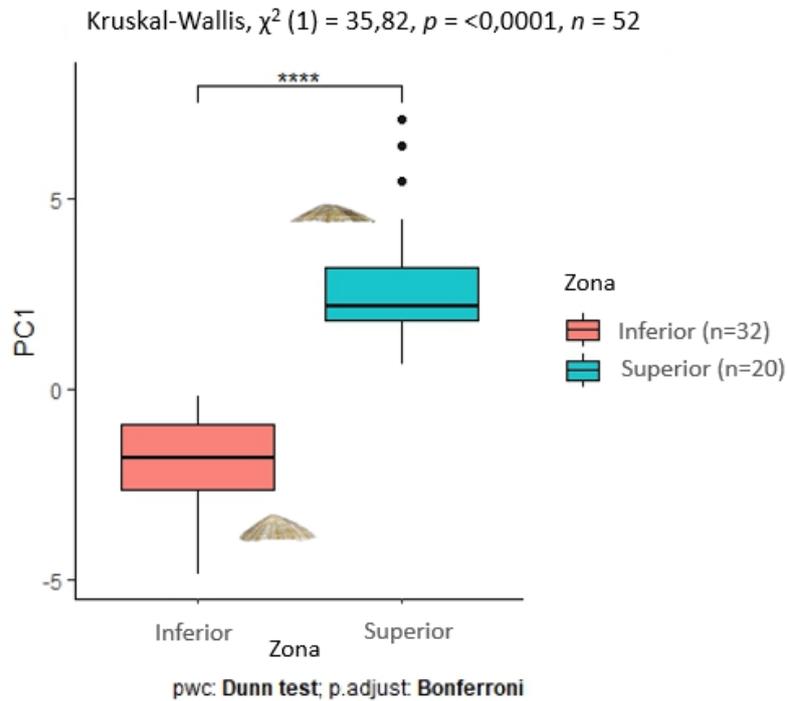


Figura 7.5. Comparación de la variable de conicidad PC1 entre los ejemplares actuales de *Patella caerulea* de la zona superior y la zona inferior del intermareal recogidos en la Playa de Maro (Málaga).

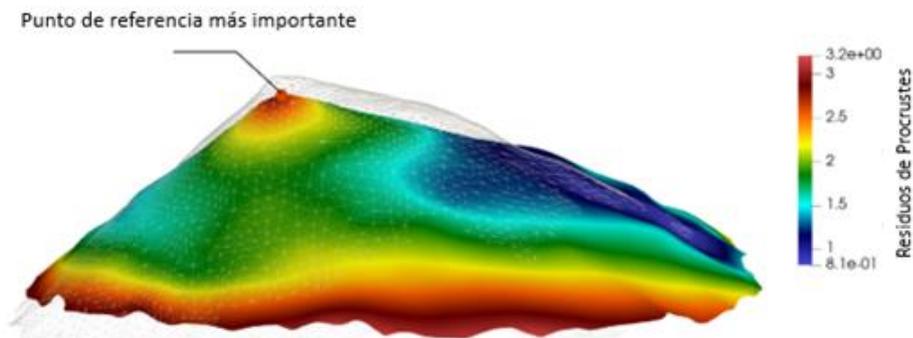


Figura 7.6. Zona espacial de la concha de *Patella caerulea* que mayor variabilidad muestra en relación con la variable morfológica representada por PC1.

8.2. Análisis morfométrico de los ejemplares arqueológicos de la especie *Patella caerulea*.

Se ha realizado el análisis morfológico en las conchas de un total de 454 ejemplares arqueológicos de la especie *Patella caerulea*. Estas proceden de los 16 niveles arqueológicos del yacimiento de Nerja, Sala de la Mina, y corresponden a los siguientes periodos

cronológicos: Paleolítico superior final (n=52), entre ca. 12.500 y 11.900 cal BC, Mesolítico (n=164), entre ca. 6.100 y 5.900 cal BC, Neolítico antiguo (n=74), entre ca. 5.200 y 5.000 cal BC, Neolítico antiguo final (n=134), entre ca. 5.000 y 4.800 cal BC, y Neolítico medio-final (n=31). En este caso, el objetivo del análisis es identificar si existe un cambio significativo en alguna variable morfológica de la concha de esta especie de gasterópodo a lo largo de los periodos estudiados y vincular esta divergencia en la forma a posibles factores ambientales o antropicos que pudieron haber influido en ella. A continuación, se describen los resultados biométricos y morfométricos de los ejemplares arqueológicos de *Patella caerulea*.

8.2.1 Datos biométricos a partir de medidas lineales.

Previo a aplicar el análisis de la morfometría geométrica, se realiza el análisis biométrico de las conchas de la especie *Patella caerulea*, con el objetivo de verificar si se identifica alguna variación significativa en la forma de la concha a partir de medidas lineales. Para ello, se han analizado las medidas de la longitud máxima y la altura de 546 conchas procedentes de los 16 niveles del yacimiento de Nerja, Sala de la Mina. Estas medidas en concreto corresponden a la variable de forma de la concha (Cabral y Silva 2003). En este caso, el número de muestras difiere al de las analizadas con la morfometría geométrica, dado que para aplicar el análisis biométrico es suficiente con que las conchas presenten las medidas requeridas (longitud y altura), sin que el caparazón tenga que estar entero. A continuación, se presentan los resultados del análisis estadístico descriptivo y el análisis de contraste de hipótesis de la medida de longitud máxima y, posteriormente, de la medida de altura de la concha por nivel y por periodo.

La longitud máxima muestra diferencias en la media, el rango de valores y en la desviación estándar entre los ejemplares de distintos niveles arqueológicos analizados (**Tabla 7.6**). En los niveles inferiores, entre NM16 y NM13, se observa un valor de media entre ca. 30 y 34 mm, un rango de valores entre ca. 15 y 28 mm y una desviación estándar entre 5,26 y 6,88 mm. El NM15 presenta un rango de valores y una desviación estándar más reducida a causa del tamaño de la muestra (rango 3,78 mm y desviación estándar 2,02 mm). Esto indica que hay una dispersión de datos reducida en los niveles inferiores, aunque el NM13 muestra una dispersión moderada. En los niveles intermedios, entre NM12 y NM7, se observa un valor de media entre ca. 30 y 32 mm, un rango de valores entre ca. 15 y 32 mm y una desviación estándar entre 4,9 y 7,85 mm. Esto indica una amplia dispersión de datos, aunque si se analiza por nivel, los

conjuntos del NM12 y NM11 muestran una dispersión reducida, mientras que en NM7 es moderada. En los niveles superiores, entre NM6 y NM1, se observa un valor de media entre ca. 25 y 35 mm, un rango de valores entre ca. 10 y 36 mm y una desviación estándar entre 3,69 y 8,87 mm. La dispersión de datos varía en función del nivel, siendo el NM5 y NM1 los que muestran una amplia dispersión, mientras que en NM6, NM3 y NM2 se observa una dispersión de datos reducida. El NM15, NM8 y NM4 presenta unos rangos y una desviación estándar más reducida a causa del tamaño de la muestra

Nivel	N	Media	Rango	Desviación estándar
NM1	11	35,5	26,09	8,87
NM2	8	24,97	14,47	4,28
NM3	9	31,14	10,24	3,69
NM4	8	29,97	11,67	3,85
NM5	213	29,67	36,87	7,62
NM6	22	29,67	18,14	5,04
NM7	57	29,85	32,85	6,15
NM8	4	32,31	15,27	6,51
NM9	17	32,02	29,32	7,85
NM10	12	30,43	23,66	7,59
NM11	33	32	20,51	5,18
NM12	109	31,84	24,2	4,9
NM13	13	31,83	28,65	6,88
NM14	11	30,55	21,92	5,75
NM15	3	34,74	3,78	2,02
NM16	16	29,99	15,58	5,26

Tabla 7.6. Información estadística descriptiva de la longitud de la concha de ejemplares de la especie *Patella caerulea* procedentes de los 16 niveles arqueológicos del yacimiento de Nerja, Sala de la Mina.

El contraste entre niveles se lleva a cabo mediante la prueba no-paramétrica de Kruskal-Wallis, debido a la diferencia en el número de muestras que presentan los distintos niveles arqueológicos entre sí. El resultado muestra, con un p -valor superior a 0,0001, que existen diferencias significativas en la longitud máxima de la concha por nivel (**Figura 7.7**). Por lo tanto, se procede a aplicar la prueba de comparación de Dunn, con el ajuste metodológico de Bonferroni, para determinar cuáles son los periodos que muestran dicha diferencia significativa. El resultado indica que la diferencia se da entre los ejemplares de NM12 y NM5. Además del cambio significativo, también se observa una variación progresiva de la longitud máxima por

nivel entre los niveles inferiores y superiores. En este caso, los cambios en el NM15, NM8, NM4, NM3 y NM2 se vinculan a la cantidad reducida de la muestra.

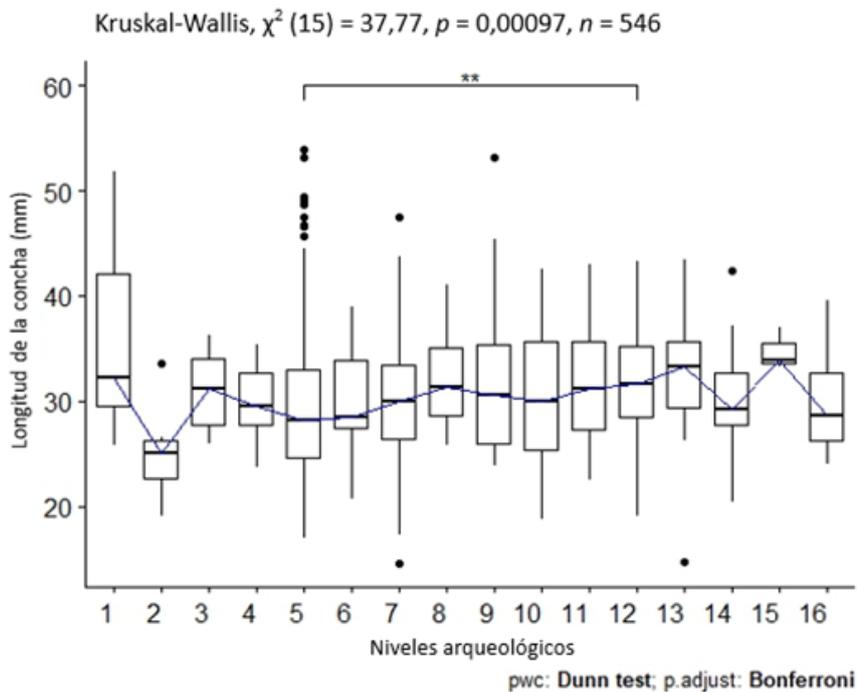


Figura 7.7. Variación en la longitud máxima de la concha de la especie *Patella caerulea* en los 16 niveles arqueológicos del yacimiento de Nerja, Sala de la Mina.

Respecto al periodo cronológico, la longitud máxima también muestra diferencias en la media, el rango de valores y en la desviación estándar entre los ejemplares de distintos niveles arqueológicos analizados (**Tabla 7.7**). En el Paleolítico superior final, con un valor de media de ca. 30, un rango de valores de 21,92 y una desviación estándar de 5,29, se observa una dispersión de datos reducida. Igualmente, el Mesolítico, con un valor de media de ca. 32, un rango de valores de 28,65 y una desviación estándar de 5,11, muestra una dispersión de datos reducida. Sin embargo, en el conjunto de capas del periodo Neolítico antiguo final, con un valor de media de ca. 29, un rango de valores de 36,87 y una desviación estándar de 7,62, muestra una amplia dispersión de datos. En el Neolítico antiguo y el Neolítico medio-final, con unos valores de media de ca. 30, unos rangos de valores de 38,56 y 32,8, respectivamente, y una desviación estándar entre 6,36 y 6,86, se observa una dispersión de los datos moderada.

Nivel	N	Media	Rango	Desviación estándar
Paleolítico superior final	30	30,67	21,92	5,29
Mesolítico	155	31,87	28,65	5,11
Neolítico antiguo	112	30,3	38,56	6,36
Neolítico antiguo final	213	29,67	36,87	7,62
Neolítico medio-final	36	30,84	32,8	6,86

Tabla 7.7. Información estadística descriptiva de la longitud máxima de la concha de ejemplares de la especie *Patella caerulea* procedentes de los periodos cronológicos estudiados del yacimiento de Nerja, Sala de la Mina.

En los periodos cronológicos, también se utiliza la prueba no-paramétrica de Kruskal-Wallis, debido a la diferencia en el número de muestras que presentan los distintos periodos entre sí. El resultado muestra, con un p -valor de $<0,001$, que existe diferencia significativa en la longitud máxima de la concha por periodo (**Figura 7.8**). Por lo tanto, se procede a aplicar la prueba de comparación de Dunn. El resultado indica que la diferencia se da entre los ejemplares del periodo Mesolítico y el del periodo Neolítico antiguo final. A pesar de que el cambio significativo acontece en el último periodo del Neolítico, los datos muestran que la longitud de las conchas tiende a disminuir conforme se avanza hacia el Neolítico. Por tanto, se verifica una disminución en el tamaño de la población de *Patella caerulea* durante el Neolítico.

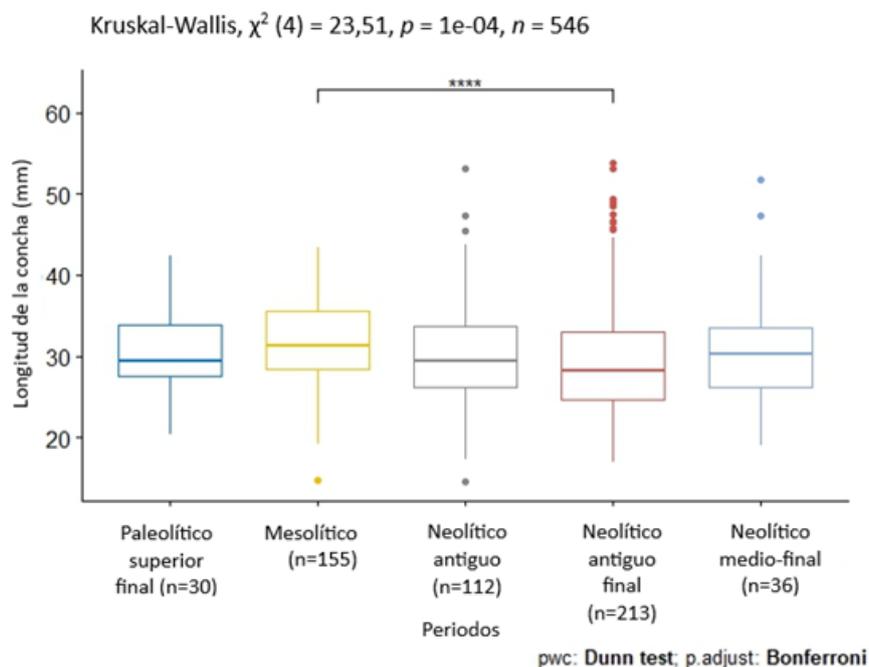


Figura 7.8. Diferencia en la longitud máxima de la concha de la especie *Patella caerulea* en base a los periodos cronológicos analizados en la cueva de Nerja, Sala de la Mina.

La medida de la altura, también, muestra diferencias en la media, el rango de valores y en la desviación estándar entre los ejemplares de distintos niveles arqueológicos analizados (**Tabla 7.8**). En los niveles inferiores, entre NM16 y NM13, se observa un valor de media entre ca. 7 y 10 mm, un rango de valores entre ca. 3 y 7 mm y una desviación estándar entre 1,42 y 1,98 mm, lo que indica una dispersión de datos reducida, aunque en NM16 y NM13 esta dispersión tiende a ser moderada. En los niveles intermedios, entre NM12 y NM7, se observa un valor de media entre ca. 7,5 y 8,90 mm, un rango de valores entre ca. 3 y 10,70 mm y una desviación estándar entre 1,4 y 3,03 mm. En este caso, la dispersión de datos es amplia en NM10 y NM9, y reducida en NM11 y NM8, mientras que en NM12 y NM7 es moderada. En los niveles superiores, entre NM6 y NM1, se observa un valor de media entre ca. 6,60 y 9,51 mm, un rango de valores entre ca. 3,60 y 23 mm y una desviación estándar entre 1,01 y 2,79 mm. La dispersión de datos es heterogénea entre estos niveles, así, el NM5 presenta una amplia dispersión, mientras que NM6, NM4 y NM3 muestran una dispersión reducida, y NM2 y NM1 una moderada.

Nivel	N	Media	Rango	Desviación estándar
NM1	11	9,51	5,83	2,34
NM2	8	6,63	5,22	1,64
NM3	9	8,13	3,48	1,01
NM4	8	7,75	3,61	1,41
NM5	213	7,85	23,4	2,79
NM6	22	7,7	4,41	1,31
NM7	57	7,82	10,27	2,03
NM8	4	7,9	3,39	1,44
NM9	17	8,82	10,69	3,03
NM10	12	8,03	10,67	2,76
NM11	33	8,35	5,7	1,40
NM12	109	8,17	10,13	1,76
NM13	13	9,71	7,12	1,98
NM14	11	7,79	4,67	1,42
NM15	3	10,41	2,91	1,45
NM16	16	7,91	5,74	1,82

Tabla 7.8. Información estadística descriptiva de la altura de la concha de ejemplares de la especie *Patella caerulea* procedentes de los 16 niveles arqueológicos del yacimiento de Nerja, Sala de la Mina.

El contraste entre niveles se lleva a cabo mediante la prueba no-paramétrica de Kruskal-Wallis, debido a la diferencia en el número de muestras que presentan los distintos niveles arqueológicos entre sí. El resultado muestra, con un p -valor superior a 0,05, que existen diferencias significativas en la altura de la concha por nivel (**Figura 7.9**). Por lo tanto, se procede a aplicar la prueba de comparación de Dunn, con el ajuste metodológico de Bonferroni, para determinar cuáles son los períodos que muestran dicha diferencia significativa. El resultado indica que la diferencia se da entre los ejemplares de NM13 y NM5 y entre los de NM13 y NM2. Además del cambio significativo, también se observa una variación progresiva de la altura por nivel entre los niveles inferiores y superiores. Las diferencias observadas en los NM15, NM8, NM4 y NM2 se vinculan a la cantidad reducida de las muestras.

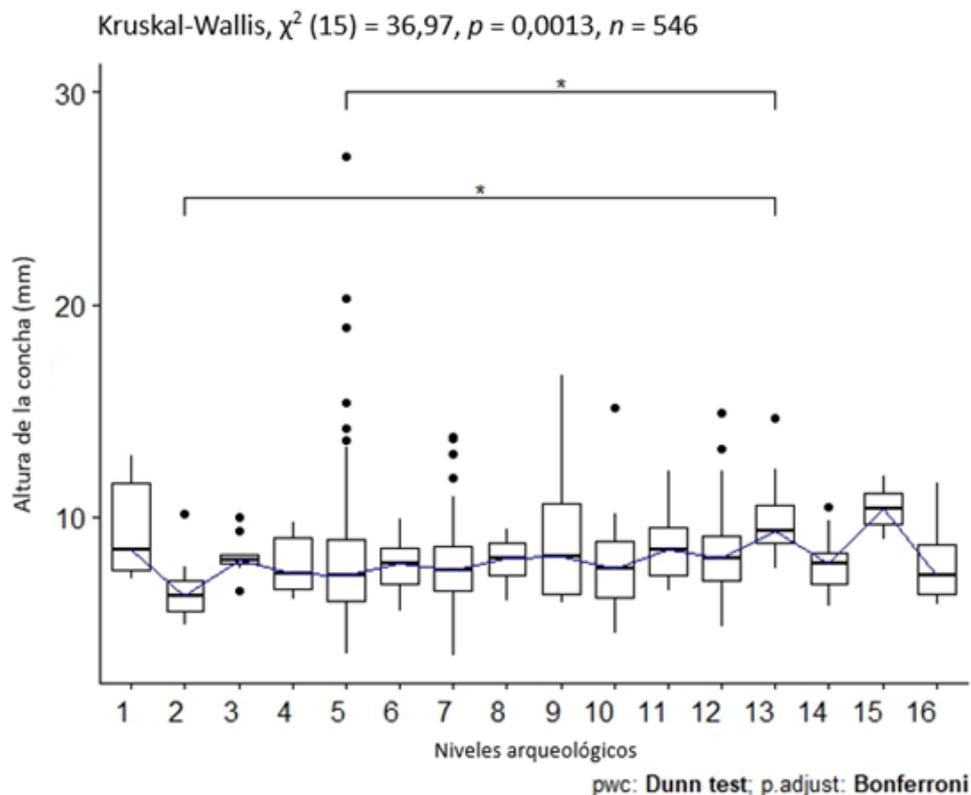


Figura 7.9. Variación en la altura de la concha de la especie *Patella caerulea* en los 16 niveles arqueológicos del yacimiento de Nerja, Sala de la Mina.

Respecto al periodo cronológico, la altura también muestra diferencias en la media, el rango de valores y en la desviación estándar entre los ejemplares de distintos niveles arqueológicos analizados (**Tabla 7.9**). En este caso, igual que en la medida de longitud máxima, en el Paleolítico superior final, con un valor de media de ca. 8, un rango de valores de 6,05 y una desviación estándar de 1,78, se observa una dispersión de datos reducida. Igualmente, el

Mesolítico, con un valor de media de ca. 8, un rango de valores de 10,13 y una desviación estándar de 1,75, muestra una dispersión de datos reducida. Sin embargo, en el conjunto de lapas del periodo Neolítico antiguo final, con un valor de media de ca. 7, un rango de valores de 23,4 y una desviación estándar de 2,79, muestra una amplia dispersión de datos. En el Neolítico antiguo y el Neolítico medio-final, con unos valores de media entre 7,97 y 8,14, unos rangos de valores de 13,19 y 8,01, respectivamente, y una desviación estándar entre 1,97 y 2,17, se observa una dispersión de los datos moderada.

Nivel	N	Media	Rango	Desviación estándar
Paleolítico superior final	30	8,12	6,05	1,78
Mesolítico	155	8,34	10,13	1,75
Neolítico antiguo	112	7,97	13,19	2,17
Neolítico antiguo final	213	7,85	23,4	2,79
Neolítico medio-final	36	8,14	8,01	1,97

Tabla 7.9. Información estadística descriptiva de la altura de la concha de ejemplares de la especie *Patella caerulea* procedentes de los periodos cronológicos estudiados del yacimiento de Nerja, Sala de la Mina.

Para la comparación entre los periodos estudiados, también se utiliza la prueba no-paramétrica de Kruskal-Wallis, debido a la diferencia en el número de muestras que presentan los distintos periodos entre sí. El resultado muestra, con un p -valor de $<0,01$, que existe diferencia significativa en la altura de la concha por periodo (**Figura 7.10**). Por lo tanto, se procede a aplicar la prueba de comparación de Dunn, con el ajuste metodológico de Bonferroni, para determinar cuáles son los períodos que muestran dicha diferencia significativa. El resultado indica que la diferencia se da entre los ejemplares del periodo Mesolítico y el del periodo Neolítico antiguo final. A pesar de que el cambio significativo acontece en el último periodo, los datos muestran que la altura de las conchas tiende a disminuir conforme el periodo cronológico avanza hacia el Neolítico, con un leve aumento en el último periodo. Por tanto, se verifica una disminución en la conicidad de la concha en la población de *Patella caerulea* durante el Neolítico.

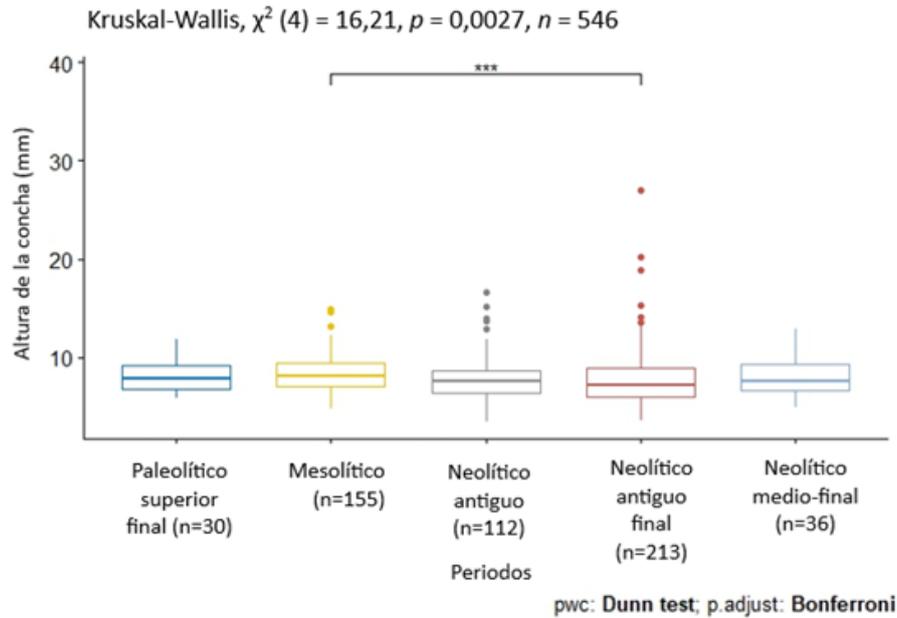


Figura 7.10. Diferencia en la altura de la concha de la especie *Patella caerulea* en base a los periodos cronológicos analizados en la cueva de Nerja, Sala de la Mina.

8.2.2. Datos a partir de la morfometría geométrica.

La variabilidad morfológica observada en las conchas de los ejemplares arqueológicos de *Patella caerulea*, tal y como se ha mencionado anteriormente, podrían haber estado relacionados con las respuestas adaptativas a múltiples factores ambientales (insolación, oleaje, temperatura, ciclos mareales, productividad marina) que pudieron haber tenido incidencia según la franja intermareal de la costa en la que se localizaban las conchas. En consecuencia, se procede a identificar si existen diferencias en la morfología de las conchas. Si se confirma, es necesario identificar si se registran diferencias en la conicidad de las muestras arqueológicas la ubicación espacial de la variación morfológica en la concha, con el fin de determinar si las variables ambientales han actuado o no de manera diferencial cuál de las variables ambientales podrían ser la posible fuente de divergencia morfológica en los ejemplares actuales de esta especie de lapa. El análisis se realiza, primero, por niveles arqueológicos y, segundo, por periodos.

En primer lugar, se obtienen los datos morfológicos a partir de la digitalización de los puntos de referencia (*Landmark*) establecidos para el estudio morfológico de la concha de *Patella*. De manera similar que, con los ejemplares actuales, se han establecido un total de 50 puntos de

referencia en cada una de las muestras. En segundo lugar, se ha realizado la superposición de Procrustes, mediante la metodología de Superposición ordinaria de Procrustes (Goodall 1991), y los residuales resultantes se han analizado en base a las variables morfológicas establecidas a partir del análisis de componentes principales de los referenciales modernos. De esta manera, se logra identificar qué componente (PC) es el que mejor explica la posible variabilidad diacrónica en la morfología de las conchas de los ejemplares arqueológicos de la especie *Patella caerulea* procedentes del yacimiento de Nerja-Mina.

En base a los 10 componentes principales obtenidos a partir del análisis de componentes principales de los residuales de Procrustes de las conchas de *Patella caerulea* actuales, se ha realizado la prueba de contraste de hipótesis para determinar si hay diferencias significativas en alguna de las variables morfológicas de la concha entre los ejemplares de los distintos periodos cronológicos documentados en el yacimiento. Para ello, se aplica la prueba no-paramétrica de Kruskal-Wallis, debido a alta variabilidad en el número de muestras que presentan los distintos periodos cronológicos entre sí (Paleolítico superior final (n=52), Mesolítico (n=164), Neolítico antiguo (n=74), Neolítico antiguo final (n=134) y Neolítico medio-final (n=31)). El resultado muestra que, excepto el PC5, el resto de los componentes principales (del PC1 al PC4 y del PC6 al PC10) no presentan diferencias significativas teniendo en cuenta el periodo cronocultural en el que fueron marisqueados los ejemplares de *Patella* (Tabla 7.10).

PC	N	Kruskal-Wallis	P-valor
1	455	$\chi^2(4) = 3,33$	0,5
2	455	$\chi^2(4) = 6,03$	0,2
3	455	$\chi^2(4) = 3,09$	0,54
4	455	$\chi^2(4) = 3,67$	0,45
5	455	$\chi^2(4) = 10,84$	0,03
6	455	$\chi^2(4) = 9,25$	0,06
7	455	$\chi^2(4) = 3,34$	0,5
8	455	$\chi^2(4) = 3,09$	0,54
9	455	$\chi^2(4) = 3,50$	0,48
10	455	$\chi^2(4) = 1,46$	0,83

Tabla 7.10. Resultados del contraste de hipótesis y el *p*-valor para cada PC de los ejemplares arqueológicos de *Patella caerulea* procedentes de Nerja (Sala de la Mina)

Este componente principal está relacionado con el punto de referencia (*Landmark*) 1, que corresponde a la forma que toma el perímetro de la concha en la parte posterior y es uno de los

puntos que corresponden a la longitud máxima de la concha (**Figura 7.11**). Esta variable morfológica responde a la elongación del pie de la concha, es decir, a la largura del perímetro que a medida que se mayor la elongación tiende a abarcar mayor superficie.

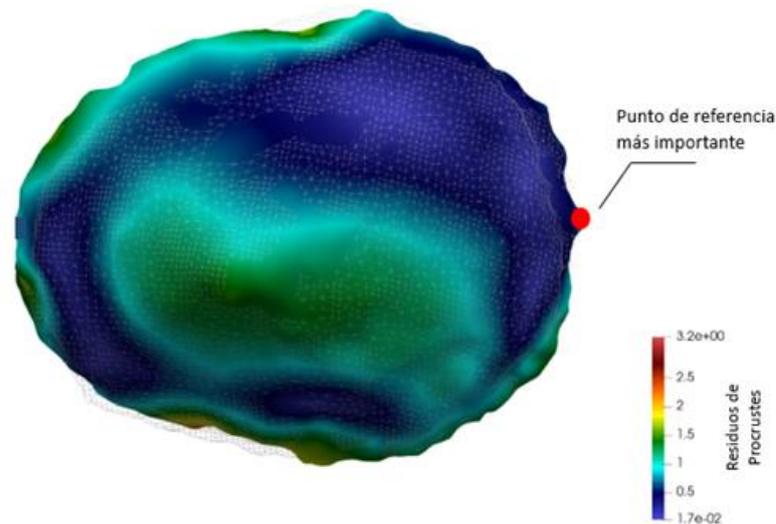


Figura 7.11. Zona espacial de la concha de *Patella caerulea* que mayor variabilidad muestra en relación con la variable morfológica representada por PC5.

A continuación, realizamos el análisis descriptivo del componente PC5 en base al nivel arqueológico y el periodo cronológico de los ejemplares de *Patella* del yacimiento de Cueva de Nerja.

El quinto componente principal, el cual explica la variación en la elongación del pie de la concha, muestra diferencias en el rango de valores y en la desviación estándar entre los ejemplares de los distintos niveles arqueológicos analizados (**Tabla 7.11**). En NM1, NM4, NM6, NM8, NM9, NM14 y NM16, se observa un rango de valores entre ca. 1,80 y 0,8, y una desviación estándar del conjunto de datos entre 0,37 y 0,54, que indica una dispersión de datos reducida. Sin embargo, en NM2, NM5, NM10 y NM15, se observa un rango de valores entre ca. 5 y 1,5, y una desviación estándar del conjunto de datos entre 1,04 y 0,76, que indica una amplia dispersión de datos. En el caso de NM3, NM7, NM11, NM12 y NM13, el rango de valores presenta una variedad entre ca. 3,5 y 1,90, y la desviación estándar está entre 0,67 y 0,61, lo cual apunta a una dispersión de los datos moderada. Este resultado muestra que existe un cambio en la variabilidad de la elongación del pie de la concha de los ejemplares de *Patella* a lo largo de la secuencia estratigráfica, con conjuntos más homogéneos en algunos niveles y más

heterogéneos en otros. Esta variación morfológica es posible que pueda estar relacionada con la existencia de cambios en los factores ambientales durante el Holoceno inicial y medio en la costa del Mar de Alborán (Cacho et al. 2001; Jordá-Pardo et al. 2011).

Nivel	N	Rango	Desviación estándar
NM1	11	1,29	0,38
NM2	5	2,66	1,04
NM3	10	1,93	0,64
NM4	5	1,24	0,51
NM5	134	4,8	0,76
NM6	6	1,56	0,57
NM7	41	2,52	0,64
NM8	4	0,79	0,37
NM9	14	1,89	0,54
NM10	9	2,16	0,77
NM11	27	2,95	0,67
NM12	137	3,41	0,61
NM13	27	2,33	0,67
NM14	12	1,44	0,52
NM15	3	1,51	0,76
NM16	10	1,63	0,45

Tabla 7.11. Información estadístico descriptiva de PC5 en los ejemplares de *Patella caerulea* procedentes de los 16 niveles arqueológicos procedentes de Nerja (Sala de la Mina).

Asimismo, el PC5, también muestra diferencias en el rango de valores y en la desviación estándar entre los ejemplares de distintos periodos cronológicos analizados (**Tabla 7.12**). En el caso del conjunto de lapas del periodo Paleolítico superior final se observa un rango de valores de 2,34 y una desviación estándar de 0,6, mostrando una dispersión de datos reducida. Sin embargo, en el conjunto del periodo Neolítico antiguo final se observa un rango de valores de 4,8 y una desviación estándar de 0,76, que indica una amplia dispersión de datos. En los conjuntos de los periodos Mesolítico, Neolítico antiguo y Neolítico medio-final, el rango de valores presenta una variedad entre ca. 3,5 y 2,6, y la desviación estándar está entre 0,65 y 0,62, lo cual apunta a una dispersión de los datos moderada. Por lo tanto, de la misma manera que la dinámica registrada en cada uno de los niveles, entre periodos cronológicos también se observa variación en la elongación del pie de la concha, con periodos en que esta característica presenta una mayor heterogeneidad que en otros.

Periodo	N	Rango	Desviación estándar
Paleolítico superior final	52	2,34	0,6
Mesolítico	164	3,41	0,62
Neolítico antiguo	74	3,34	0,65
Neolítico antiguo final	134	4,8	0,76
Neolítico medio-final	31	2,69	0,64

Tabla 7.12. Información estadístico descriptiva de PC5 en los ejemplares de *Patella caerulea* procedentes de los 5 periodos cronológicos estudiados procedentes de Nerja (Sala de la Mina).

8.2.3. Diferencias morfométricas entre los ejemplares en base a los distintos periodos estudiados y la variabilidad por nivel.

En base a la heterogeneidad observada en la elongación de la concha de *Patella* por nivel arqueológico y por periodo cronológico, se ha realizado el análisis de contraste de hipótesis para determinar cuáles son los conjuntos de datos que presentan diferencias significativas entre sí. Para ello, se ha analizado por un lado en base a los niveles y, por otro lado, en base a los periodos.

El contraste entre niveles se ha llevado a cabo mediante la prueba no-paramétrica de Kruskal-Wallis, debido a la diferencia en el número de muestras que presentan los distintos niveles arqueológicos entre sí. El resultado muestra, con un p -valor $<0,05$ en todos los niveles, que no existen diferencias significativas en la elongación del pie de la concha entre niveles (**Figura 7.12**).

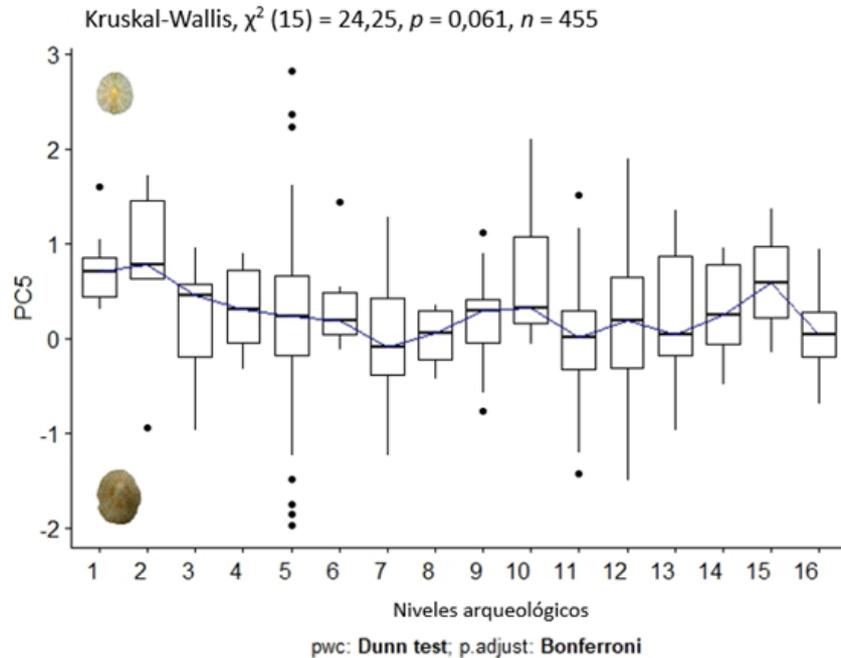


Figura 7.12. Variación en la elongación del pie de la concha de la especie *Patella caerulea* en los 16 niveles arqueológicos procedentes de Nerja (Sala de la Mina).

Para determinar si existen variaciones entre los distintos periodos cronológicos de la secuencia de Nerja (Sala de la Mina), también se ha utilizado la prueba no-paramétrica de Kruskal-Wallis, debido a la diferencia en el número de muestras que presentan los distintos periodos entre sí. El resultado muestra, con un p -valor de 0,028, que existe diferencia significativa en la elongación del pie de la concha por periodo (**Figura 7.13**). Se ha aplicado a continuación la prueba de comparación de Dunn, con el ajuste metodológico de Bonferroni, para determinar cuáles son los periodos en que dicha diferencia es significativa. El resultado indica que la diferencia en la morfología es significativa entre el Mesolítico y el Neolítico medio-final. A pesar de que el cambio significativo acontece en el periodo más reciente documentado en la Sala de la Mina, los datos muestran que la elongación de las conchas tiende a ser menos marcada conforme nos acercamos al Neolítico. Esto podría estar relacionado con la mejora de las condiciones ambientales marinas y, en especial, con la existencia de un oleaje más suave en comparación con periodos precedentes, como en el Paleolítico superior final (Cabral y Silva 2003).

Además de un cambio significativo, también se observa que la variabilidad en la elongación de la concha es distinta entre periodos. En el Paleolítico superior final, el conjunto de conchas presenta una variabilidad homogénea en la elongación del pie, que se verifica con un valor de rango de 2,34, en comparación con los periodos más recientes de la secuencia. Los periodos

Mesolítico y Neolítico antiguo presentan un rango de valor relativamente alto (3,41 y 3,34, respectivamente) y, con ello, una variedad mayor en la elongación entre las conchas del conjunto. El Neolítico antiguo final, con el rango de valores más alto de todos los periodos (4,8), muestra el conjunto más heterogéneo en lo referente a la elongación del pie de la concha. Finalmente, en el último periodo, el Neolítico medio-final, se observa una mayor homogeneidad en cuanto a esta variable morfológica. En este caso, una mayor variabilidad en la forma de las conchas de un mismo periodo puede indicar que los ejemplares de *Patella caerulea* no se recolectaron de una misma zona costera, sino que se recogieron de zonas con distintos factores ambientales, o áreas con intensidad diferencial de la fuerza del oleaje.

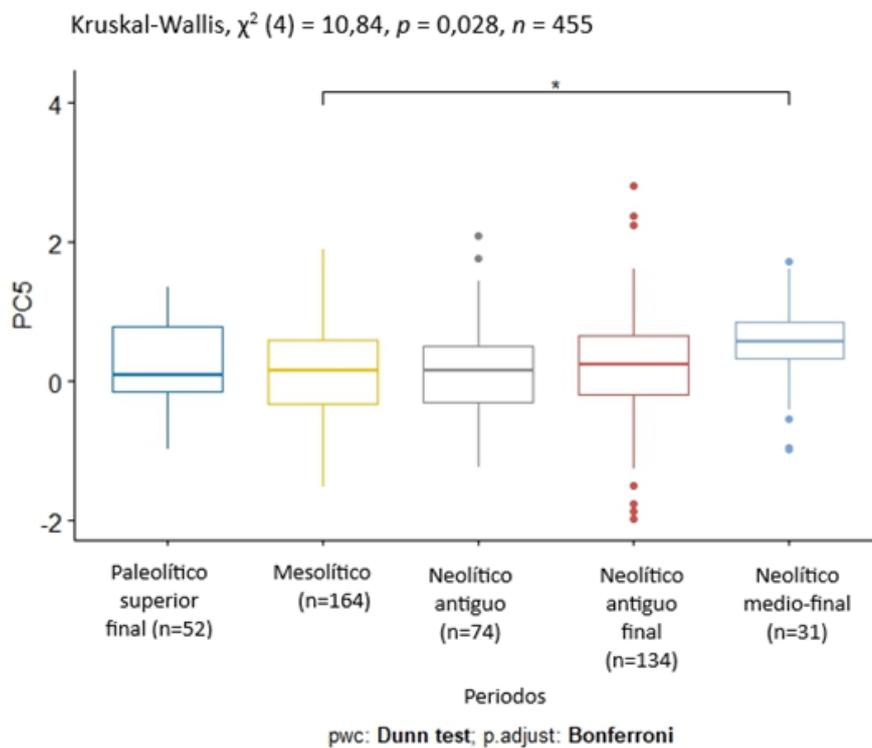


Figura 7.13. Diferencia en la elongación del pie de la concha de la especie *Patella caerulea* en base a los periodos cronológicos analizados procedentes de Nerja (Sala de la Mina)

Capítulo 8. Resultados del análisis isotópico de las lapas de la especie *Patella caerulea* en los yacimientos de la cueva de Nerja (Sala de la Mina) y en el Abrigo de Zacatín (Málaga)

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos del análisis de isótopos estables de oxígeno y carbono de la concha de la especie *Patella caerulea*. En primer lugar, se exponen los valores obtenidos por yacimiento. El orden de la información es la siguiente: a. la descripción de la variabilidad inter-anual en los valores de oxígeno a partir del muestreo secuencial, b. descripción de la variabilidad inter-anual en los valores de carbono a partir del muestreo secuencial, c. el cálculo de temperatura superficial del mar a partir del rango isotópico obtenido por cada periodo y d. la estimación de la estación de adquisición de esta especie del género *Patella* por periodos. En segundo lugar, se realiza la comparación de los resultados obtenidos entre ambos yacimientos.

8.1. Los valores $\delta^{18}\text{O}$ de las conchas de la Sala de la Mina de Nerja

El análisis isotópico se ha realizado en 40 conchas de la especie *Patella caerulea* procedentes de cuatro niveles del yacimiento de Nerja-Mina. Estos niveles corresponden a NM16, adscrito al Paleolítico superior final (n=10), a NM12, al Mesolítico (n=10), a NM7, al Neolítico antiguo (n=10) y a NM5, al Neolítico antiguo final (n=10). Los perfiles isotópicos obtenidos muestran, en todos los casos, una variación en los valores de oxígeno de las muestras analizadas que cubren la secuencia del crecimiento y vida de las conchas. Asimismo, en las conchas analizadas secuencialmente (una muestra tras otra a lo largo de toda la capa m+2) se observa un patrón cíclico sinusoidal en los valores. En base a los estudios realizados en ejemplares modernos de esta especie de *Patella* (Prendergast y Schöne 2017, Ferguson et al. 2011), esta ciclicidad corresponde a la periodicidad anual. Los valores isotópicos altos corresponden a las temperaturas de la estación de invierno y los valores isotópicos bajos a las temperaturas de la estación de verano. También se observan diferencias en los valores máximos, mínimos y rangos obtenidos de las distintas conchas de un mismo nivel.

En NM16, el muestreo secuencial presenta un valor máximo de 1,67‰ y un mínimo de -1,10‰. A partir de estos valores se calcula un rango de 2,77‰. Sin embargo, los valores obtenidos en la concha 38 amplían los valores máximos registrados en la concha 40. Por lo tanto, los valores

máximos en este nivel corresponden a 2,17‰, por lo que aumenta el valor de rango (3,27‰) (Tabla 8.1).

	N	máximo	mínimo	rango	media	DS
Secuencial	23	1,67	-1,1	2,77	0,48	0,2
Total	68	2,17	-1,1	3,27	0,49	0,13

Tabla 8.1. Información estadística de los valores isotópicos de oxígeno de la muestra total y secuencial de *Patella caerulea* de NM16

En cuanto a la variación en los valores isotópicos en función de la distancia del borde de la concha, considerando que entre muestras existe una media de 0,06 mm, se observan tres momentos de variación a lo largo de la secuencia de la concha 40 (Figura 8.1). Los valores obtenidos entre 0 y 0,35 mm presentan una variación isotópica de 0,23‰ y corresponden a los valores más negativos de la secuencia. Entre la distancia de 0,4 y 0,8 mm los valores aumentan y se observa la mayor variación isotópica en la secuencia, con una diferencia de 2,12‰. En el último, entre 0,85 y 1,46 mm, los valores isotópicos varían un 0,42‰ y corresponden a los valores más positivos de la secuencia. Estos cambios se relacionan con las modificaciones de la temperatura del mar que suceden entre las estaciones, por lo que, la primera fase corresponde a los meses de verano, la segunda fase a los meses de otoño y la tercera fase a los meses de invierno. En este caso, no se ha obtenido una secuencia anual, sino los últimos 8 o 9 meses de vida del ejemplar.

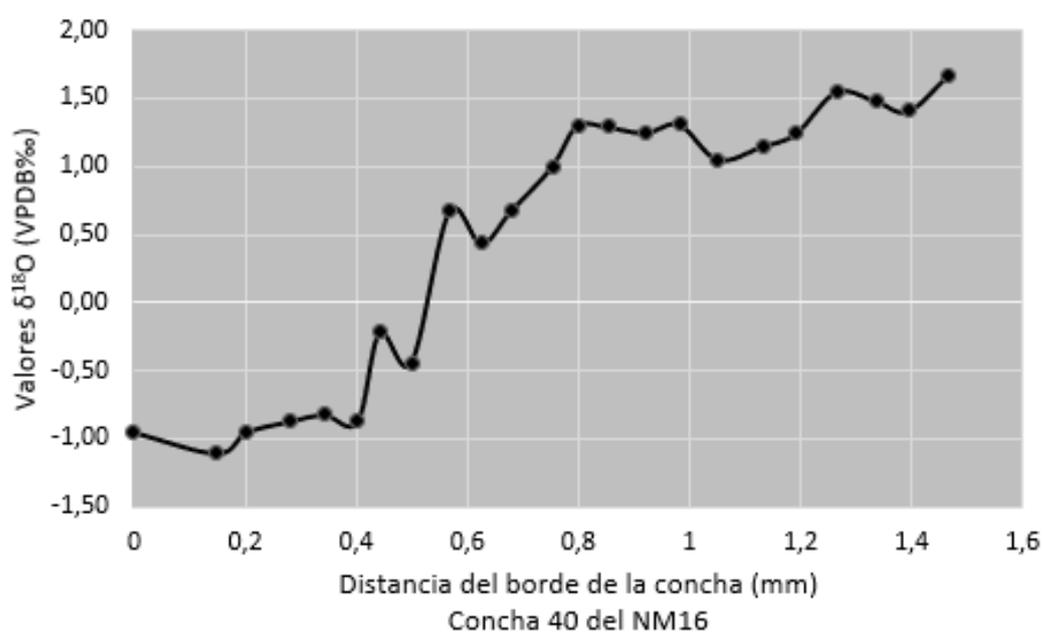


Figura 8.1. Perfiles de $\delta^{18}\text{O}_{\text{concha}}$ obtenidas del muestreo secuencial de la concha 40 de la especie *Patella caerulea* en NM16.

En NM12, el muestreo secuencial presenta un valor máximo de 1,15‰ y un mínimo de -0,69‰. En este caso, el rango calculado es de 1,84‰. Si observamos el resto de las conchas analizadas aumenta el valor máximo de la secuencial. En las conchas 14 y 17 se registran valores superiores a 1,70‰. En las conchas 11, 13 y 18 presentan valores entre 1,80‰ y 1,90‰, y en las conchas 16 y 19 los valores ascienden a 2,12‰ y 2,01‰. Por lo tanto, el valor máximo del nivel es 2,12‰, con un rango de 2,81‰ (**Tabla 7.2**).

	N	máximo	mínimo	rango	media	DS
Secuencial	21	1,15	-0,69	1,84	0,09	0,12
Total	66	2,12	-0,69	2,81	0,75	0,1

Tabla 8.2. Información estadística de los valores isotópicos de oxígeno de la muestra total y secuencial de *Patella caerulea* de NM12

En cuanto a la variación en los valores isotópicos en función de la distancia del borde de la concha, considerando que entre muestras existe una media de 0,07 mm, se advierten cuatro momentos de variación a lo largo de la secuencia de la concha 12 (**Figura 8.2**). Los valores obtenidos entre 0 y 0,31 mm presentan una variación isotópica de 1,56‰, que muestra un cambio hacia valores más negativos. Entre la distancia de 0,38 y 0,97 mm los valores aumentan en una media de 0,12‰ y presentan una variación de 1,08‰. Entre la distancia de 1,03 y 1,23 mm los valores son más negativos, con una diferencia de 0,94‰. Finalmente, en el último, se observa un aumento del valor de 1,32‰ y entre 1,28 y 1,42 mm los valores isotópicos varían levemente un 0,25‰. Estos cambios en los valores isotópicos corresponden, en el primero, a los meses de primavera, el segundo, a los meses de verano y comienzos del otoño, con un aumento de temperaturas en los tres momentos, y el cuarto, a los meses de otoño. En la concha 12 también se han obtenido los últimos 8 o 9 meses de vida del ejemplar.

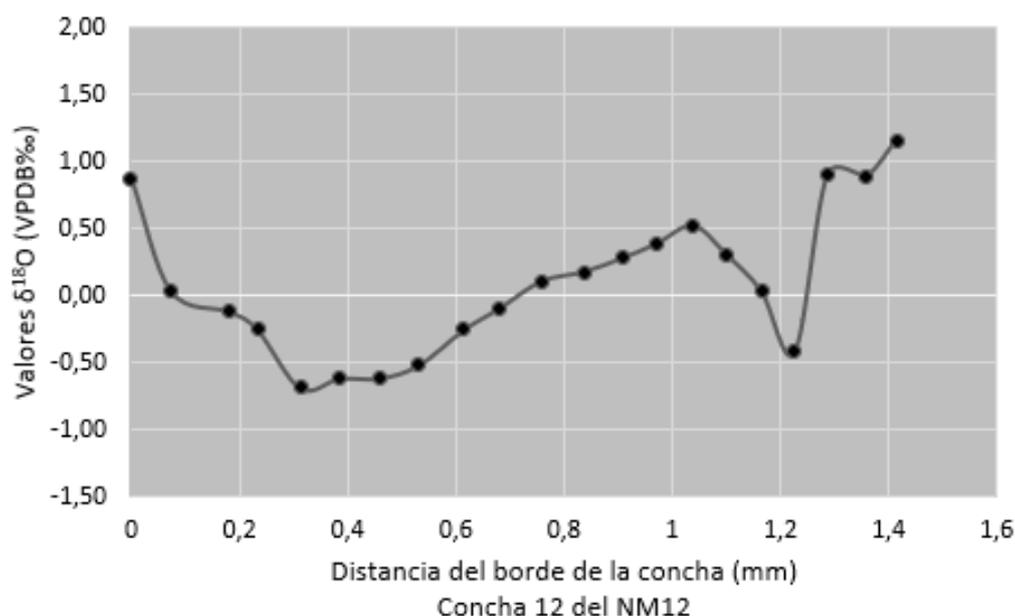


Figura 8.2. Perfiles de $\delta^{18}\text{O}_{\text{concha}}$ obtenidas del muestreo secuencial de la concha 12 de la especie *Patella caerulea* en NM12.

En NM7, el muestreo secuencial presenta un valor máximo de 1,53‰ y un mínimo de -0,97‰, que equivalen a un rango de 2,5‰. En este caso, la concha 24 muestra un valor más negativo (-1,06‰) y la concha 21 muestra un valor más positivo (1,92‰), que amplían el rango a un valor de 2,98‰ (**Tabla 8.3**).

	N	máximo	mínimo	rango	media	DS
Secuencial	19	1,53	-0,97	2,5	0,34	0,22
Total	64	2	-1,06	3,06	0,57	0,12

Tabla 8.3. Información estadística de los valores isotópicos de oxígeno de la muestra total y secuencial de *Patella caerulea* de NM7

En cuanto a la variación en los valores isotópicos en función de la distancia al borde de la concha, considerando que entre muestras existe una media de 0,07 mm, se observan tres momentos de variación a lo largo de la secuencia de la concha 22 (**Figura 8.3**). En la primera, después de un descenso en los valores de 0,49‰, entre 0,05 y 0,27 mm se observa una variación isotópica de 0,25‰. Corresponde con los valores más negativos de la secuencia. Entre la distancia de 0,33 y 0,81 mm los valores aumentan y se observa la mayor variación isotópica en la secuencia, con una diferencia de 1,72‰. En la última, entre 0,88 y 1,28 mm los valores isotópicos varían un 0,14‰ y corresponden a los valores más positivos de la secuencia. Estos

cambios en los valores isotópicos corresponden, en el primer momento, a los meses de verano, en el segundo, a los meses de otoño, y, en el cuarto, a los meses de invierno. En este caso, los valores que equivalen al invierno son claramente menos positivos, y, por tanto, menos fríos que los valores máximos registrados en otras conchas del mismo nivel. En la concha 22 también se han obtenido los últimos 8 o 9 meses de vida del ejemplar.

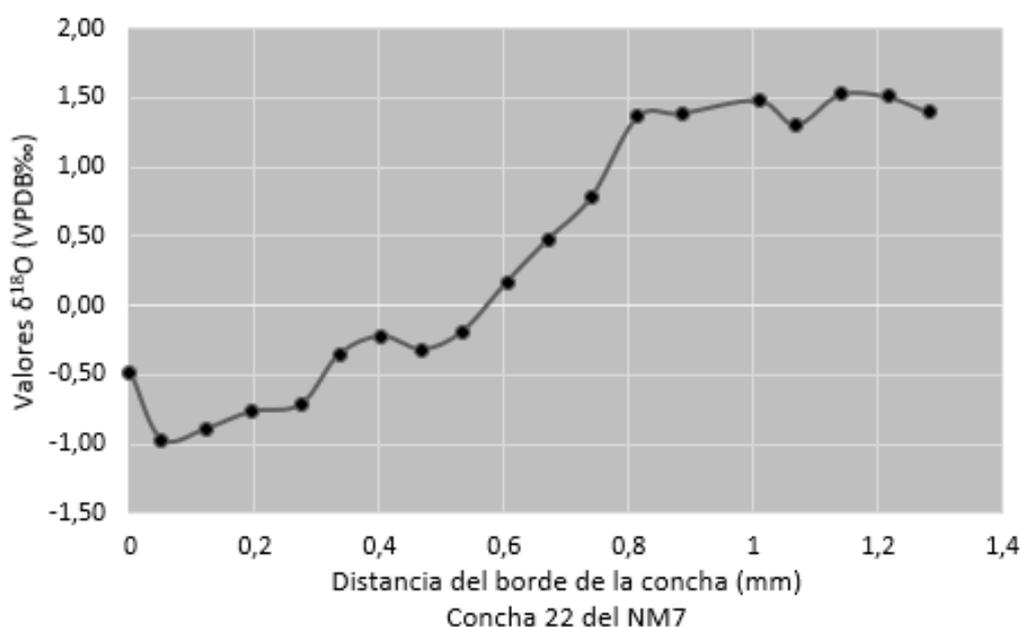


Figura 8.3. Perfiles de $\delta^{18}\text{O}_{\text{concha}}$ obtenidas del muestreo secuencial de la concha 22 de la especie *Patella caerulea* en NM7.

En NM5, el muestreo secuencial presenta un valor máximo de 2,10‰ y un mínimo de -0,53‰. En este caso el rango calculado es de 2,63‰. Sin embargo, los valores del resto de conchas del nivel aumentan tanto los valores máximos como los mínimos. Las conchas 1 y 8 presentan valores mínimos de -1,17‰ y -1,26‰, respectivamente. En cambio, las conchas 5 y 7 registran valores máximos de 2,13‰ y 1,95‰, respectivamente. Por lo tanto, el valor máximo del nivel es de 2,13‰ y el valor mínimo de -1,26‰, que equivale a un rango de 3,39‰ (**Tabla 8.4**).

	N	máximo	mínimo	rango	media	DS
Secuencial	23	2,1	-0,53	2,63	0,17	0,16
Total	68	2,13	-1,26	3,39	0,92	0,11

Tabla 8.4. Información estadística de los valores isotópicos de oxígeno de la muestra total y secuencial de *Patella caerulea* de NM5

En cuanto a la variación en los valores isotópicos en función de la distancia del borde de la concha, considerando que entre muestras existe una media de 0,08 mm, se advierten cinco fases con cambios significativos a lo largo de la secuencia de la concha 7 (**Figura 4.4**). Los valores obtenidos entre 0 y 0,24 mm presentan una variación isotópica de 0,15‰ y corresponden a los valores máximos de la secuencia. Entre la distancia de 0,32 y 0,64 mm los valores presentan una variación de 2,23‰, llegando a los valores mínimos de la secuencia. Entre la distancia de 0,64 y 0,85 mm se observa un aumento de los valores de 1,19‰ al inicio y, posteriormente, un descenso de 0,6‰. Entre la distancia de 0,95 y 1,29 mm los valores aumentan con una variación de 1,19‰. Finalmente, entre 1,37 y 1,77 mm se observan de nuevo valores positivos con una leve variación de 0,25‰. Estos cambios en los valores isotópicos corresponden, en la primera fase, a los meses de invierno, en la segunda fase, a los meses de verano, en la tercera y cuarta, a los meses de otoño y la quinta fase, a los meses de invierno. Por lo tanto, en la concha 7 se registra un ciclo anual y los meses del invierno siguiente.

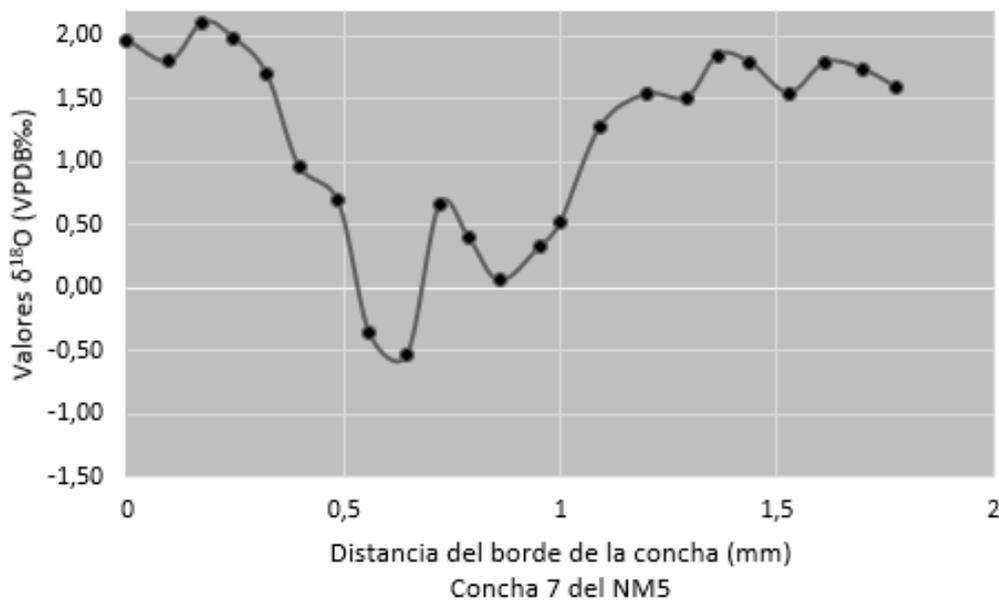


Figura 8.4. Perfiles de $\delta^{18}\text{O}_{\text{concha}}$ obtenidas del muestreo secuencial de la concha 7 de la especie *Patella caerulea* en NM5.

Desde el punto de vista diacrónico, los resultados de los cuatro niveles presentan cierta similitud en la horquilla de los valores máximos y mínimos. Estos muestran un valor máximo de ca. 2‰ y un valor mínimo de ca. -1‰. Sin embargo, se observan ligeras diferencias entre los niveles estudiados (**Figuras 8.5 y 8.6**).

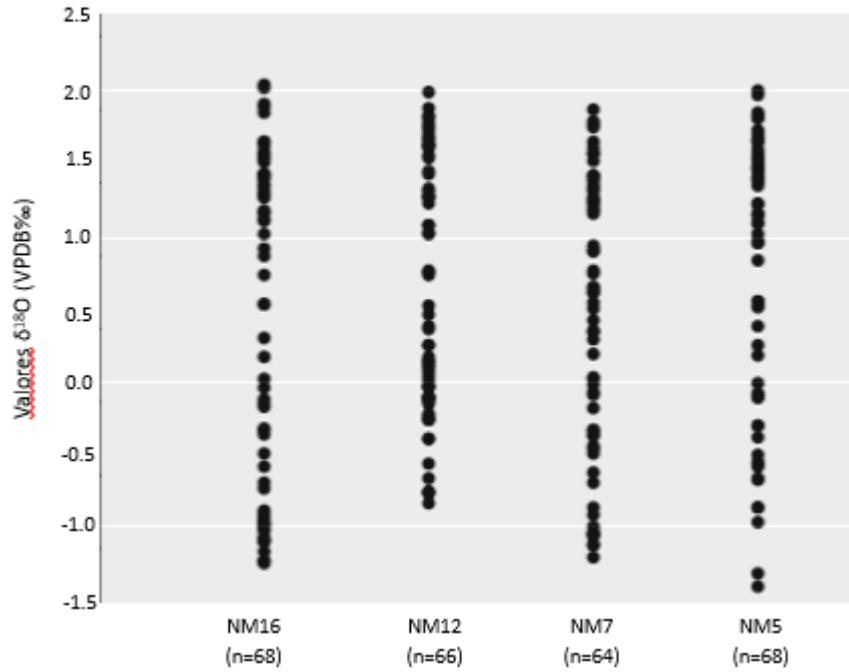


Figura 8.5. Distribución de los valores isotópicos de $\delta^{18}\text{O}_{\text{concha}}$ de la especie *Patella caerulea* de todas las conchas de los cuatro niveles estudiados en Nerja-Mina.

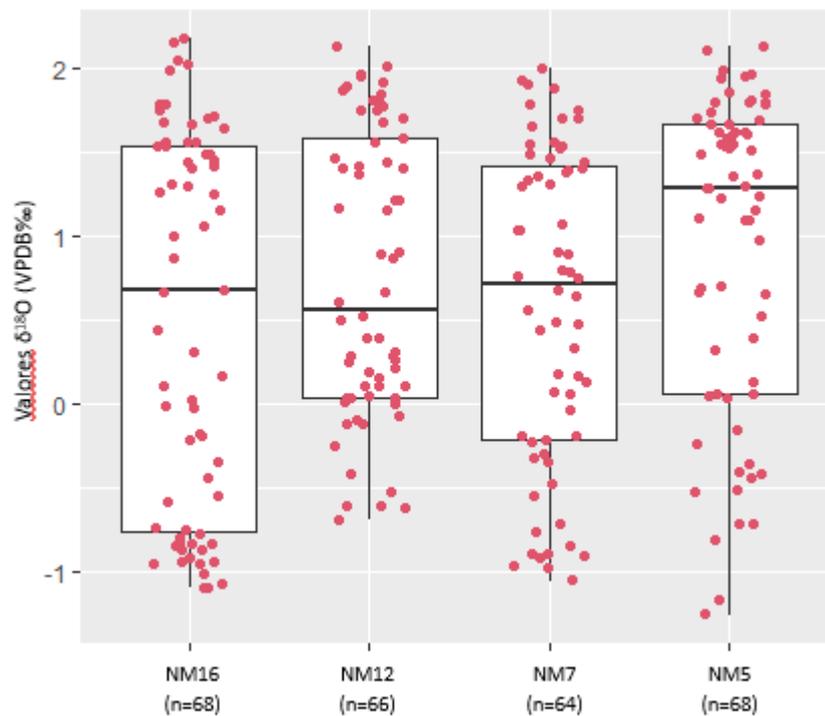


Figura 8.6. Boxplot de la distribución de los valores isotópicos de $\delta^{18}\text{O}_{\text{concha}}$ de la especie *Patella caerulea* de todas las conchas de los cuatro niveles estudiados en Nerja-Mina.

Los valores máximos presentan una ligera reducción entre NM16 y NM7. En este caso, los valores descienden del 2,17‰ al 2,12‰ y 1,97‰, respectivamente. En NM5 el valor aumenta a 2,13‰, pero sin igualar el valor de NM16. Los valores mínimos presentan mayor variación entre los niveles analizados respecto a los valores máximos. Entre NM16 y NM7, se observa una disminución de los valores negativos, los cuales pasan del -1,10‰ (NM16) al -0,69‰ (NM12) y -1,06‰ (NM7). En NM5, en cambio, el valor mínimo aumenta, registrando el valor isotópico más negativo de toda la secuencia analizada (-1,26‰).

8.2. Los valores $\delta^{13}\text{C}$ de las conchas de Nerja-Mina.

Los valores isotópicos del carbono, también, muestran una variación a lo largo del crecimiento de la concha, aunque a diferencia de los valores isotópicos de oxígeno, estos no presentan una marcada ciclicidad en las conchas analizadas secuencialmente. En este caso, los rangos, calculados a partir de la distancia del valor máximo y el mínimo, son más limitados, sin grandes variaciones en los valores entre el cambio de estación. De esta manera, NM16 presenta un rango de 2,62‰, mientras que NM12 tiene un rango de 1,51‰, NM7 un rango de 1,8‰ y NM5 un rango de 1,65‰.

En el nivel 16, los valores de $\delta^{13}\text{C}$ obtenidas en la concha 40 muestran un valor máximo de 0,66‰ y un valor mínimo de -1,96‰. A partir de estos se calcula un rango de 2,62‰. Si tenemos en cuenta los valores obtenidos del resto de conchas del nivel, el valor máximo aumenta a 2,28‰, con lo que el rango se amplía a 4,24‰.

Considerando que entre las muestras de la secuencia existe una media de 0,07 mm, se observan variaciones en los valores isotópicos en función de la distancia del borde de la concha (**Figura 8.7**). En ella se identifican dos momentos de variación. En la primera, entre 0 y 0,44 mm se observa una variación isotópica de 2,56‰, llegando a los valores mínimos de la secuencia. En el segundo, entre 0,49 y 1,47 mm los valores aumentan y se observa una variación isotópica de 2,33‰, hasta llegar a los valores máximos de la secuencia.

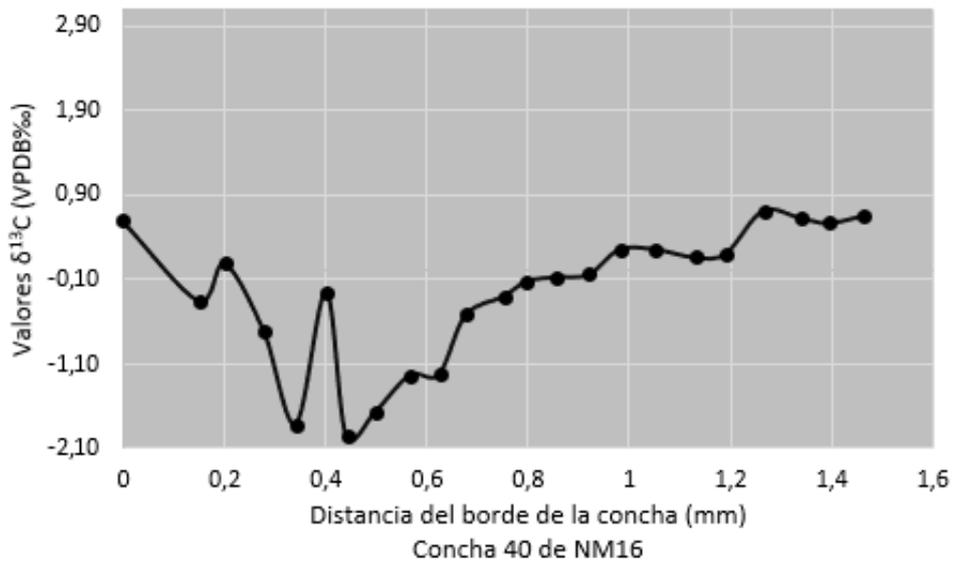


Figura 8.7. Perfiles de $\delta^{13}\text{C}_{\text{concha}}$ obtenidas del muestreo secuencial de la concha 40 de la especie *Patella caerulea* en NM16.

En el nivel 12, los valores de $\delta^{13}\text{C}$ obtenidas en la concha 12 muestran un valor máximo de 3,10‰ y un valor mínimo de 1,44‰, por lo que se calcula un rango de 1,66‰. Los resultados del resto de conchas del nivel modifican tanto el valor máximo como el mínimo, estableciendo un valor máximo de 3,64‰ y el valor mínimo de -0,62‰, con un rango de 4,26‰.

Considerando que entre las muestras de la secuencia se observa una media de 0,07 mm, se observan variaciones en los valores isotópicos en función de la distancia del borde de la concha (**Figura 8.8**). En este caso, los valores isotópicos muestran una tendencia de descenso a lo largo de la secuencia, con una variación de 1,66‰. A pesar de ello, se observan varios episodios donde el valor cambia de manera abrupta. De esta manera, en la distancia 0,23 mm se observa un descenso marcado con una variación de 0,59‰ y en las distancias de 0,46 y 0,62 mm se observa un aumento de 0,62‰ y 0,5‰, respectivamente. Entre 0,68 y 1,41 mm los valores disminuyen con una variación de 0,69‰ hasta llegar a los valores más negativos de la secuencia.

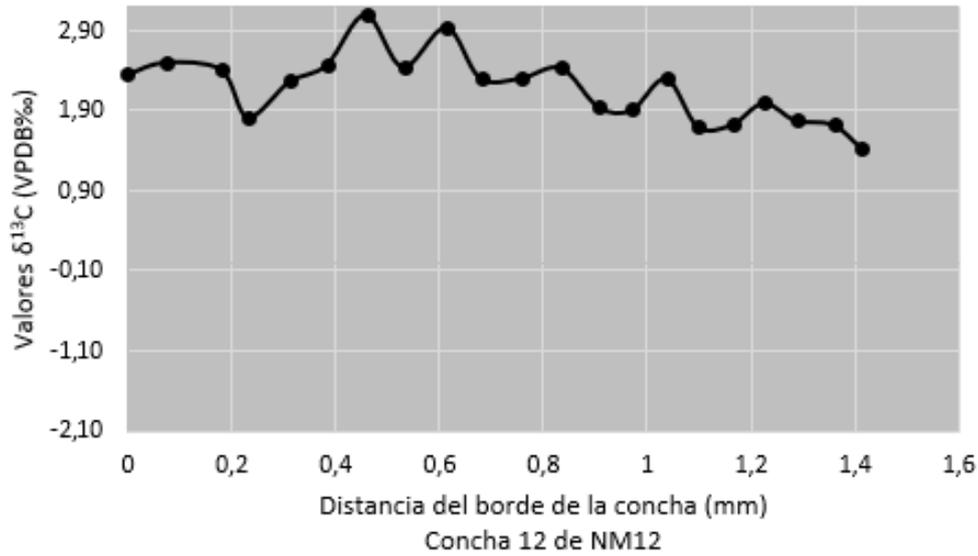


Figura 8.8. Perfiles de $\delta^{13}\text{C}_{\text{concha}}$ obtenidas del muestreo secuencial de la concha 12 de la especie *Patella caerulea* en NM12.

En el nivel 7, los valores de $\delta^{13}\text{C}$ obtenidas en la concha 22 muestran un valor máximo de 1,26‰ y un valor mínimo de -0,54‰, por lo que se calcula un rango de 1,8‰. Los resultados del resto de conchas del nivel modifican el valor máximo, que se establece en un 2,85‰, por lo tanto, el rango se modifica a 3,39‰.

Considerando que entre las muestras de la secuencia se observa una media de 0,07 mm, se observan variaciones en los valores isotópicos en función de la distancia del borde de la concha (**Figura 8.9**). En este caso, los valores isotópicos también muestran una tendencia de descenso a lo largo de la secuencia, con una variación de 1,8‰. A pesar de esta tendencia general, entre 1,21 y 1,28 mm se observa un leve aumento en los valores con una variación de 0,74‰.

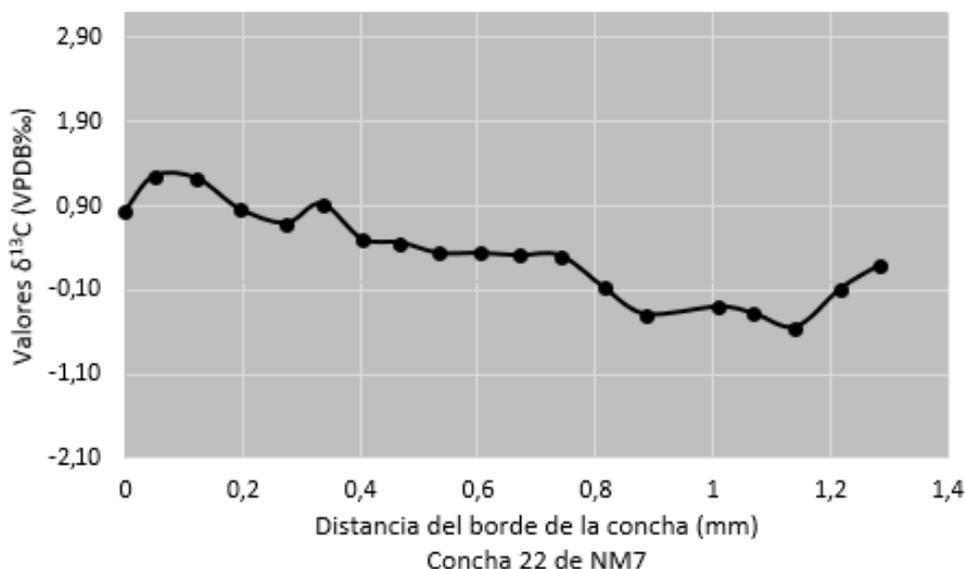


Figura 8.9. Perfiles de $\delta^{13}C_{concha}$ obtenidas del muestreo secuencial de la concha 22 de la especie *Patella caerulea* en NM7.

En el nivel 5, los valores de $\delta^{13}C$ obtenidas en la concha 7 muestran un valor máximo de 0,66‰ y un valor mínimo de -1,96‰. A partir de estos se calcula un rango de 2,62‰. Si tenemos en cuenta los valores obtenidos del resto de conchas del nivel, el valor máximo y mínimo se modifican. Por tanto, el valor máximo es de 3,62‰ y el valor mínimo es de -1,22‰. Esto hace que el rango se amplía a 4,84‰.

Considerando que entre las muestras de la secuencia hay una media de 0,08 mm, se observan variaciones en los valores isotópicos en función de la distancia del borde de la concha (**Figura 8.10**). Aunque la tendencia general en la secuencia es de aumento en los valores isotópicos, con una variación de 1,65‰, se observan tres momentos de variación. En la primera fase, entre 0 y 0,64 mm los valores aumentan una media de 0,09‰. En la segunda fase, en la distancia de 0,72 mm, se observa un descenso marcado de 1,21‰. En la última fase, entre 0,78 y 1,77 mm, los valores vuelven a aumentar, esta vez con una media de 0,01‰ hasta llegar a los valores máximos de la secuencia.

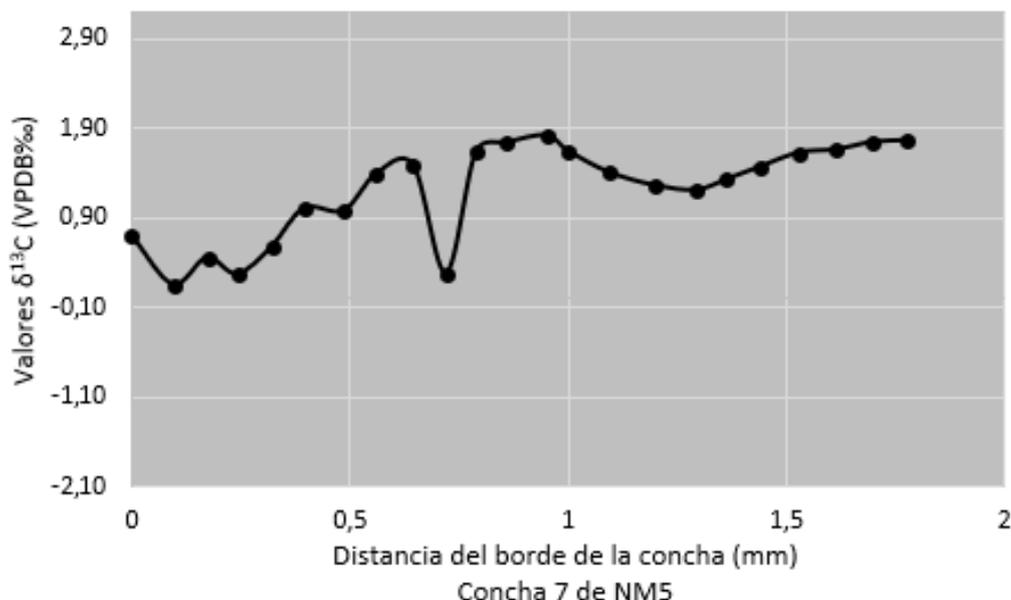


Figura 8.10. Perfiles de $\delta^{13}\text{C}_{\text{concha}}$ obtenidas del muestreo secuencial de la concha 7 de la especie *Patella caerulea* en NM5.

Desde el punto de vista diacrónico, los valores isotópicos del Carbono muestran una marcada variación entre los niveles estudiados (**Figura 8.11**). NM16 presenta el valor mínimo más alto, con el valor de -1,96‰, respecto al resto de niveles, pero en especial al NM12 y NM7, ambas con valores inferiores a ca. -0,60‰. En el NM12, con valores que superan ca. 3‰, se registran valores máximos más altos en comparación al resto de niveles estudiados, que a excepción del NM5 no superan el valor de 2,85‰. Respecto al rango de los valores isotópicos, el NM7, con un rango de 3,39‰, es el nivel con menos variabilidad de valores, mientras que el NM5, con un rango de 4,84‰, es el nivel con mayor variabilidad de valores. Estos cambios en los rangos de valores se confirman con las variaciones en la media, que pasa de un valor 0,61‰ en NM16, a un 1,98‰ en NM12, un 0,53‰ en NM7 y un 1,29‰ en NM5.

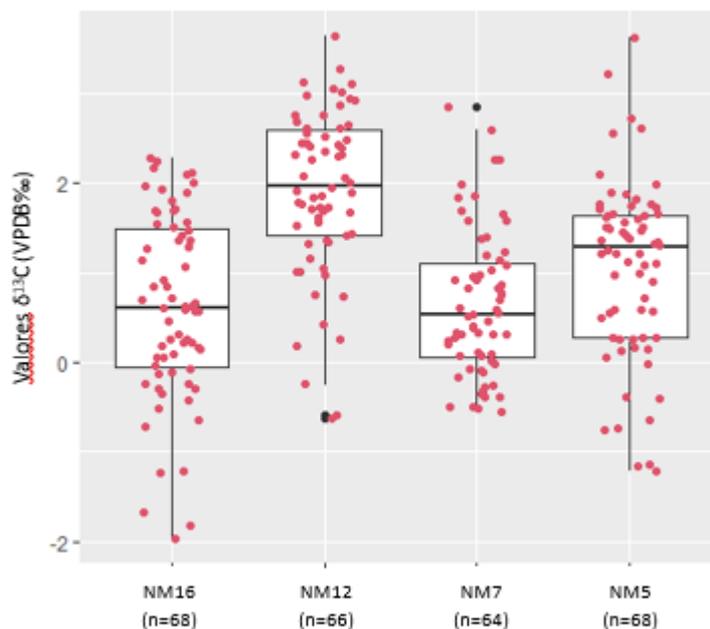


Figura 8.11. Boxplot de la distribución de los valores isotópicos de $\delta^{13}\text{C}_{\text{concha}}$ de la especie *Patella caerulea* de todas las conchas de los cuatro niveles estudiados de Nerja-Mina.

8.3. Reconstrucción de las temperaturas del mar ($T_{\delta^{18}\text{O}}$) a partir de las conchas de *Patella caerulea* de la secuencia de Nerja-Mina.

La estimación de la temperatura del mar ($T_{\delta^{18}\text{O}}$), a partir de los valores $\delta^{18}\text{O}$ de las conchas de *Patella* analizados, se ha realizado mediante la ecuación (2) de O'Neil et al. (1969) y la corrección del valor $\delta^{18}\text{O}$ de agua, obtenido mediante la ecuación (1), propuesta por Fairbanks (1989) para cada metro de ascenso del nivel del mar (en el capítulo 4 con más detalle). De esta manera, se ha obtenido las temperaturas máximas y mínimas anuales para cada nivel arqueológico estudiado de Nerja-Mina. Esto nos permite verificar si los resultados isotópicos obtenidos de las conchas están dentro de un rango válido o esperado para cada periodo.

En el NM16, datado entre ca. 15100 y 13300 cal BP (12400-11900 cal BC), se calcula un máximo de 28,96 °C en verano y un mínimo de 14,01 °C en invierno en la temperatura del mar. La media de todas las temperaturas calculadas es de 21,53 °C. Estos valores difieren de los valores actuales que presentan una media de 15,25 °C en invierno y 19,18 °C en verano (Varga-Yañez et al. 2017). Esta diferencia en especial en las temperaturas de verano se debe a la existencia de un episodio de calor registrado a finales del Younger Dryas, especialmente abrupta en el Mar de Alborán (Cacho et al. 2001). En el NM12, datado entre ca. 8400 y 7900

cal BP (6100-5900 cal BC), las temperaturas del mar bajan en comparación al periodo Paleolítico superior final. Se calcula un máximo de 24,49 °C en verano y un mínimo de 12,04 °C en invierno en la temperatura del mar. La media de todas las temperaturas calculadas es de 20,30 °C. Este valor de media es similar a la proporcionada por Jorda-Pardo et al. (2011), en la que sitúan las temperaturas superficiales del mar durante el Holoceno medio e inferior (8.550-3.600 cal BP) entre 19 y 20°C. En el NM7, datado entre ca. 7250 y 7000 cal BP (5.200-5.000 cal BC), las temperaturas del mar suben en comparación al periodo Mesolítico. En este caso, se calcula un máximo de 26,25 °C en verano y un mínimo de 12,87 °C en invierno en la temperatura del mar. La media de todas las temperaturas calculadas es de 22,62 °C. Este rango de máximas y mínimas se asemeja a los valores obtenidos por Prendergast et al. (2016) para *Phorcus turbinatus* en Libia (26,4 °C y 12,9 °C). En el NM5, datado entre ca. 7150 y 6750 cal BP (5.000-4.800 cal BC), las temperaturas del mar bajan levemente, pero muestran un mayor rango de temperatura en comparación al periodo Neolítico antiguo. En este caso, se calcula un máximo de 27,21 °C en verano y un mínimo de 11,99 °C en invierno en la temperatura del mar. En este periodo la media de todas las temperaturas calculadas es de 19,55 °C.

8.4. Estimación del momento de recolección

El análisis de las 266 muestras, procedentes de NM16 (N=68), NM12 (n=66), NM7 (n=64) y NM5 (n=68), evidencian una variación en los valores isotópicos de las muestras tomadas en el borde de las conchas respecto a las muestras tomadas en los momentos previos del crecimiento de los ejemplares estudiados. En cada uno de los ejemplares analizados se han tomado un total de cinco muestras, las cuales abarcan un determinado tiempo de la vida del animal. Este tiempo depende del ritmo de crecimiento de cada individuo. En este caso, la mayoría de las muestras abarcan un paquete de 10-15 incrementos menores, que se crean entre las líneas de crecimiento más visibles. En base a estudios precedentes en ejemplares modernos de las especies *Patella caerulea* y *Patella vulgata* (Prendergast y Schöne, 2017; García-Escárzaga et al., 2020; Gutiérrez-Zugasti et al., 2010), se confirma que las muestras corresponden a los últimos 5 meses de vida, aproximadamente. Por lo tanto, los resultados obtenidos en los cuatro niveles nos indican en qué estación fueron recolectados los ejemplares analizados en los distintos periodos. A continuación, se presentan los resultados de cada nivel.

8.4.1. Estacionalidad en la adquisición del recurso en NM16

En este nivel, la media de los valores isotópicos del borde de la concha es de 0.35‰ y muestran una desviación estándar de 0.42‰. A partir del total de las muestras tomadas en las 10 conchas, se han establecido cuatro cuartiles con el objetivo de identificar la estación en la que fueron recolectados las lapas estudiadas. En este caso, el primer cuartil se establece entre los valores 2,17‰ y 1,53‰, que corresponde a los meses de invierno. El segundo y tercer cuartil se sitúan entre los valores 1,53‰ y -0,78‰, y corresponden a los meses de otoño o primavera, ambos con los mismos valores. Finalmente, el cuarto cuartil, establecido entre los valores -0,78‰ y -1,1‰, corresponde a los meses de verano (**Tabla 8.5**).

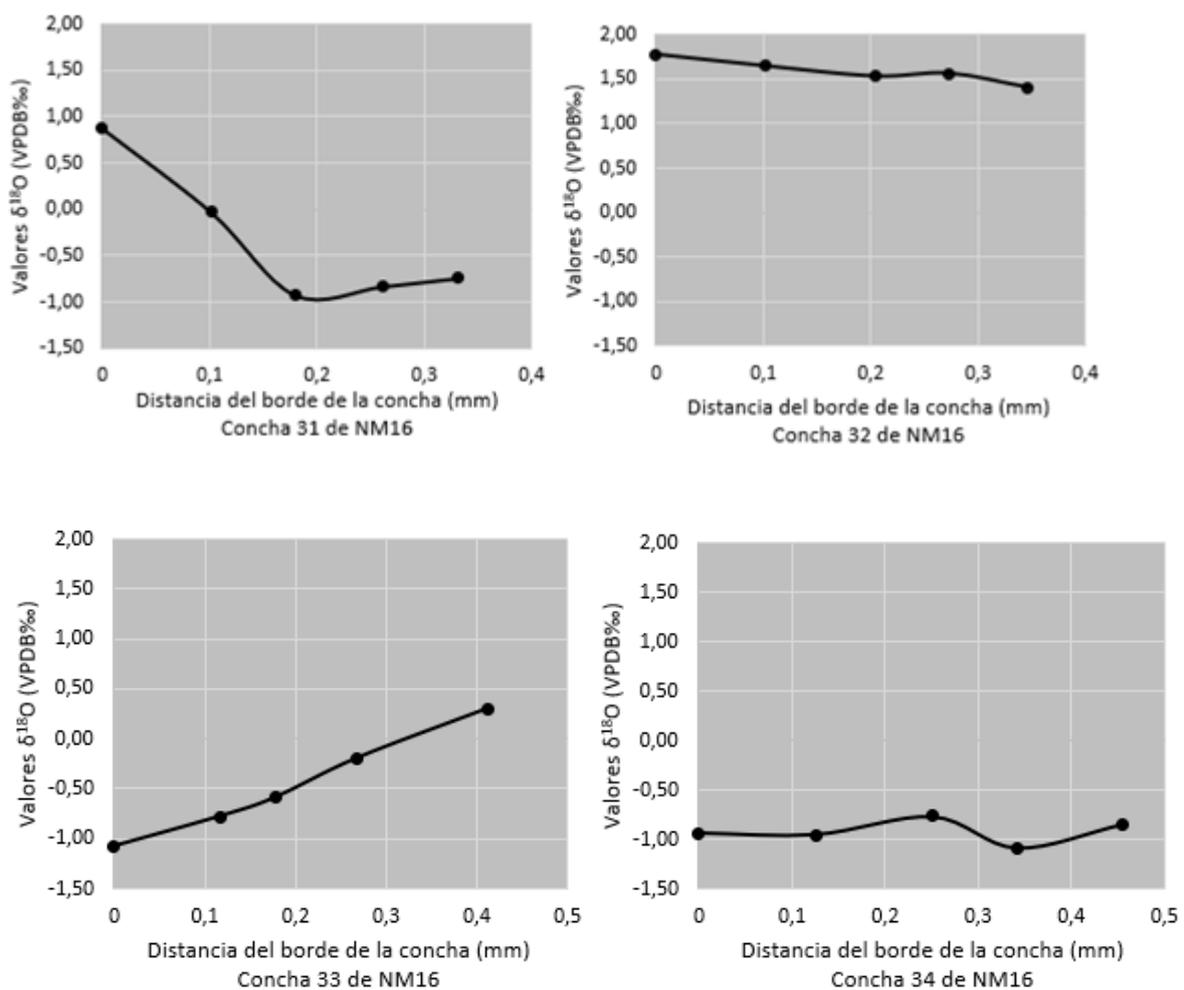
Nivel	Código muestra	$\delta^{18}\text{O}$ (‰) borde	Mediana / Rangos	Cuartil 1 2,17 y 1,53	Cuartiles 2 - 3 1,53 y -0,78	Cuartil 4 -0,78 y -1,1	Tendencia	Estación
NM16	C31	0,87			X		asciende	otoño
	C32	1,78		X			asciende	invierno
	C33	-1,08				X	desciende	verano
	C34	-0,94				X	constante	verano
	C35	-1,02	0,67 / 3,27			X	desciende	verano
	C36	1,67		X			constante	invierno
	C37	1,49			X		desciende	final de invierno
	C38	1,98		X			desciende	invierno
	C39	-0,35			X		desciende	inicio de verano
	C40	-0,95				X	constante	verano

Tabla 8.5. Resultados de los valores isotópicos ($\delta^{18}\text{O}$) del borde de la concha de los ejemplares de *Patella caerulea* analizados de NM16 y la estimación de la estación del valor isotópico.

Los resultados de la división de los valores isotópicos de los bordes en cuartiles indican que siete de los 10 valores están dentro de los cuartiles que corresponden a los valores máximos y mínimos de la secuencia isotópica anual. En el cuartil 1, se sitúan las conchas 32, 36 y 38, con valores que superan el 1,53‰, por lo que se estima que estos ejemplares se recolectaron en los meses de invierno. La concha 32 muestra una tendencia ascendente de los valores, lo que indica que se recolectó a inicio del invierno. Las conchas 36 y 38 muestran una tendencia constante de los valores, indicando que los ejemplares se recolectaron en plena estación de invierno. En el cuartil 4, se sitúan las conchas 33, 34, 35 y 40, con valores inferiores a -0,9‰, por lo que se recolectaron en los meses de verano. Las conchas 34 y 40 presentan una tendencia de valores constante, mientras que las conchas 33 y 35 muestran una tendencia descendente. A pesar de la diferencia de tendencias, debido a que los valores de borde están cerca de los valores mínimos,

se estima que se recolectaron en los meses de verano. Por último, en los cuartiles 2 y 3, se observan los valores de tres conchas: la concha 31, con una tendencia ascendente de los valores isotópicos, se recolectó en el mes de otoño; las conchas 37 y 39, con una tendencia descendente, se estima que se recolectaron, la primera, a finales de invierno y, la segunda, a principios de verano (**Figura 8.12**).

Por lo tanto, en base al valor isotópico del borde de la concha y la tendencia de la secuencia de valores contiguo a ésta, se estima que durante Paleolítico superior final los ejemplares de *Patella caerulea* se recolectaron, principalmente, en los meses de invierno (40%) y de verano (50%), y de manera puntual, en los meses de otoño (10%).



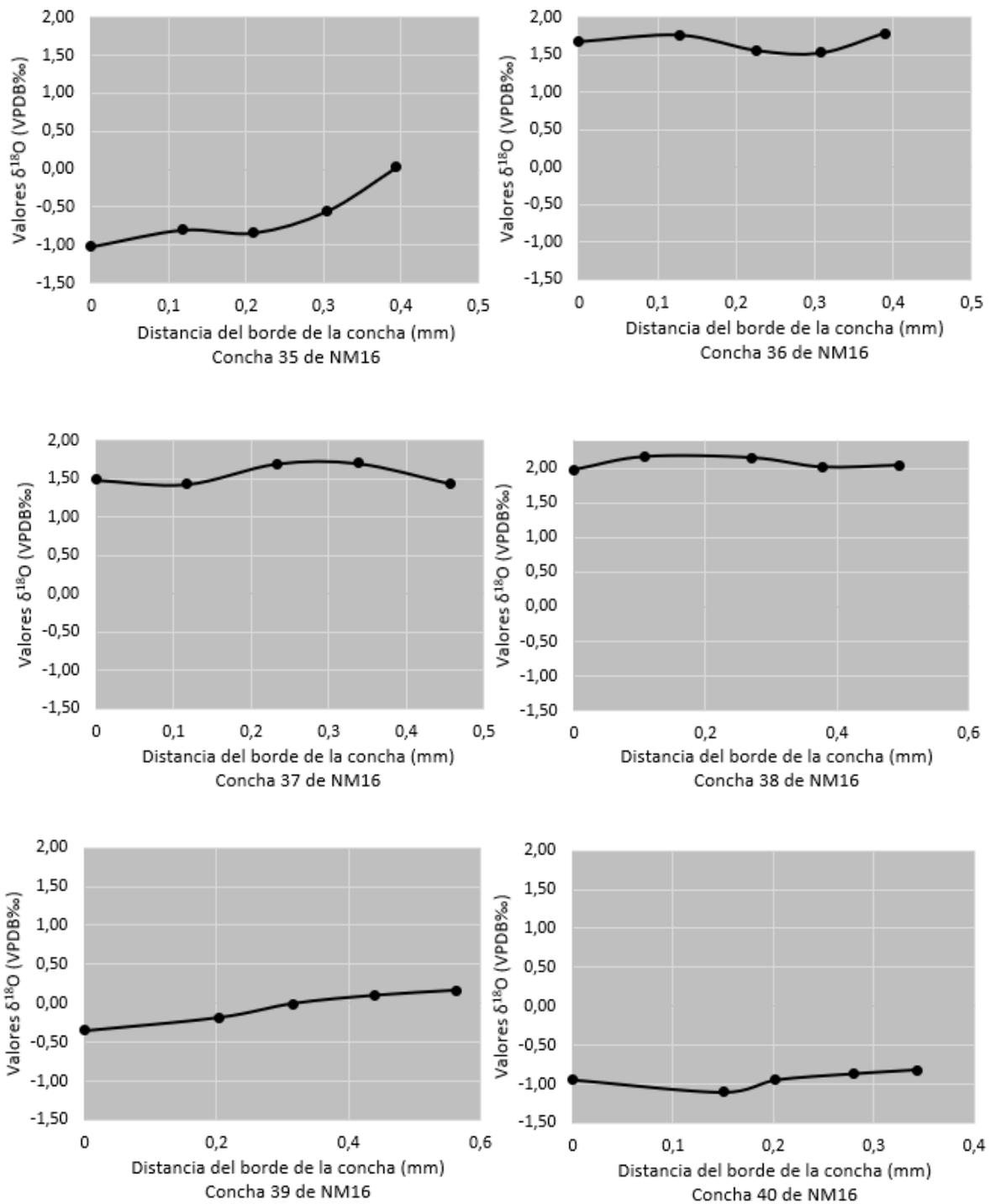


Figura 8.12. Secuencias isotópicas de las muestras de borde de las conchas procedentes de NM16.

8.4.2. Estacionalidad en la adquisición del recurso en NM12

En las 10 conchas analizadas en este nivel, la media de los valores isotópicos del borde de la concha es de 1,4‰ y muestran una desviación estándar de 0,22‰. En base a todas las muestras isotópicas, se han establecido, al igual que para NM16, cuatro cuartiles para identificar la

estación en la que fueron recolectados los ejemplares estudiados. El primer cuartil se establece entre los valores 2,12‰ y 1,6‰, la cual corresponde a los meses de invierno. El segundo y tercer cuartil se sitúan entre los valores 1,6‰ y 0,03‰, y corresponden a los meses de otoño o primavera, ambos con los mismos valores. Finalmente, el cuarto cuartil establecido entre los valores 0,03‰ y -0,69‰, corresponden a los meses de verano (**Tabla 8.6**).

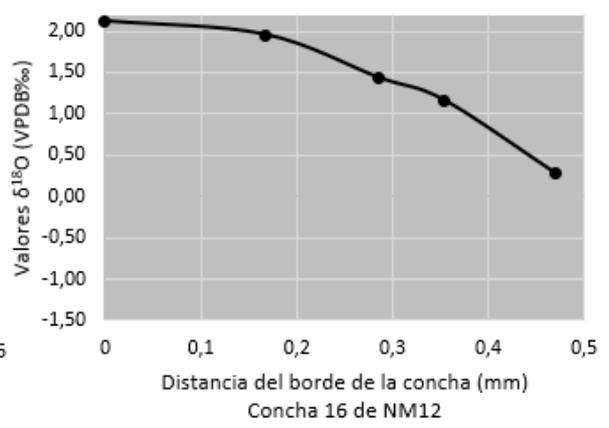
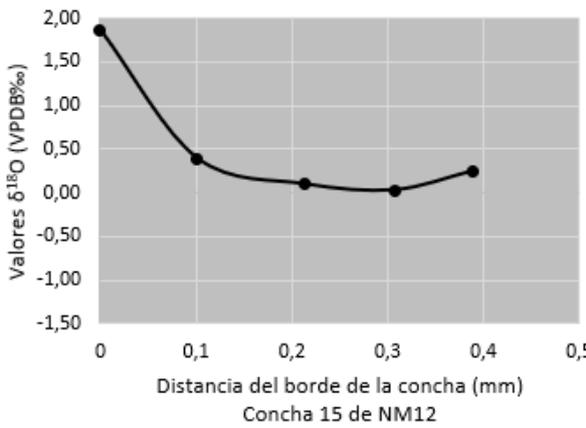
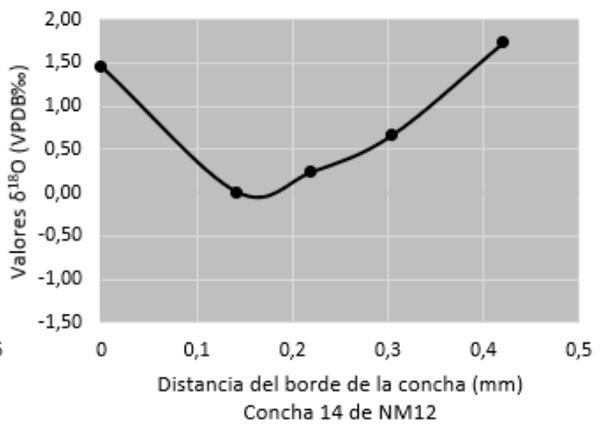
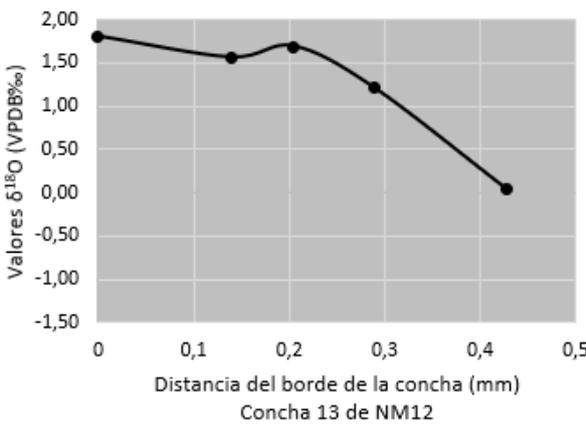
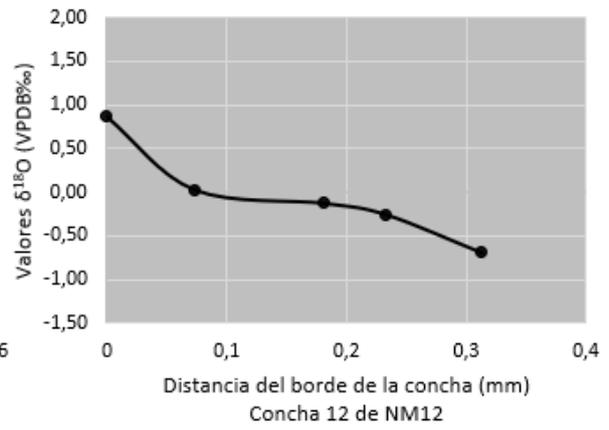
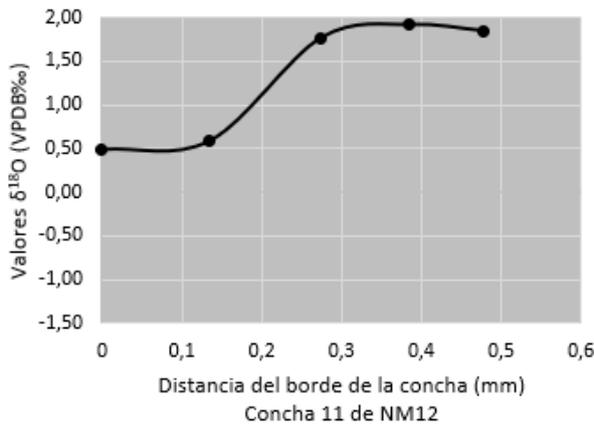
Nivel	Código muestra	$\delta^{18}O$ (‰) borde	Mediana / Rangos	Cuartil 1 2,12 y 1,6	Cuartiles 2 - 3 1,6 y 0,03	Cuartil 4 0,03 y -0,69	Tendencia	Estación
12	C11	0,50			X		desciende	primavera
	C12	0,87			X		asciende	otoño
	C13	1,80		X			asciende	invierno
	C14	1,46			X		asciende	final otoño
	C15	1,87	0,56 /	X			asciende	invierno
	C16	2,12	2,81	X			asciende	invierno
	C17	1,75		X			asciende	invierno
	C18	-0,01				X	desciende	verano
	C19	1,89		X			asciende	invierno
	C20	1,76		X			asciende	invierno

Tabla 8.6. Resultados de los valores isotópicos ($\delta^{18}O$) del borde de la concha de los ejemplares analizados de *Patella caerulea* de NM12 y la estimación de la estación del valor isotópico.

Los resultados de la división de los valores isotópicos de los bordes en cuartiles indican que siete de los 10 valores están dentro de los cuartiles que contienen los valores máximos y mínimos de la secuencia isotópica anual. En el cuartil 1, se sitúan las conchas 13, 15, 16, 17, 19 y 20, con valores que superan el 1,7‰. Por lo tanto, se estima que estos ejemplares se recolectaron en los meses de invierno. Asimismo, todas las conchas presentan una tendencia ascendente en la secuencia de valores, lo que indica que posiblemente fueron recolectadas a inicios del invierno. En el cuartil 4, únicamente, se sitúa la concha 18, con una tendencia descendente, que señala una recolección a principios de verano. En los cuartiles 2 y 3, se registran las conchas 11, 12 y 14. La concha 11, con una tendencia descendente en la secuencia de valores isotópicos, se estima que se recogió en los meses de primavera. La concha 12, con una tendencia ascendente, muestra que el ejemplar se recolectó durante los meses de otoño. Finalmente, la concha 14, con una tendencia ascendente en la secuencia de valores isotópicos, se calcula que se recogió a finales de los meses de otoño (**Figura 8.13**).

Por lo tanto, en base al valor isotópico del borde de la concha y la tendencia de la secuencia de valores contiguo a esta, se estima que durante el periodo Mesolítico los ejemplares de *Patella*

caerulea se recolectaron a lo largo de todo el año, siendo los meses más fríos lo que mayor actividad presentan (invierno un 60%, otoño un 20%, primavera y verano, cada una, un 10%).



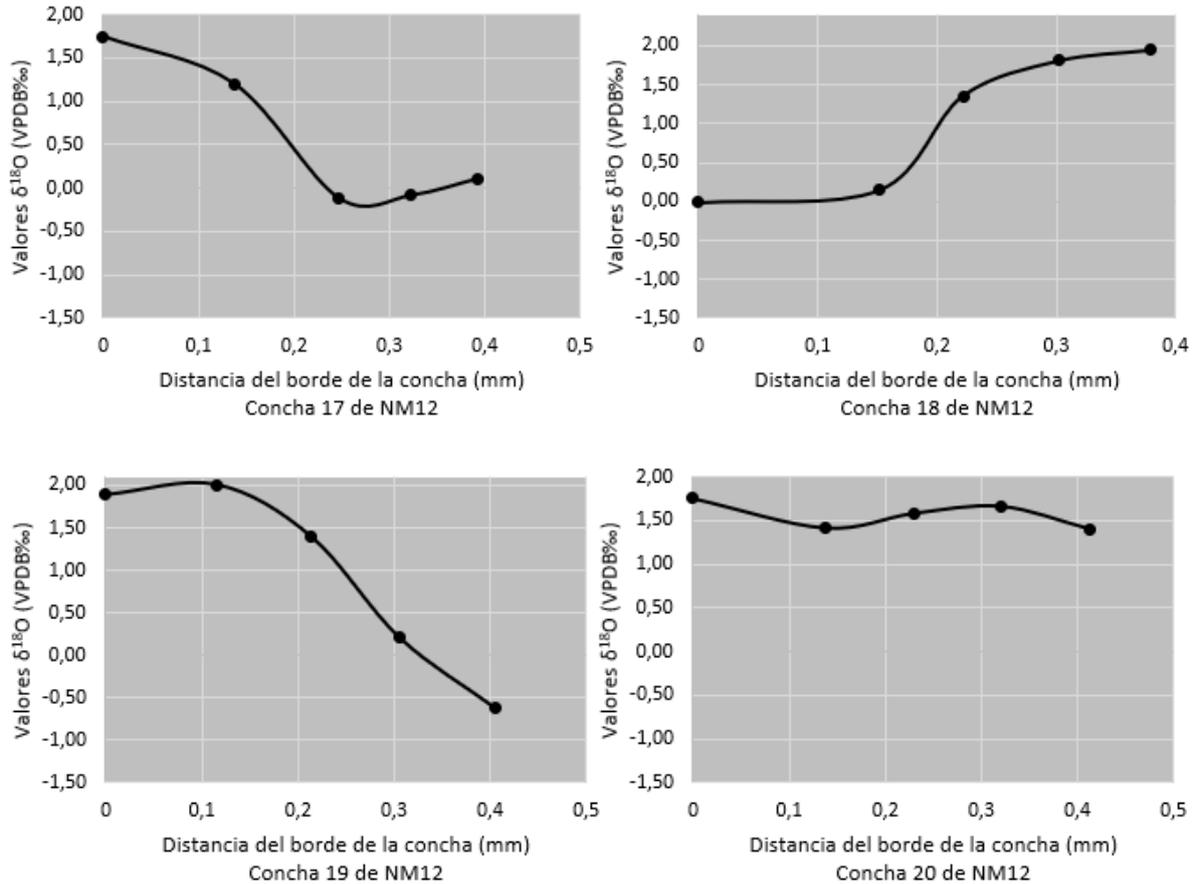


Figura 8.13. Secuencias isotópicas de las muestras de borde de las conchas de *Patella caerulea* procedentes de NM12.

8.4.3. Estacionalidad en la adquisición del recurso en NM7

En las 10 conchas analizadas en este nivel, la media de los valores isotópicos del borde de la concha es de 0,7‰ y muestran una desviación estándar de 0,31‰. En base a todas las muestras isotópicas, y al igual que en los niveles anteriormente analizados, se han establecido cuatro cuartiles para identificar la estación en la que fueron recolectados los ejemplares estudiados. El primer cuartil se establece entre los valores 2,21‰ y 1,45‰, que corresponde a los meses de invierno. El segundo y tercer cuartil se sitúan entre los valores 1,45‰ y -0,23‰, y corresponden ambos a los meses de otoño o primavera. Finalmente, el cuarto cuartil establecido entre los valores -0,23‰ y -1,06‰, corresponden a los meses de verano (**Tabla 8.7**).

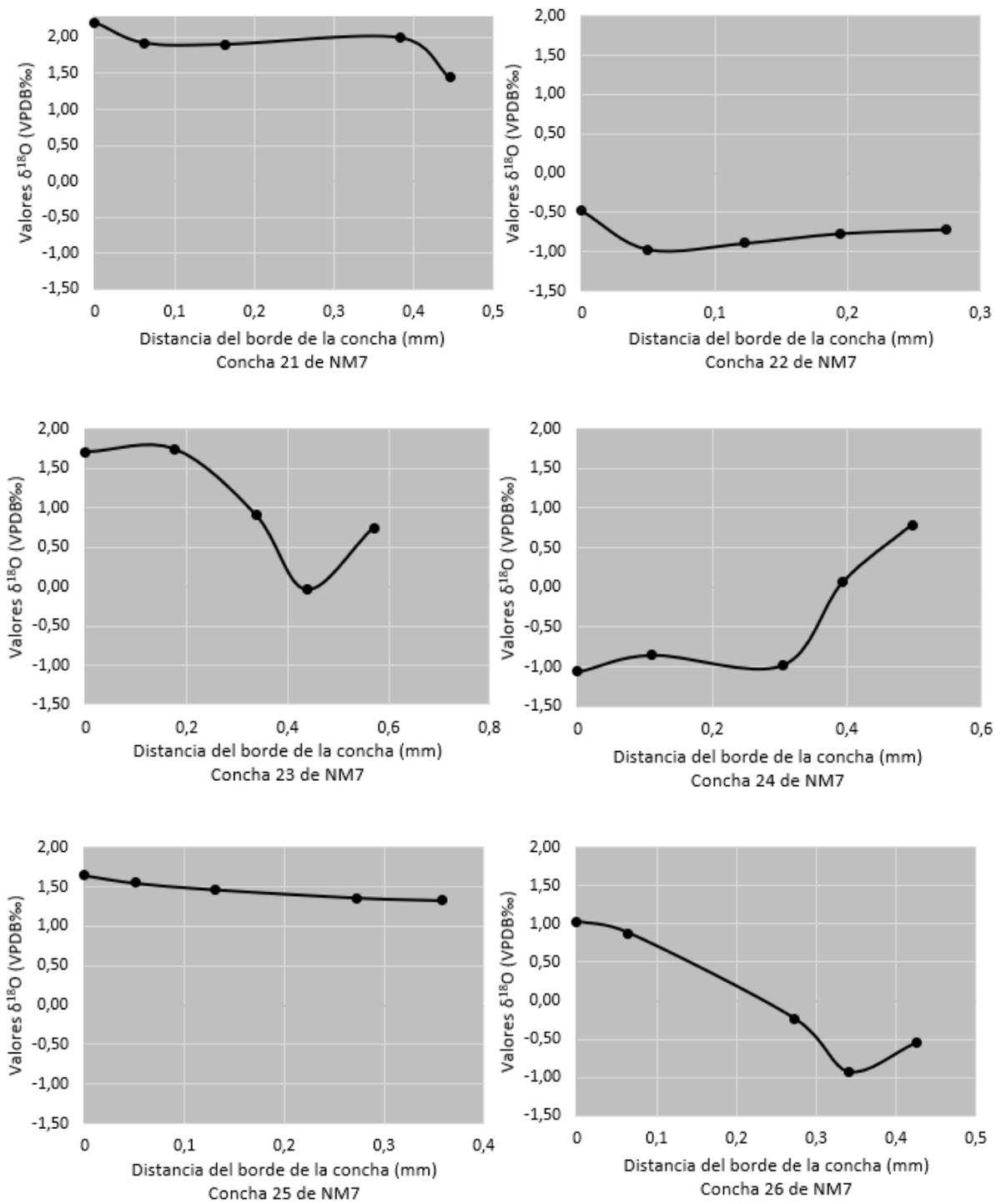
Nivel	codigo muestra	$\delta^{18}O$ (%) edge	Mediana / Rangos	Cuartil 1 2,21 y 1,45	Cuartiles 2 - 3 1,45 y -0,23	Cuartil 4 -0,23 y -1,06	Tendencia	Estación
7	C21	2,21		X			asciende	invierno
	C22	-0,48				X	asciende	verano
	C23	1,70		X			asciende	invierno
	C24	-1,06				X	desciende	verano
	C25	1,65	0,71 /	X			constante	invierno
	C26	1,03	3,27		X		asciende	otoño
	C27	1,88		X			asciende	invierno
	C28	0,68			X		asciende	otoño
	C29	-0,19			X		desciende	final de primavera
	C30	1,07			X		asciende	final de otoño

Tabla 8.7. Resultados de los valores isotópicos ($\delta^{18}O$) del borde de la concha de los ejemplares analizados de *Patella caerulea* de NM7 y la estimación de la estación del valor isotópico.

Los resultados de la división de los valores isotópicos de los bordes en cuartiles indican que seis de los 10 valores están dentro de los cuartiles con los valores máximos y mínimos de la secuencia isotópica anual. En el cuartil 1, se sitúan las conchas 21, 23, 25 y 27, con valores superiores a 1,65‰. Por ello, se considera que estos ejemplares se recolectaron durante los meses de invierno. En el caso de la concha 21, teniendo en cuenta que el valor del borde es el valor máximo de toda la secuencia, se puede afirmar que este ejemplar se recolectó en los meses más fríos del invierno. En las conchas 23 y 27 se observa una tendencia ascendente de la secuencia de valores isotópicos, lo que muestra que se recolectaron en los primeros meses de invierno. La concha 25 presenta una tendencia constante de la secuencia de valores isotópicos, pero en base al valor del borde (1,65‰), se estima que se recogió a inicios del invierno. En el cuartil 4, se registran dos conchas, la concha 22 y 24. En el caso de la primera, la tendencia de la secuencia de valores es ascendente, y en el caso de la segunda, la tendencia es descendente. Sin embargo, ambas se recolectaron en los meses de verano. Por último, en los cuartiles 2 y 3, se sitúan las conchas 26, 28, 29 y 30. En este caso, teniendo en cuenta la tendencia de la secuencia de valores ascendente y los valores del borde, se estima que las conchas 26 y 28 se recolectaron durante los meses de otoño, mientras que la concha 30 se recogió a finales de otoño. La concha 29, con una tendencia descendente, se calcula que se recolectó a finales de la primavera (**Figura 8.14**).

Por lo tanto, en base al valor isotópico del borde de la concha y la tendencia de la secuencia de valores contiguo a ésta, se estima que durante el periodo Neolítico antiguo los ejemplares de *Patella caerulea* se recolectaron de forma anual. De esta manera, el 40% de los ejemplares se

marisquearon durante el invierno, el 30% durante el otoño, el 20% durante el verano y el 10% durante la primavera.



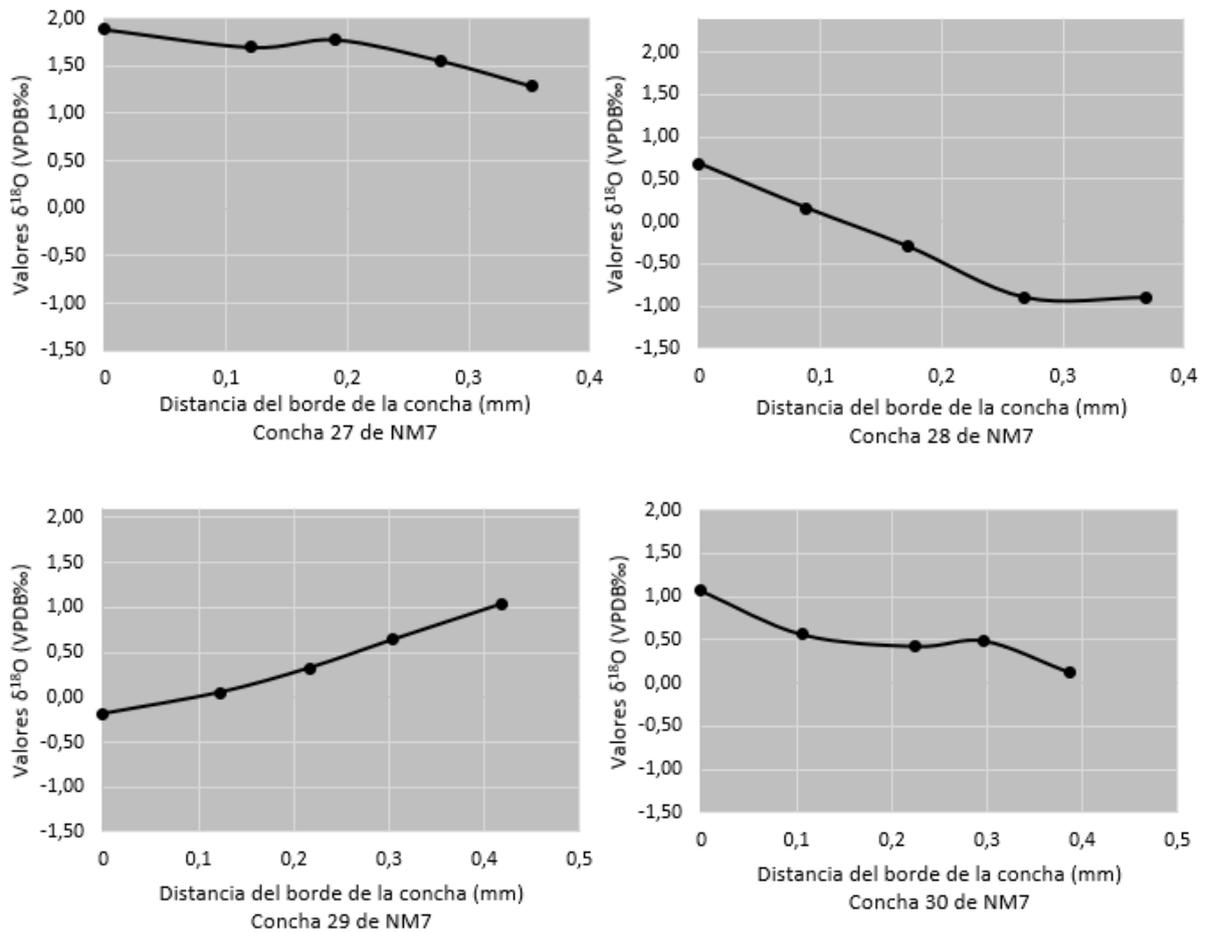


Figura 8.14. Secuencias isotópicas de las muestras de borde de las conchas de *Patella caerulea* procedentes de NM7.

8.4.4. Estacionalidad en la adquisición del recurso en NM5

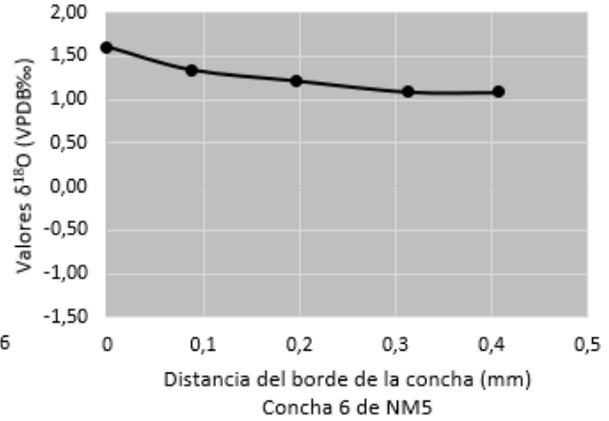
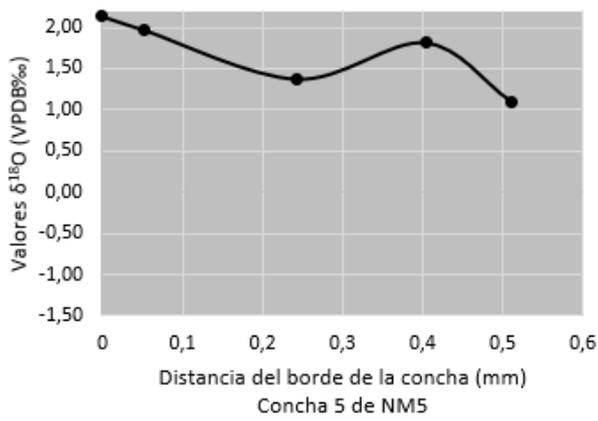
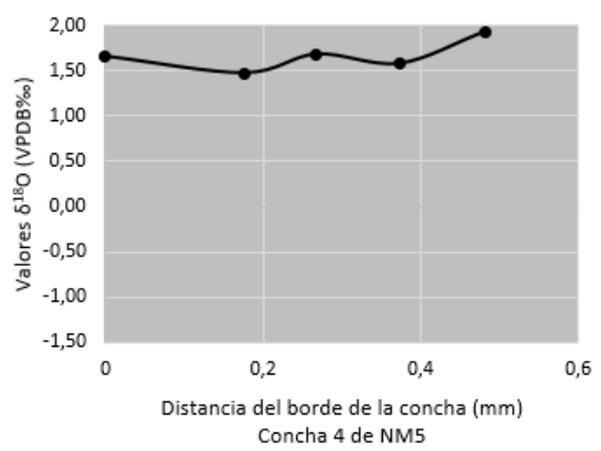
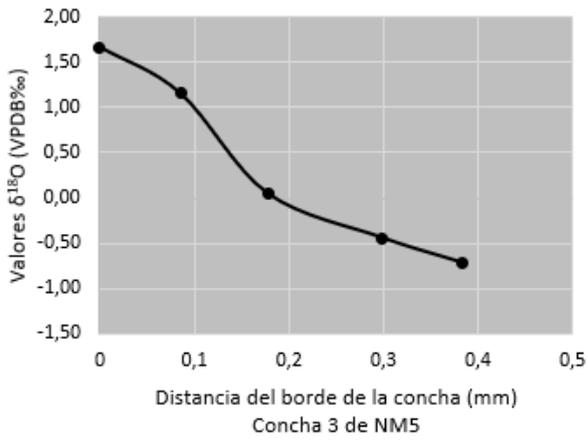
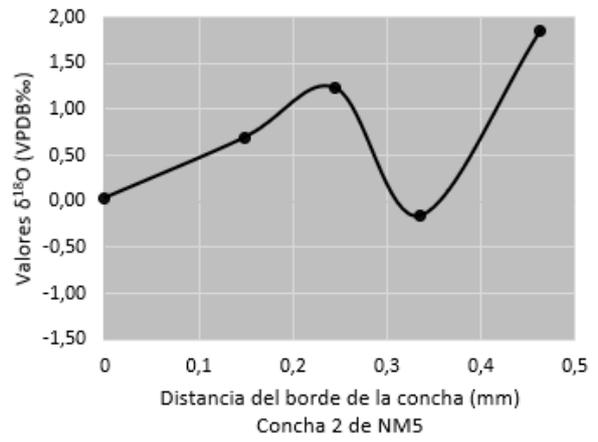
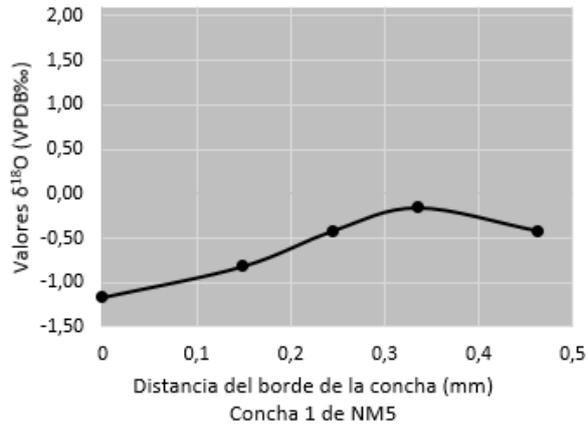
En las 10 conchas analizadas en este nivel, la media de los valores isotópicos del borde de la concha es de 1,03‰ y muestran una desviación estándar de 0,37‰. En base a todas las muestras isotópicas, se han establecido cuatro cuartiles para identificar la estación en la que fueron recolectados los ejemplares estudiados. El primer cuartil se establece entre los valores 2,13‰ y 1,66‰, la cual corresponde a los meses de invierno. El segundo y tercer cuartil se sitúan entre los valores 1,66‰ y 0,05‰, y corresponden a los meses de otoño o primavera, ambos con los mismos valores. Finalmente, el cuarto cuartil establecido entre los valores 0,05‰ y -1,26‰, corresponde a los meses de verano (Tabla 8.8).

Nivel	Código muestra	$\delta^{18}\text{O}$ (‰) borde	Mediana / Rangos	Cuartil 1 2,13 y 1,66	Cuartiles 2 - 3 1,66 y 0,05	Cuartil 4 0,05 y -1,26	Tendencia	Estación
5	C1	-1,17				X	desciende	verano
	C2	0,04				X	desciende	verano
	C3	1,66			X		asciende	final de otoño
	C4	1,66			X		desciende	final de invierno
	C5	2,13		X			asciende	invierno
	C6	1,60	1,28		X		asciende	final de otoño
	C7	1,95		X			asciende	invierno
	C8	-0,72				X	desciende	verano
	C9	1,54			X		asciende	otoño
	C10	1,62			X		asciende	final de otoño

Tabla 8.8. Resultados de los valores isotópicos ($\delta^{18}\text{O}$) del borde de la concha de los ejemplares analizados de *Patella caerulea* de NM5 y la estimación de la estación del valor isotópico.

Los resultados de la división de los valores isotópicos de los bordes en cuartiles indican que cinco de los 10 valores están dentro de los cuartiles con los valores máximos y mínimos de la secuencia isotópica anual. En el cuartil 1, se sitúan las conchas 5 y 7, con valores superiores a 1,90‰. Se estima que estos ejemplares se recolectaron en los meses de invierno. En el cuartil 4, se sitúan las conchas 1, 2 y 8, todas ellas con tendencias descendentes en las secuencias de los valores isotópicos. En este caso, se estima que los ejemplares se recogieron durante los meses de verano. En los cuartiles 2 y 3, se sitúan 5 de las 10 conchas analizadas. Entre ellas, las conchas 3, 6, 9 y 10 presentan una tendencia ascendente de la secuencia de valores isotópicos, lo que indica que estos ejemplares se recolectaron a finales de otoño. La concha 4, en cambio, muestra una tendencia descendente en la secuencia, lo que indica que este ejemplar se recogió a finales de invierno (**Figura 8.15**).

Por lo tanto, en base al valor isotópico del borde de la concha y la tendencia de la secuencia de valores contiguo a ésta, se estima que durante el periodo Neolítico antiguo final los ejemplares de *Patella caerulea* se recolectaron con mayor frecuencia durante los meses de otoño (40%), aunque también se marisquearon en los meses de invierno (30%) y de verano (30%).



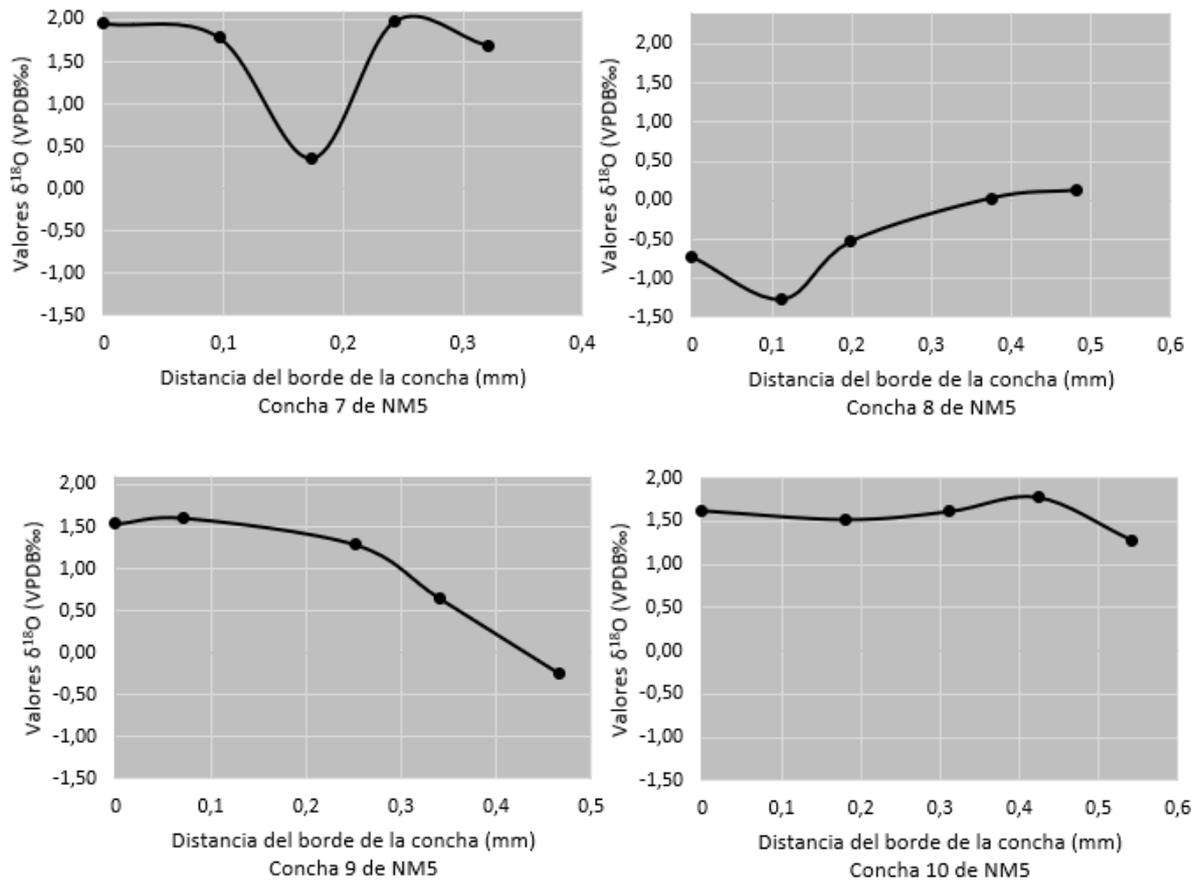


Figura 8.15. Secuencias isotópicas de las muestras de borde de las conchas procedentes del nivel NM5 de Nerja-Mina.

Por lo tanto, en base a los porcentajes de la estación de captura de *Patella caerulea*, se observa un cambio diacrónico en las prácticas de recolección y, por ende, en las estrategias de gestión de este recurso (**Figura 8.16**). En el Paleolítico superior final, la recolección se alterna entre los meses de verano (50%) y los meses de invierno (40%), y, puntualmente, en otoño (10%). En el Mesolítico, la recolección se realiza de forma anual, con mayor actividad en los meses de invierno-otoño (60% y 20%), que en los meses de verano y primavera (10% cada una). En el Neolítico antiguo, se continúa recolectando en todas las estaciones, aunque se observa un aumento en los meses de otoño y verano (invierno 40%, otoño 30%, verano 20% y primavera 10%). Finalmente, en el Neolítico antiguo final, la recolección se centra, principalmente, en los meses de otoño (40%), aunque se continúa marisqueando en los meses de invierno (30%) y verano (30%).

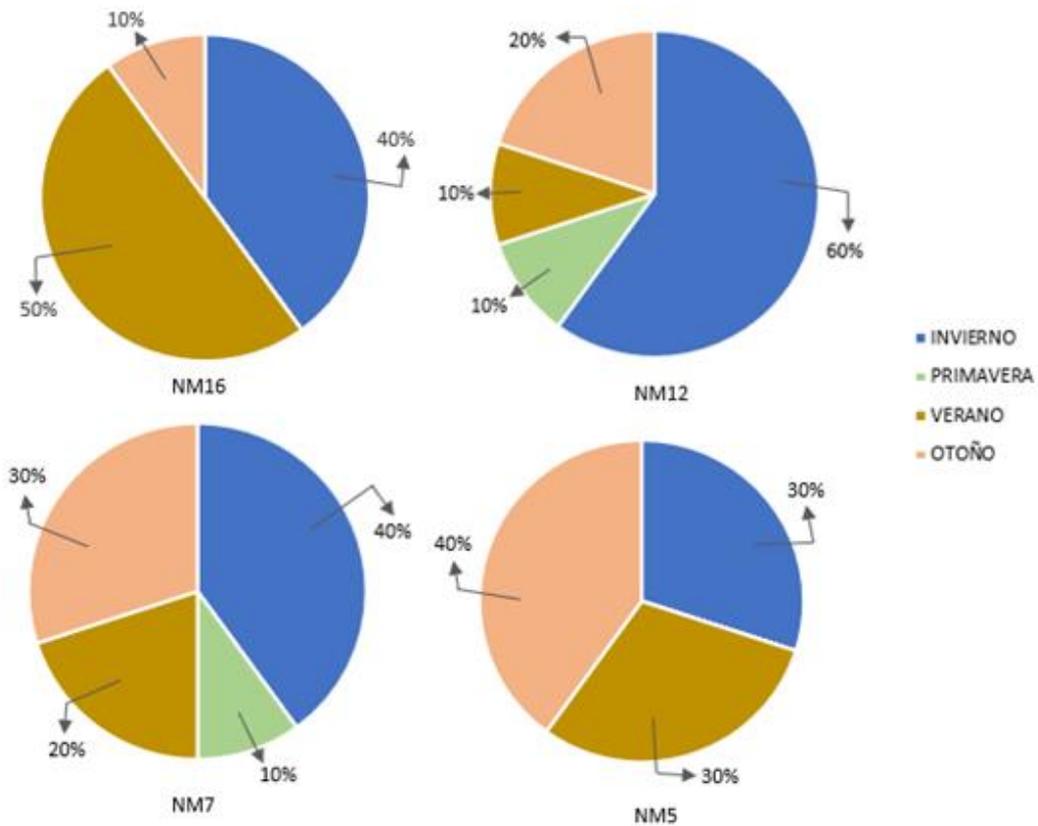


Figura 8.16. Gráfico de la estación de captura de *Patella caerulea* en los cuatro niveles de Nerja-Mina.

En conclusión, se observa un cambio significativo entre el momento de adquisición de estos recursos marinos a lo largo de los tres periodos estudiados en Nerja-Mina (**Figura 8.17**). El resultado de Kruskal-Wallis muestra un p -valor de $<0,001$. Por lo tanto, se procede a aplicar la prueba de comparación de Dunn, con el ajuste metodológico de Bonferroni, para determinar cuáles son los periodos que muestran dicha diferencia significativa. El resultado indica que la diferencia se da entre el Neolítico antiguo final y el resto de los periodos, siendo más marcada la diferencia con el Mesolítico. Entre los periodos de Paleolítico superior final, Mesolítico y el Neolítico antiguo no se observan diferencias significativas en la estación de recolección.

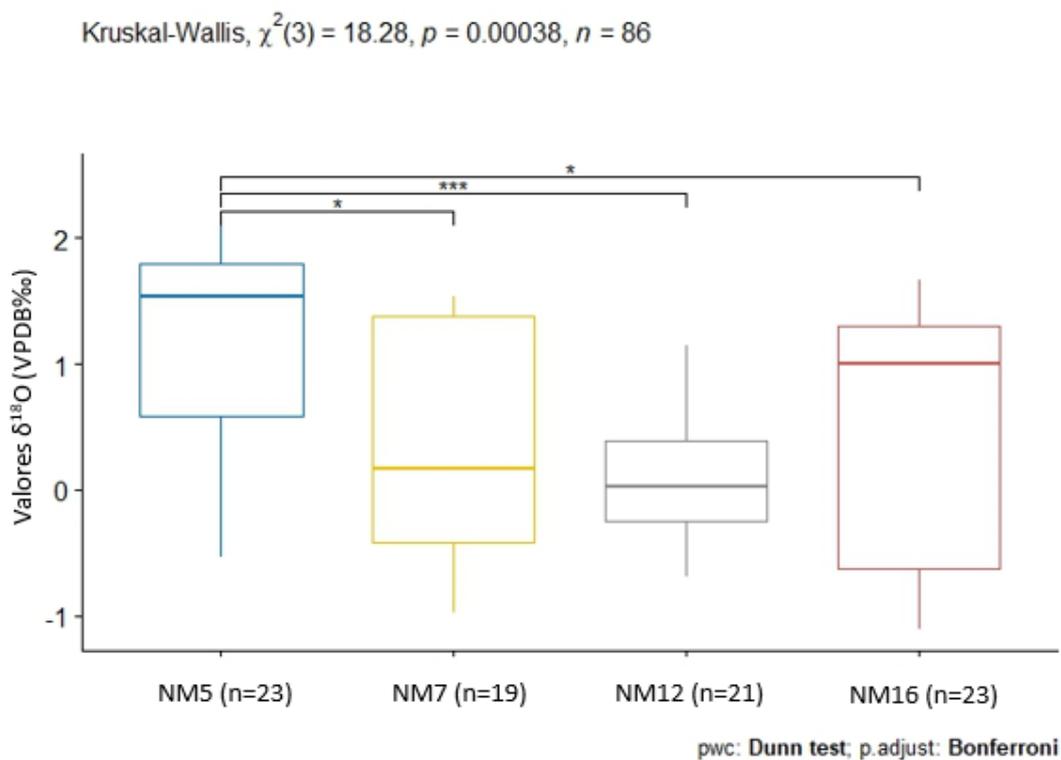


Figura 8.17. Diferencia en la estación de adquisición de la especie *Patella caerulea* en base a los periodos cronológicos analizados en el abrigo de Zacatín.

8.5. Los valores $\delta^{18}\text{O}$ de las conchas del Abrigo de Zacatín.

El análisis isotópico se ha realizado en 30 conchas de la especie *Patella caerulea* procedentes de las tres fases estudiadas del yacimiento de Zacatín. Estas fases corresponden al periodo Mesolítico (fase 1), al Neolítico antiguo (fase 2) y al Neolítico antiguo final (fase 3). En cada una se han seleccionado 10 conchas. Los perfiles isotópicos obtenidos indican, en todos los casos, una variación en los valores de oxígeno de las muestras analizadas que cubren la secuencia del crecimiento y vida de las conchas. Además, en las conchas analizadas secuencialmente se observa un patrón cíclico sinusoidal en los valores. Esta ciclicidad corresponde a la periodicidad anual, verificada por los estudios realizados en ejemplares modernos de esta especie de lapa (Prendergast y Schöne, 2017; Ferguson et al., 2011). En ellos, se establece que los valores isotópicos altos corresponden a las temperaturas de la estación de invierno y los valores isotópicos bajos a las temperaturas de la estación de verano. Respecto a los valores máximos, mínimos y rangos obtenidos de las distintas conchas de un mismo nivel, se observan diferencias.

En la fase 1, el muestreo secuencial presenta un valor máximo de 1,56‰ y un mínimo de -0,71‰. A partir de estos valores se calcula un rango de 2,27‰. Sin embargo, los resultados obtenidos en otras conchas de la misma fase amplían los valores señalados. En los máximos, la concha 22 presenta valores de 1,68‰, 1,69‰ y 1,99‰, así como en las conchas 21 y 25 que se documentan valores superiores a 2‰. En los mínimos, las conchas 23 y 28 presentan valores superiores al -1‰. Por lo tanto, los valores máximos en este nivel corresponden a 2,07‰ y los valores mínimos a -1,1‰, por lo que el valor de rango es de 3,17‰ (**Tabla 8.9**).

	N	máximo	mínimo	rango	media	DS
Secuencial	23	1,56	-0,71	2,27	0,42	0,18
Total	68	2,07	-1,1	3,17	0,49	0,12

Tabla. 8.9. Información estadística de los valores isotópicos de oxígeno, tanto de la muestra total como la secuencial, de *Patella caerulea* de la fase 1 de Zacatín.

En cuanto a la variación en los valores isotópicos en función de la distancia del borde de la concha de la lapa 30, y considerando que entre muestras existe una media de 0,07 mm, se observan tres momentos de variación a lo largo de su secuencia (**Figura 8.18**). Los valores obtenidos entre 0 y 0,23 mm presentan una variación isotópica de 0,09‰ y corresponden a los valores más positivos de la secuencia. Entre la distancia de 0,29 y 1,04 mm los valores disminuyen y se observa la mayor variación isotópica en la secuencia, con una diferencia de 1,17‰. En la última fase, entre 1,12 y 1,47 mm los valores isotópicos varían un 0,16‰ y corresponden a los valores más negativos de la secuencia. Estos cambios se relacionan con las modificaciones de temperatura del agua superficial del mar que suceden entre las estaciones, por lo que, la primera fase corresponde al final del invierno; la segunda, a los meses de primavera; y, la tercera, a los meses de verano. Por lo tanto, la secuencia abarca unos 7 o 8 meses de vida del ejemplar.

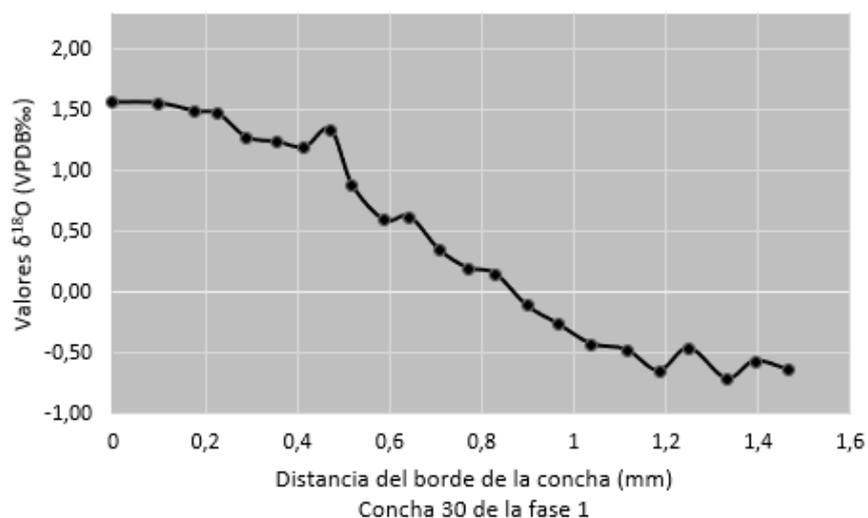


Figura 8.18. Perfiles de $\delta^{18}\text{O}_{\text{concha}}$ obtenidas del muestreo secuencial de la concha 30 de la especie *Patella caerulea* de la fase 1 de Zacatín.

En la fase 2, el muestreo secuencial presenta un valor máximo de 1,61‰ y un mínimo de -0,89‰. En este caso, el rango calculado es de 2,5‰. Si observamos el resto de las lapas analizadas aumenta tanto el valor máximo como el mínimo. En las conchas 15, 16 y 17 se registran valores entre 1,70‰ y ca. 1,80‰, mientras que en las conchas 14 y 18 se obtienen valores superiores a 2‰. En las lapas 13 y 20, en cambio, se registran valores mínimos como -0,91‰ y -0,94‰, respectivamente. Por lo tanto, los valores máximos en este nivel corresponden a 2,12‰ y los valores mínimos a -0,94‰, por lo que el valor de rango se amplía a 3,06‰ (**Tabla 8.10**).

	N	máximo	mínimo	rango	media	DS
Secuencial	19	1,61	-0,89	2,5	0,46	0,2
Total	64	2,12	-0,94	3,06	0,63	0,12

Tabla 8.10. Información estadística de los valores isotópicos de oxígeno, tanto de la muestra total como la secuencial, de *Patella caerulea* de la fase 2 de Zacatín.

En cuanto a la variación en los valores isotópicos en función de la distancia del borde de la lapa 7, y considerando que entre muestras existe una media de 0,08 mm, se observan cinco momentos de variación a lo largo de su secuencia (**Figura 8.19**). Los valores obtenidos entre 0 y 0,18 mm presentan una variación isotópica de 0,13‰ y corresponden a los valores máximos de la secuencia. Entre la distancia de 0,26 y 0,47 mm los valores presentan una variación de 1,78‰, llegando a disminuir hasta los valores mínimos de dicha secuencia. Entre la distancia

de 0,55 y 0,72 mm se observa una variación de 0,12‰ en los valores y estos corresponden a los valores más negativos. Entre la distancia de 0,79 y 1,11 mm los valores aumentan con una variación de 1,71‰. Finalmente, entre 1,2 y 1,27 mm se observan de nuevo los valores positivos con una leve variación de 0,15‰. Estos cambios en los valores isotópicos corresponden, en la primera fase, a los meses de invierno; en la segunda, a los meses de primavera; en la tercera, a los meses de verano; en la cuarta, a los meses de otoño; y en la quinta, de nuevo, a los meses de invierno, aunque sin llegar a los valores de la primera fase. Por lo tanto, en la concha 30 se registra un ciclo que abarca aproximadamente el año completo.

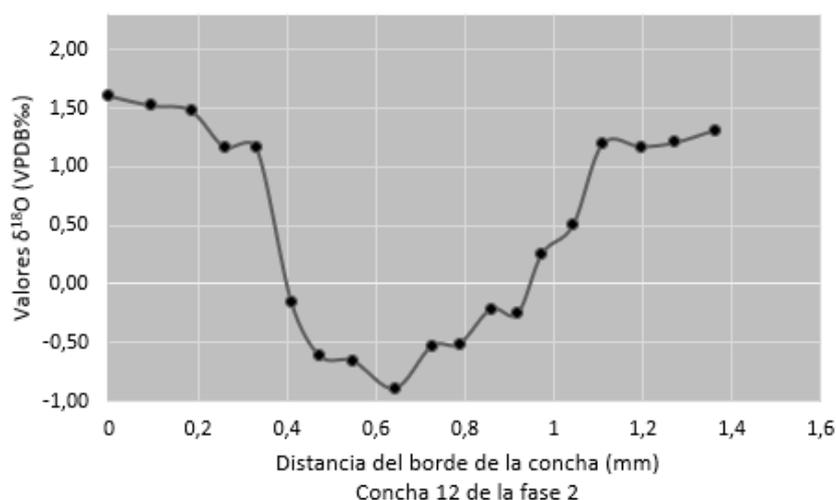


Figura 8.19. Perfiles de $\delta^{18}\text{O}_{\text{concha}}$ obtenidas del muestreo secuencial de la concha 12 de la especie *Patella caerulea* de la fase 2 de Zacatín.

En la fase 3, el muestreo secuencial presenta un valor máximo de 2,17‰ y un mínimo de -0,85‰. A partir de estos valores se calcula un rango de 3,02‰. Sin embargo, los valores obtenidos en la concha 6, situados entre -0,91‰, -1,04‰ y 1,09‰, amplían los valores mínimos registrados en la concha 30. Por lo tanto, dichos valores mínimos en este nivel corresponden a 1,09‰, por lo que aumenta el valor de rango (3,26‰) (**Tabla 8.11**).

	N	máximo	mínimo	rango	media	DS
Secuencial	28	2,17	-0,85	3,02	1,31	0,16
Total	73	2,17	-1,09	3,26	0,86	0,12

Tabla 8.11. Información estadística de los valores isotópicos de oxígeno, tanto de la muestra total como la secuencial, de *Patella caerulea* de la fase 3 del Abrigo de Zacatín.

En cuanto a la variación en los valores isotópicos en función de la distancia del borde de la lapa 1, y considerando que entre las muestras existe una media de 0,06 mm, se observan cuatro momentos de variación a lo largo de su secuencia (**Figura 8.20**). Los valores obtenidos entre 0 y 0,23 mm presentan una variación isotópica de 1,99‰, que muestra un cambio hacia valores más negativos. Entre la distancia de 0,29 y 0,4 mm los valores presentan una variación de 0,43‰ y corresponden a los valores mínimos de la secuencia. Entre la distancia de 0,45 y 0,75 mm los valores aumentan y presentan una variación de 1,43‰. Finalmente, en la última fase, se observa una variación de 0,39‰ hasta la distancia 1,05 mm, después los valores disminuyen entre 1,13 y 1,39 mm, con una variación de 0,48‰ y aumenta entre 1,44 y 1,69 mm, con una variación de 0,35‰. En este caso, los cambios en los valores isotópicos corresponden, en la primera fase, a los meses de primavera; la segunda fase, a los meses de verano; en la tercera fase, a los meses de otoño; y, en la cuarta fase, a los meses de invierno, con aumentos y descensos en esta última fase. Respecto a los meses de verano, se observa que el registro es breve en comparación con los meses de invierno, debido probablemente al cese en el crecimiento durante estos meses. En base a los valores isotópicos, se confirma que en la lapa 1 se documenta un ciclo anual de vida del ejemplar.

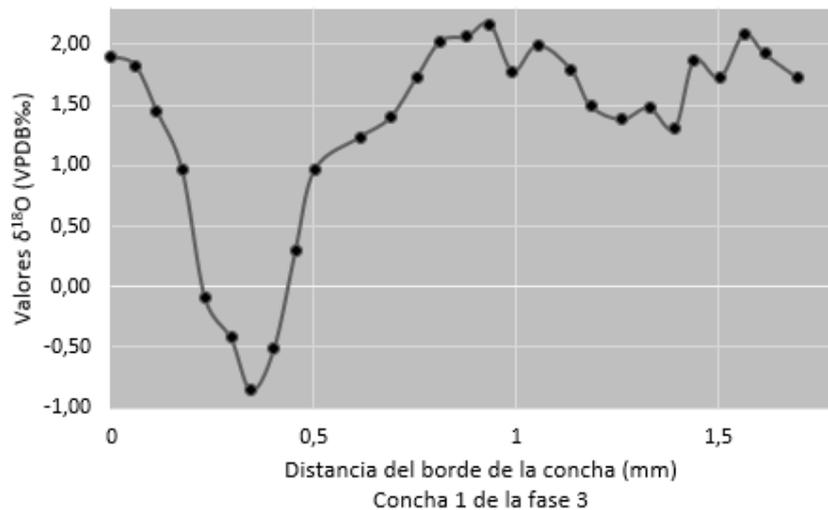


Figura 8.20. Perfiles de $\delta^{18}\text{O}_{\text{concha}}$ obtenidas del muestreo secuencial de la concha 1 de la especie *Patella caerulea* de la fase 3 de Zacatín.

Desde el punto de vista diacrónico, los resultados de las tres fases presentan cierta similitud en la horquilla de los valores máximos y mínimos. Estos muestran un valor máximo de ca. 2‰ y un valor mínimo de ca. -1‰. Sin embargo, se observan ligeras diferencias entre las fases estudiadas (**Figura 8.21**).

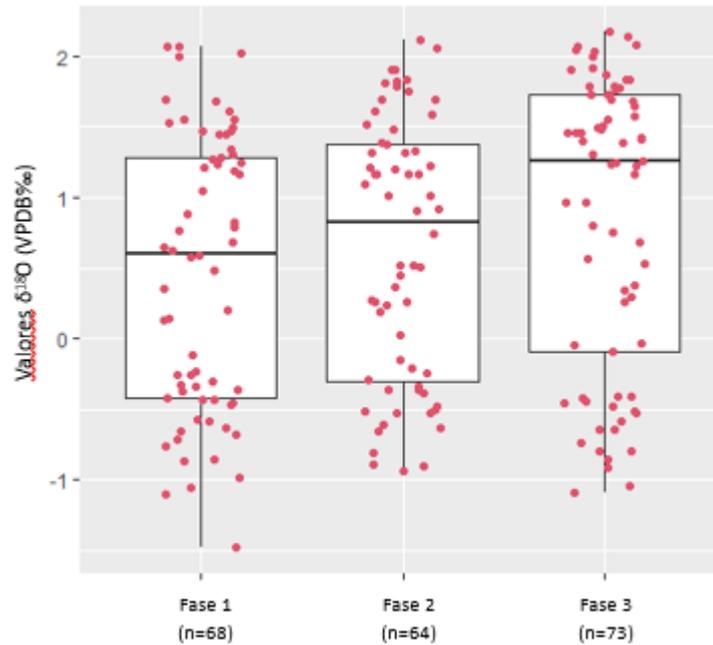


Figura 8.21. Boxplot de la distribución de los valores isotópicos de $\delta^{13}\text{C}_{\text{concha}}$ de la especie *Patella caerulea* de todas las conchas de las tres fases estudiadas en Zacatín.

La fase 1 presenta el valor mínimo más elevado (-1,48‰) respecto al resto de las fases, pero en especial a la fase 3, que presenta valores inferiores al ca. -0,90‰. En la fase 3, con valores del 2,17‰, se registran los valores máximos más altos en comparación al resto de fases estudiadas, aunque en todas ellas se supera el valor del 2‰. Respecto al rango de los valores isotópicos, la fase 2, con un rango de 3,06‰, es la fase con menos variabilidad de valores, mientras que la fase 1, con un rango de 3,55‰, es la que presenta una mayor variabilidad. Estos cambios en los rangos de valores se confirman con las variaciones en la media, que pasa de un valor 0,61‰ en la fase 1, a un 0,82‰ en la fase 2 y un 1,26‰ en la fase 3.

8.6. Los valores $\delta^{13}\text{C}$ de las conchas del Abrigo de Zacatín.

Los valores isotópicos del carbono, también, muestran una variación a lo largo del crecimiento de la concha, aunque a diferencia de los valores isotópicos de oxígeno, estos no presentan una marcada ciclicidad en las conchas analizadas secuencialmente. En este caso, los rangos, calculados a partir de la distancia del valor máximo y el mínimo, son más limitados, sin grandes variaciones en los valores entre el cambio de estación. De esta manera, la fase 1 presenta un

rango de 0,86‰ y la fase 2 un rango de 0,99‰. En el caso de la fase 3, el valor de rango es más amplio (1,42‰).

En la fase 1, los valores de $\delta^{13}\text{C}$ obtenidos en la concha 30 muestran un valor máximo de 1,23‰ y un valor mínimo de 0,37‰, por lo que se calcula un rango de 0,86‰. Los resultados del resto de conchas del nivel modifican tanto el valor máximo como el mínimo, estableciendo un valor máximo de 3,62‰ y mínimo de -1,74‰, con un rango de 5,36‰.

Considerando que entre las muestras de la secuencia se ha calculado una media de 0,07 mm, se observan variaciones en los valores isotópicos en función de la distancia del borde de la concha (**Figura 8.22**). Así, muestran una tendencia de ascenso a lo largo de la secuencia, con una variación de 0,86‰. La media de aumento de los valores es <0,01‰ entre la distancia de 0 y 0,76 mm, mientras que, entre 0,89 y 1,47 mm, la media de variación de los valores es de 0,05‰. En la distancia de 0,83 mm se observa un aumento mayor del valor respecto al resto de variaciones de la secuencia, con una diferencia de 0,38‰.

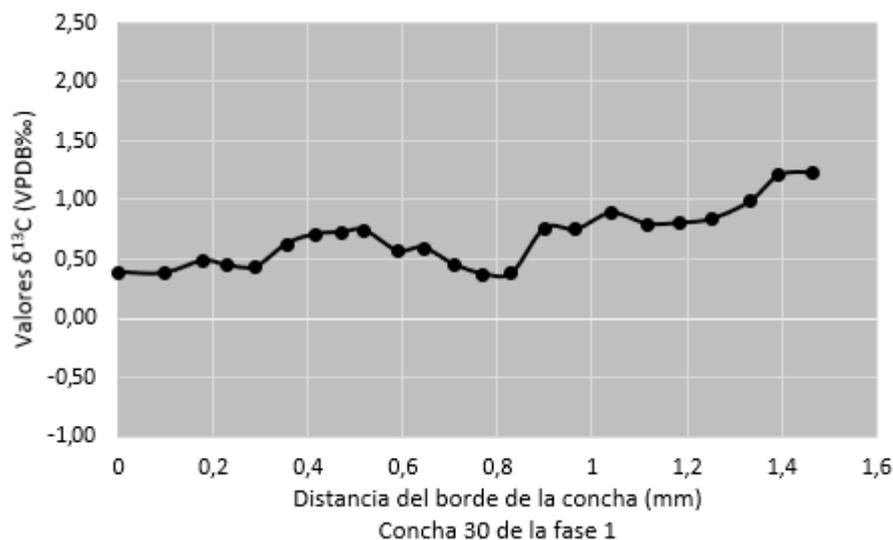


Figura 8.22. Perfiles de $\delta^{13}\text{C}_{\text{concha}}$ obtenidas del muestreo secuencial de la concha 30 de la especie *Patella caerulea* en la fase 1 de Zacatín.

En la fase 2, los valores de $\delta^{13}\text{C}$ obtenidos en la concha 12 muestran un valor máximo de 2,45‰ y uno mínimo de 1,46‰, por lo que se calcula un rango de 0,99‰. Los resultados del resto de conchas del nivel modifican tanto el valor máximo como el mínimo, estableciendo el primero en 3,31‰ y el segundo en -0,37‰, con un rango de 3,68‰.

Considerando que entre las muestras de la secuencia se ha calculado una media de 0,08 mm, se observan variaciones en los valores isotópicos en función de la distancia del borde de la concha (**Figura 8.23**). Estos varían un 1,06‰ en toda la secuencia, pero se observan varios episodios donde la tendencia del valor se modifica. De esta manera, entre la distancia de 0 y 0,26 mm los valores presentan una variación de 0,64‰ hacia valores más positivos. Entre 0,33 y 0,47 mm, los valores descienden con una variación de 0,57‰ y, entre 0,54 y 1,04 mm, aumentan con una variación de 0,36‰. Finalmente, entre 1,11 y 1,36 mm, los valores descienden con una variación de 0,53‰.

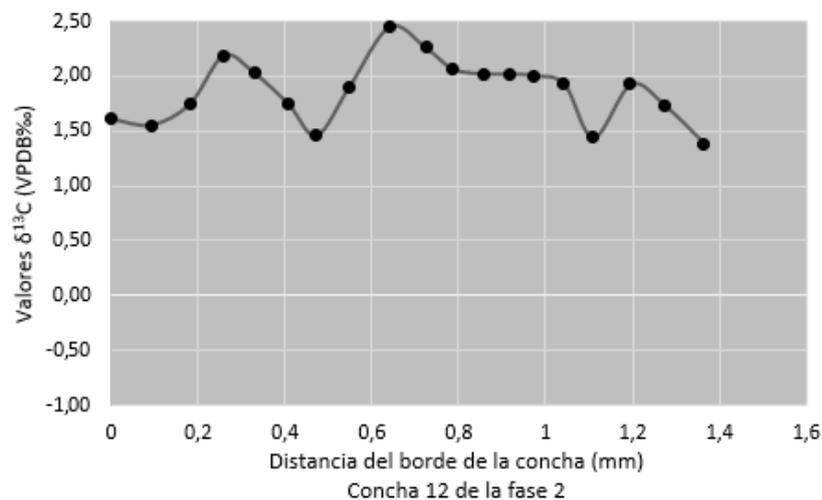


Figura 8.23. Perfiles de $\delta^{13}\text{C}_{\text{concha}}$ obtenidas del muestreo secuencial de la concha 12 de la especie *Patella caerulea* en la fase 2 de Zacatín.

En la fase 3, los valores de $\delta^{13}\text{C}$ obtenidos en la concha 1 muestran un valor máximo de 2,04‰ y uno mínimo de 0,62‰, por lo que se calcula un rango de 1,42‰. Los resultados del resto de conchas del nivel modifican tanto el valor máximo como el mínimo, estableciendo uno máximo de 3,63‰ y uno mínimo de 0,3‰, con un rango de 3,33‰.

Considerando que entre las muestras de la secuencia se ha calculado una media de 0,06 mm, se observan variaciones en los valores isotópicos en función de la distancia del borde de la concha (**Figura 8.24**). En este caso varían un 1,42‰ en toda la secuencia, pero se observan varios episodios donde la tendencia del valor se modifica. Entre la distancia de 0 y 0,17 mm los valores presentan un aumento marcado con una variación de 1,42‰. Entre 0,23 y 0,68 mm, descienden con una variación de 0,75‰ y en ese punto aumenta de manera abrupta un 0,68‰, hacia valores más positivos. Entre 0,75 y 1,05 mm, presentan una variación de 0,33‰ y vuelven a descender

un 0,3‰. A partir de la distancia de 1,26 mm, los valores aumentan de manera progresiva, con una variación de 0,4‰.

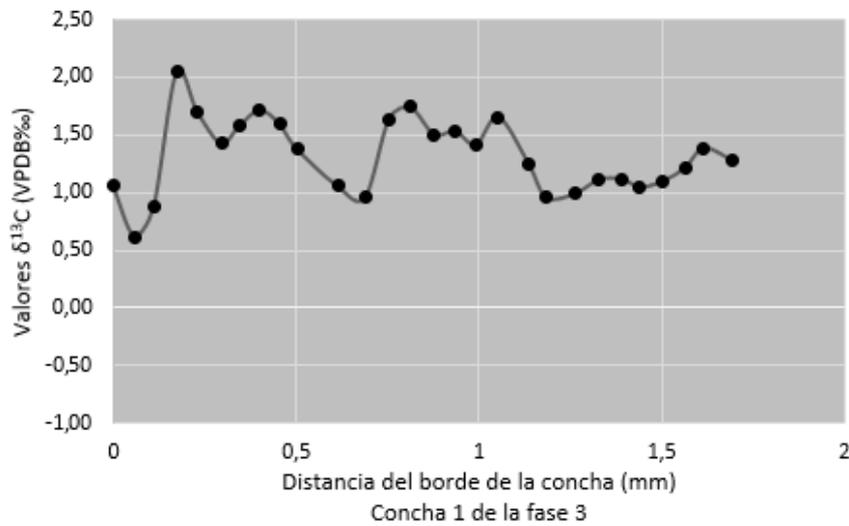


Figura 8.24. Perfiles de $\delta^{13}\text{C}_{\text{concha}}$ obtenidas del muestreo secuencial de la concha 1 de la especie *Patella caerulea* en la fase 3 de Zacatín.

Desde el punto de vista diacrónico, los valores isotópicos del carbono muestran una marcada variación entre los niveles estudiados (**Figura 8.25**). La fase 1 presenta el valor mínimo más alto, con el valor de -1,74‰, respecto al resto de fases, pero en especial al a la fase 3, con un valor positivo de 0,3‰. En la fase 2 y 3, con valores que superan ca. 3,6‰, se registran valores máximos más altos en comparación a la fase 2, que presenta un valor de 3,31‰. Respecto al rango de los valores isotópicos, la fase 3, con un rango de 3,33‰, es el nivel con menos variabilidad, mientras que la fase 1, con un rango de 5‰, es la que presenta una mayor variabilidad. En cuanto al valor de mediana, al igual que con los resultados de los valores isotópicos de oxígeno, aumenta diacrónicamente en las tres fases (la fase 1 con 0,78‰, la fase 2 con 1,48‰ y la fase 3 con 1,62‰).

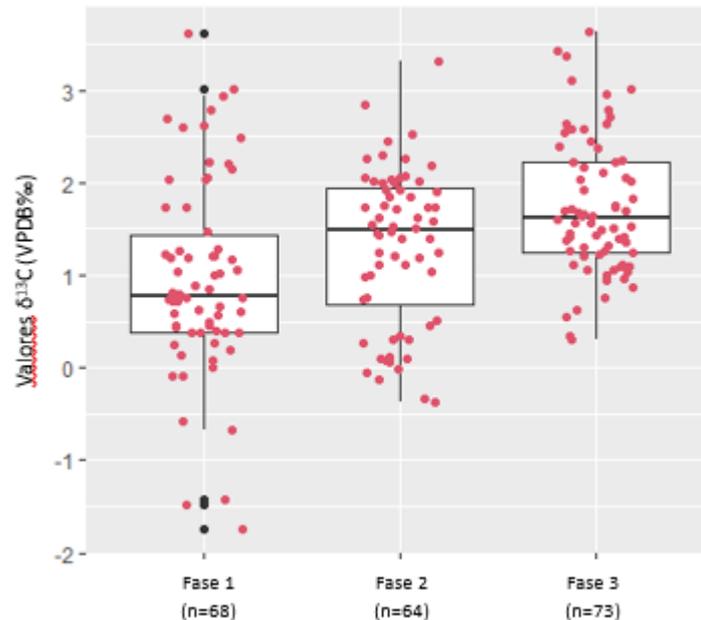


Figura 8.25. Boxplot de la distribución de los valores isotópicos de $\delta^{13}\text{C}_{\text{concha}}$ de la especie *Patella caerulea* de todas las conchas de las tres fases estudiadas en Zacatín.

8.7. Reconstrucción de las temperaturas del mar ($T_{\delta 18\text{O}}$) a partir de las conchas de *Patella caerulea* de la secuencia de Zacatín.

De la misma manera que para Nerja-Mina, la estimación de la temperatura del mar ($T_{\delta 18\text{O}}$), a partir de los valores $\delta^{18}\text{O}$ de las conchas de *Patella* analizados, se ha realizado mediante la ecuación (2) de O'Neil et al. (1969) y la corrección del valor $\delta^{18}\text{O}$ de agua, obtenido mediante la ecuación (1), propuesta por Fairbanks (1989) para cada metro de ascenso del nivel del mar (en el capítulo 4 con más detalle). De esta forma, se ha obtenido las temperaturas máximas y mínimas anuales para cada fase estudiada de Zacatín. Esto nos permite verificar si los resultados isotópicos obtenidos de las conchas están dentro de un rango válido o esperado para cada periodo.

En la fase 1, datada entre ca. 9.000-7800 cal BP (ca. 7000 y 6600 cal BC), se calcula un máximo de 26,44 °C en verano y un mínimo de 12,24 °C en invierno en la temperatura del mar. La media de todas las temperaturas calculadas es de 19,29 °C. Este rango de temperatura es similar a la obtenida por Mannino et al. (2007) para *Phorcus turbinatus* en Grotta dell' Uzzo, en Sicilia (29,4 °C y 12,7 °C). En la fase 2, datada entre ca. 7800 y 7200 cal BP (ca. 5500 y 5300 cal BC), las temperaturas del mar, únicamente, varían un grado en los valores máximos en comparación al periodo Mesolítico. En este caso, se calcula un máximo de 25,67 °C en verano y un mínimo

de 12,03 °C en invierno en la temperatura del mar. Sin embargo, la media de todas las temperaturas calculadas en esta fase (18,51 °C), es levemente más baja que en el periodo anterior. A pesar de ello, el resultado se asemeja a la temperatura media proporcionada por Jordá-Pardo et al. (2011), en la que, las temperaturas superficiales del mar durante el Holoceno medio e inferior (8.550 y 3.600 cal BP), se sitúan entre 19 y 20°C. En la fase 3, datada entre ca. 7200 y 6650 cal BP (ca. 5000 y 4700 cal BC), las temperaturas máximas suben y las mínimas bajan en comparación al periodo anterior del Neolítico antiguo. En este caso, se calcula un máximo de 27,71 °C en verano y un mínimo de 11,82 °C en invierno en la temperatura del mar. La media de todas las temperaturas calculadas es de 17,53 °C. Este aumento de las temperaturas de verano también se observa en los resultados obtenidos por Yanes et al. (2018) para *Phorcus turnibatus* procedente del yacimiento Ifri Oudadane en el Norte de Marruecos (18,9-31,9 °C para <6.800 cal BP).

8.8. Estimación del momento de recolección

El análisis de las 205 muestras, procedentes de la fase 1 (N=68), la fase 2 (n=64) y la fase 3 (n=73), evidencian una variación en los valores isotópicos de las muestras tomadas en el borde de las conchas respecto a las tomadas en los momentos previos del crecimiento de las lapas estudiados. En cada una de ellas se han tomado un total de cinco muestras, las cuales comprenden un determinado tiempo de la vida del animal. Este tiempo depende del ritmo de su crecimiento. En este caso, la mayoría de las muestras abarcan un paquete de 10-15 incrementos menores, que se crean entre las líneas de crecimiento más visibles. En base a estudios precedentes en ejemplares modernos de las especies *Patella caerulea* y *Patella vulgata* (Prendergast y Schöne, 2017; García-Escárzaga et al., 2020; Gutiérrez-Zugasti et al., 2010), se confirma que las muestras corresponden a los últimos 5 meses de vida, aproximadamente. Por lo tanto, los resultados obtenidos en las tres fases nos indican en qué estación fueron recolectados los ejemplares analizados en los distintos periodos. A continuación, se presentan los resultados por cada fase.

8.8.1. Estacionalidad en la adquisición del recurso en Fase 1.

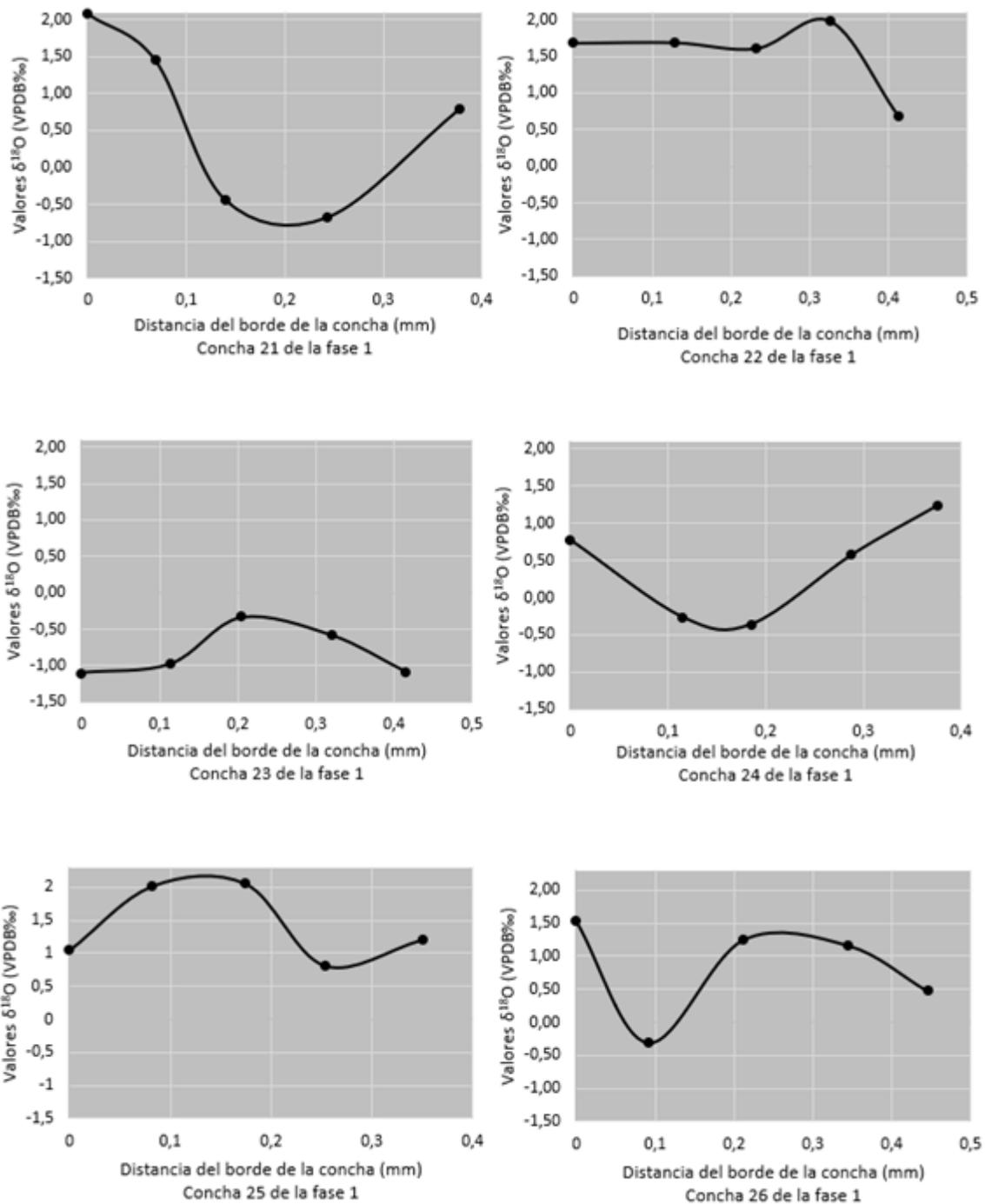
En esta fase, la media de los valores isotópicos del borde de la concha es de 0,46‰ y muestran una desviación estándar de 0,12‰. A partir del total de las muestras tomadas en las 10 conchas, se han establecido cuatro cuartiles con el objetivo de identificar la estación en la que fueron recolectadas las lapas estudiadas. En este caso, el primer cuartil se establece entre los valores 2,07‰ y 1,29‰, que corresponde a los meses de invierno. El segundo y tercer cuartil se sitúan entre los valores 1,29‰ y -0,42‰, y se relacionan con los meses de otoño o primavera, ambos con los mismos valores. Finalmente, el cuarto cuartil, establecido entre los valores -0,42‰ y -1,1‰, corresponde a los meses de verano (**Tabla 8.12**).

Fase	Código muestra	$\delta^{18}O$ (‰) borde	Mediana / Rangos	Cuartil 1 2,07 y 1,29	Cuartiles 2 – 3 1,29 y -0,42	Cuartil 4 -0,42 y -1,1	Tendencia	Estación
fase 1	C21	2,07		X			asciende	invierno
	C22	1,68		X			desciende	invierno
	C23	-1,1				X	desciende	verano
	C24	0,96			X		asciende	otoño
	C25	1,05	0,62 / 3,17		X		desciende	inicio primavera
	C26	1,53		X			asciende	invierno
	C27	-0,76				X	desciende	verano
	C28	1,3		X			asciende	inicio invierno
	C29	1,28			X		asciende	otoño
	C30	1,56		X			desciende	invierno

Tabla 8.12. Resultados de los valores isotópicos ($\delta^{18}O$) del borde de la concha de los ejemplares de *Patella caerulea* analizados en la fase 1 de Zacatán y la estimación de la estación del valor isotópico.

Los resultados de la división de los valores isotópicos de los bordes en cuartiles indican que siete de los 10 están dentro de los cuartiles que corresponden a los valores máximos y mínimos de la secuencia isotópica anual. En el cuartil 1, se sitúan las conchas 21, 22, 26, 28 y 30, con valores que superan ca. 1,50‰, a excepción de la concha 28. Este último presenta un valor de 1,30‰ y una tendencia ascendente en los valores, por lo que, se estima que este ejemplar se recolectó al inicio del invierno. El resto de las conchas también muestran tendencias ascendentes en los valores, pero los valores isotópicos de borde indican que estos ejemplares se recolectaron durante los meses de invierno. En el cuartil 4 se sitúan las conchas 23 y 27, ambos con valores inferiores a -0,7‰ y con una tendencia descendente en los valores, por lo que se estima que se recolectaron en los meses de verano. Por último, en los cuartiles 2 y 3, se observan los valores de tres conchas. La concha 25, con una tendencia descendente de los

valores isotópicos, se recolectó a inicios de primavera; las conchas 24 y 29, con una tendencia ascendente, se estiman que se recolectaron en los meses de otoño (**Figura 8.26**). Por lo tanto, en base al valor isotópico del borde de la concha y la tendencia de la secuencia de valores contiguo a ésta, se estima que durante el periodo Mesolítico de Zacatín, los ejemplares de *Patella caerulea* se recolectaron a lo largo de todo el año, siendo los meses más fríos los que mayor actividad presentan (invierno un 50%, otoño un 20%, primavera un 10% y verano un 20%).



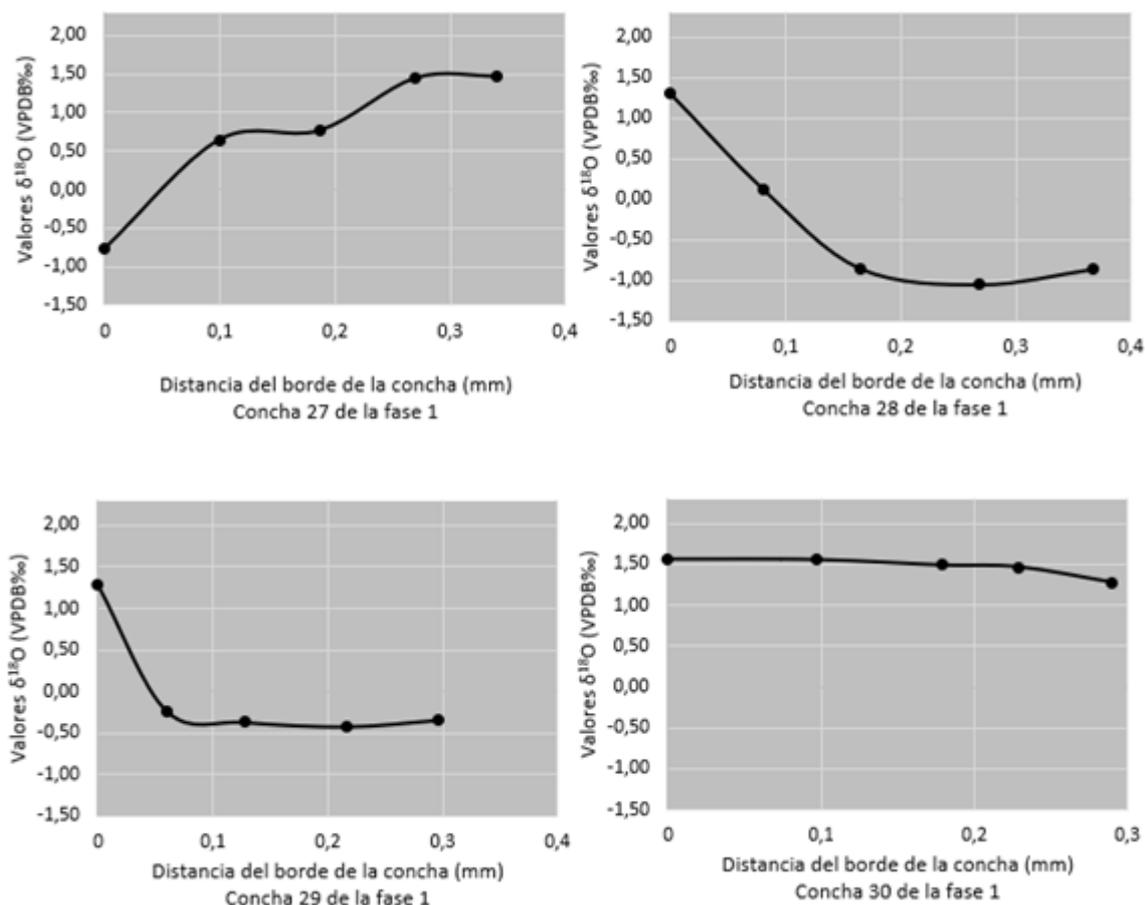


Figura 8.26. Secuencias isotópicas de las muestras de borde de las conchas procedentes de la fase 1 de Zacatín.

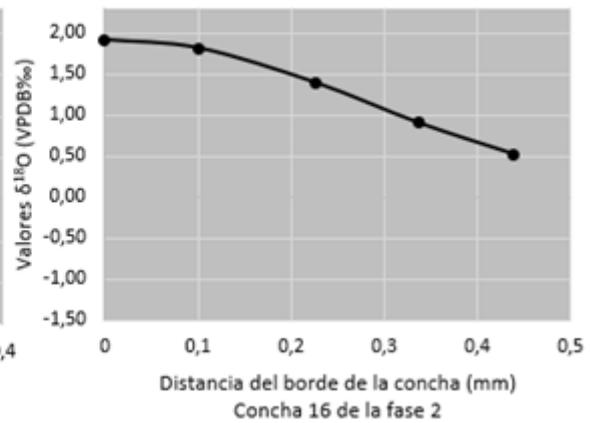
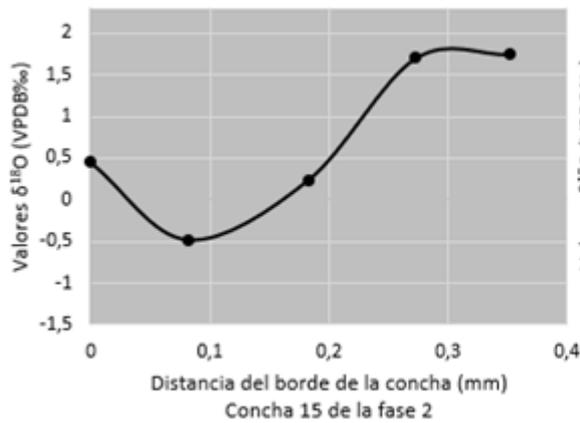
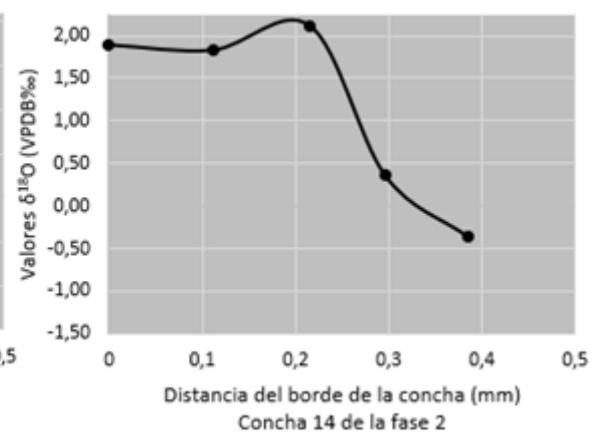
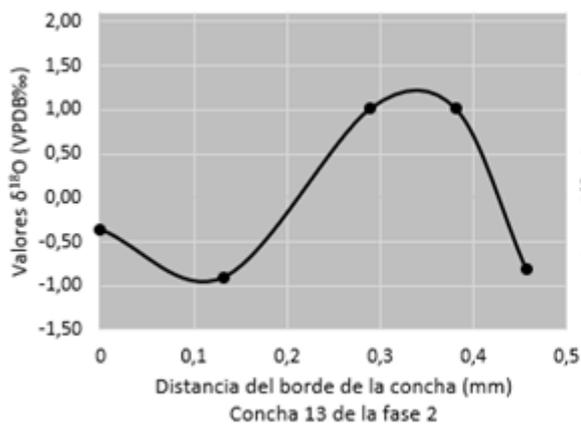
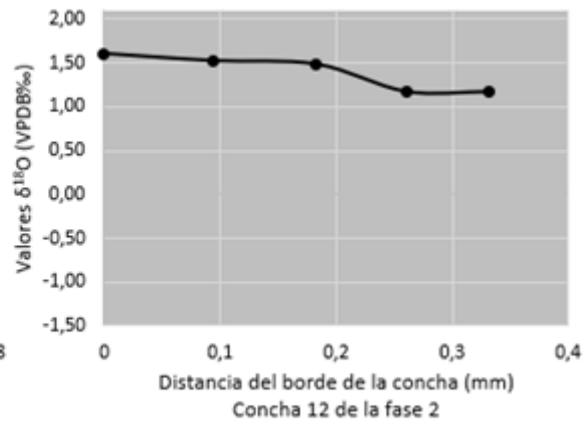
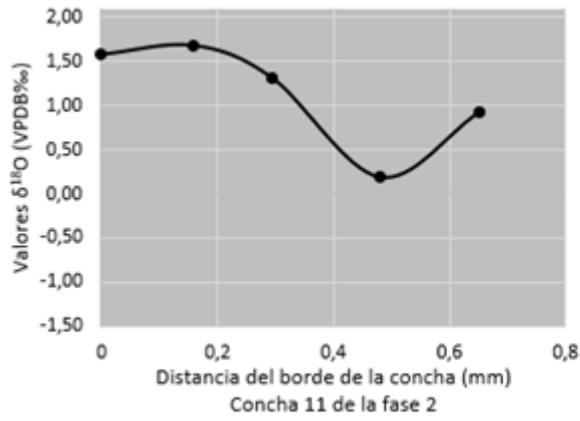
8.8.2. Estacionalidad en la adquisición del recurso en Fase 2.

En esta fase, la media de los valores isotópicos del borde de la concha es de 0,63‰ y muestran una desviación estándar de 0,12‰. A partir del total de las muestras tomadas en las 10 conchas, se han establecido cuatro cuartiles con el objetivo de identificar la estación en la que fueron recolectados las lapas estudiadas. En este caso, el primer cuartil se establece entre los valores 2,12‰ y 1,39‰, que corresponde a los meses de invierno. El segundo y tercer cuartil se sitúan entre los valores 1,39‰ y -0,33‰, y corresponden a los meses de otoño o primavera, ambos con los mismos valores. Finalmente, el cuarto cuartil, establecido entre los valores -0,33‰ y -0,94‰, corresponde a los meses de verano (**Tabla 8.13**).

Fase	Código muestra	$\delta^{18}\text{O}$ (‰) borde	Mediana / Rangos	Cuartil 1 2,12 y 1,39	Cuartiles 2 - 3 1,39 y -0,33	Cuartil 4 -0,33 y -0,94	Tendencia	Estación
fase 2	C11	1,59		X			asciende	invierno
	C12	1,61		X			asciende	invierno
	C13	-0,36				X	asciende	inicio verano
	C14	1,90		X			asciende	invierno
	C15	0,45	0,82 / 3,06		X		asciende	inicio otoño
	C16	1,91		X			asciende	invierno
	C17	1,82		X			asciende	invierno
	C18	2,06		X			asciende	invierno
	C19	1,17			X		asciende	final otoño
	C20	-0,94				X	desciende	verano

Tabla 8.13. Resultados de los valores isotópicos ($\delta^{18}\text{O}$) del borde de la concha de los ejemplares de *Patella caerulea* analizados en la fase 2 de Zacatín y la estimación de la estación del valor isotópico.

Los resultados de la división de los valores isotópicos de los bordes en cuartiles indican que ocho de los 10 valores están dentro de los cuartiles que contienen los valores máximos y mínimos de la secuencia isotópica anual. En el cuartil 1, se sitúan las conchas 11, 12 y 17, con valores que superan ca. 1,60‰, y las conchas 14, 16 y 18, con valores que superan el ca. 1,9‰. En todos los casos la tendencia es ascendente. Por lo tanto, se estima que estos ejemplares se recolectaron en los meses de invierno. En el cuartil 4, se sitúan las conchas 13 y 20, con una tendencia descendente, que señala una recolección, en la primera, a principios de verano y, en la segunda, en los meses de verano. En los cuartiles 2 y 3, se registran las conchas 15 y 19, ambas con una tendencia descendente en la secuencia de valores isotópicos. Por lo tanto, teniendo en cuenta la tendencia y los valores isotópicos del borde de cada concha, se estima que la concha 15 se recolectó a inicios de otoño y, la concha 19, hacia el final de otoño (**Figura 8.27**). De esta forma, en base al valor isotópico del borde de la concha y la tendencia de la secuencia de valores contiguo a esta, se estima que durante el periodo Neolítico antiguo de Zacatín los ejemplares de *Patella caerulea* se recolectaron, principalmente, en los meses de invierno (60%), aunque también en los meses de verano (20%) y en los meses de otoño (20%).



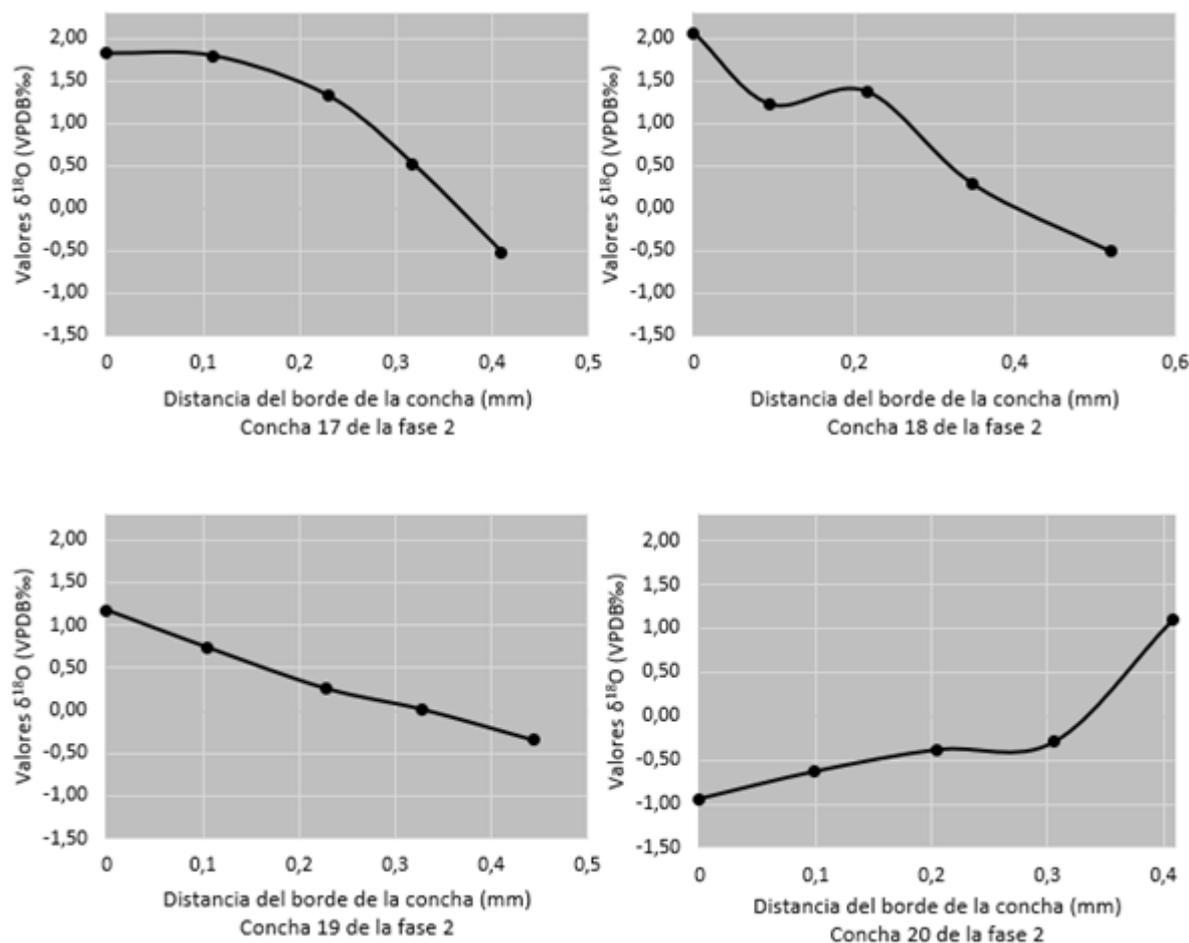


Figura 8.27. Secuencias isotópicas de las muestras de borde de las conchas procedentes de la fase 2 de Zacatán.

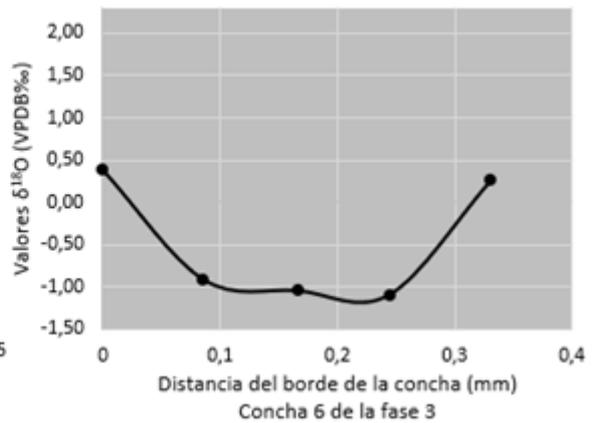
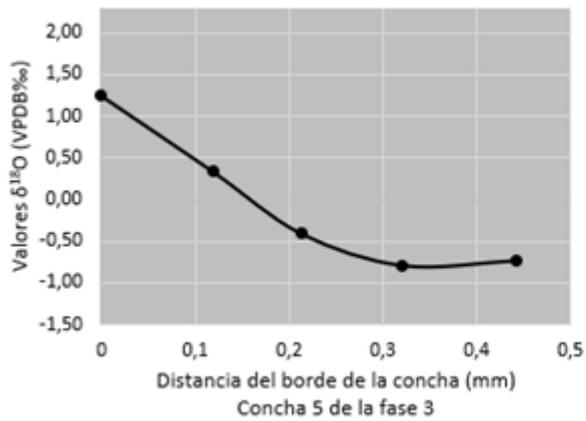
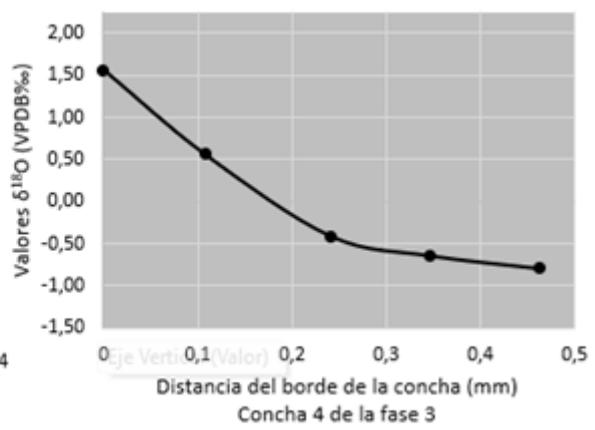
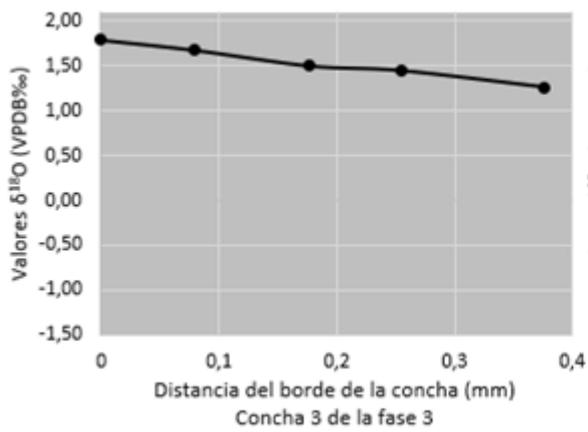
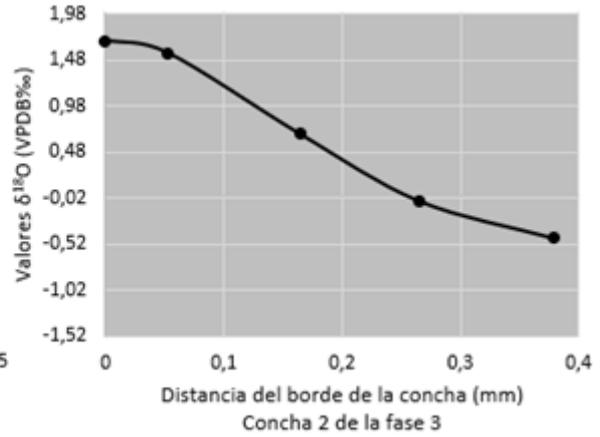
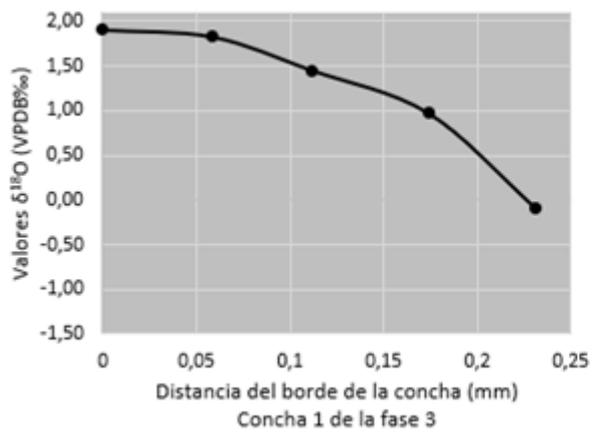
8.8.3. Estacionalidad en la adquisición del recurso en Fase 3.

En esta fase, la media de los valores isotópicos del borde de la concha es de 0,85‰ y muestran una desviación estándar de 0,12‰. A partir del total de las muestras tomadas en las 10 conchas, se han establecido, como en las fases anteriores, cuatro cuartiles con el objetivo de identificar la estación en la que fueron recolectadas las lapas. En este caso, el primer cuartil se establece entre los valores 2,17‰ y 1,73‰, que corresponde a los meses de invierno. El segundo y tercer cuartil se sitúan entre los valores 1,73‰ y -0,25‰, y corresponden a los meses de otoño o primavera, ambos con los mismos valores. Finalmente, el cuarto cuartil, establecido entre los valores -0,25‰ y -1,09‰, corresponde a los meses de verano (Tabla 8.14).

Fase	Código muestra	$\delta^{18}\text{O}$ (‰) borde	Mediana / Rangos	Cuartiles 1 2,17 y 1,73	Cuartiles 2 - 3 1,73 y -0,25	Cuartiles 4 -0,25 y -1,09	Tendencia	Estación
fase 3	C1	1,90		X			asciende	invierno
	C2	1,69			X		asciende	otoño
	C3	1,79		X			asciende	inicio invierno
	C4	1,57			X		asciende	otoño
	C5	1,25	1,26 /		X		asciende	otoño
	C6	0,38	3,26		X		asciende	inicio de otoño
	C7	-0,65				X	desciende	verano
	C8	1,83		X			asciende	invierno
	C9	1,76		X			asciende	final invierno
	C10	0,53			X		asciende	otoño

Tabla 8.14. Resultados de los valores isotópicos ($\delta^{18}\text{O}$) del borde de la concha de los ejemplares de *Patella caerulea* analizados en la fase 3 de Zacatín y la estimación de la estación del valor isotópico.

Los resultados de la división de los valores isotópicos de los bordes en cuartiles indican que cinco de los 10 están dentro de los cuartiles que contienen los valores máximos y mínimos de la secuencia isotópica anual. En el cuartil 1, se sitúan las conchas 1, 3, 8 y 9. En el caso de las conchas de 3 y 9, con valores cercanos al límite de 1,73‰, se estima que se recolectaron, la primera, a inicios del invierno, como indica la tendencia ascendente en la secuencia de valores; y, la segunda, a finales del invierno, como indica su tendencia descendente. En el caso de las conchas 1 y 8, ambas con una tendencia en la secuencia de valores ascendente, se estima que se marisquearon en los meses de invierno. En el cuartil 4, únicamente, se sitúa la concha 7, con una tendencia descendente, que señala una recolección en los meses de verano. En los cuartiles 2 y 3, se registran las conchas 2, 4, 5, 6 y 10, todas ellas con una tendencia ascendente. Por lo tanto, teniendo en cuenta la tendencia y los valores isotópicos del borde de cada concha, se estima que la concha 6 se recolectó a inicios de otoño, las conchas 4, 5 y 10, durante los meses de otoño y la concha 2, hacia el final de otoño (**Figura 8.28**). Así, en base al valor isotópico del borde de la concha y la tendencia de la secuencia de valores contiguo a esta, se estima que durante el periodo Neolítico antiguo de Zacatín los ejemplares de *Patella caerulea* se recolectaron, principalmente, en los meses de otoño (50%) y en los de invierno (40%) y, en menor medida y de forma más ocasional, en los meses de verano (10%).



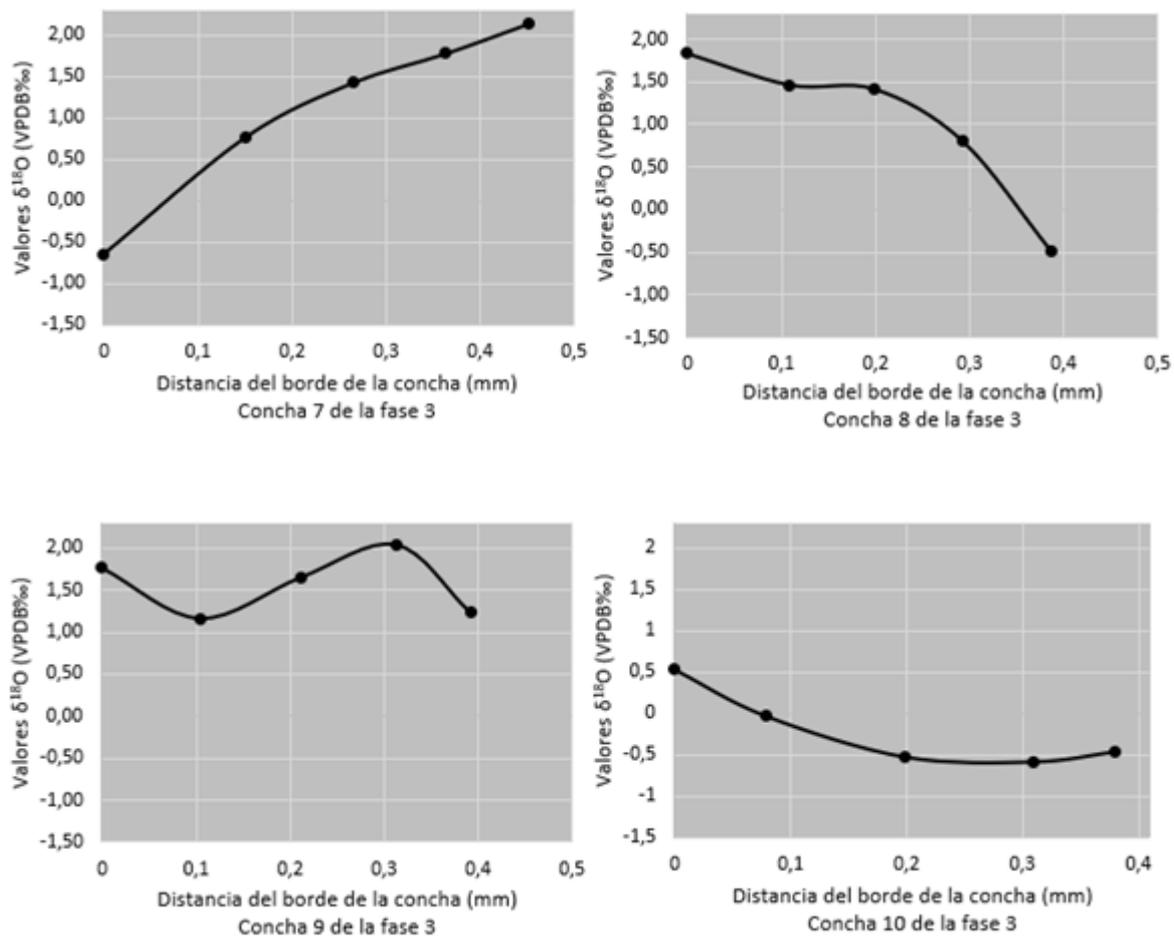


Figura 8.28. Secuencias isotópicas de las muestras de borde de las conchas procedentes de la fase 3 de Zacatín.

Por lo tanto, en base a los porcentajes de la estación de captura de *Patella caerulea*, se observa un cambio diacrónico en las prácticas de recolección y, por ende, en las estrategias de gestión de este recurso (**Figura 8.29**). En el Mesolítico, la recolección se realiza de forma anual, con mayor actividad en los meses de invierno (50%), seguida de los meses de otoño-verano (ambas con 20%) y de forma puntual en los meses de primavera (10%). En el Neolítico antiguo, la recolección deja de ser anual y se centra, mayoritariamente, en los meses de invierno (60%). Aun así, se continúa marisqueando en los meses de verano y otoño (ambas con 20%). Finalmente, en el Neolítico antiguo final, la recolección se centra, principalmente, en los meses de otoño (50%) e invierno (40%), aunque se sigue recolectando, de forma puntual, en los meses de verano (10%).

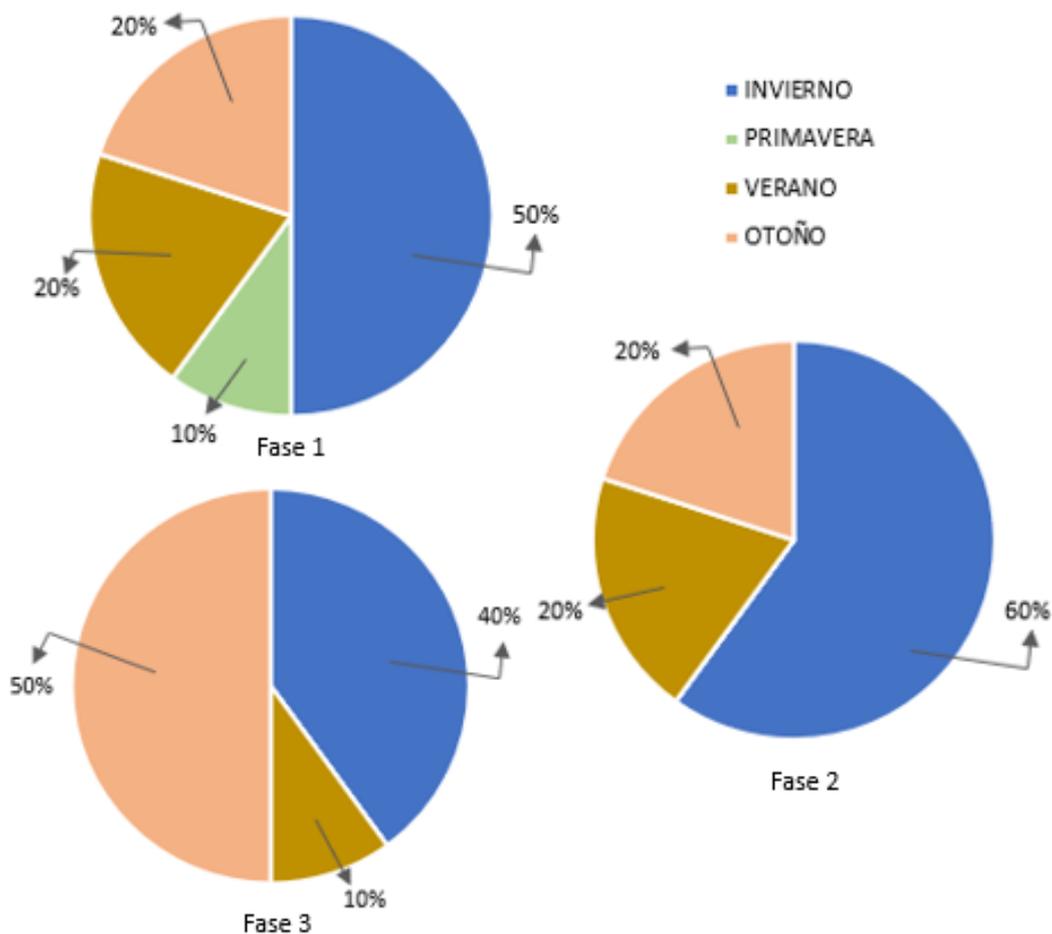


Figura 8.29. Gráfico de la estación de captura de *Patella caerulea* en las tres fases de Zacatín.

En conclusión, se observa un cambio significativo entre el momento de adquisición de estos recursos marinos a lo largo de los tres periodos estudiados en Zacatín (**Figura 8.30**). El resultado de Kruskal-Wallis muestra un p -valor de $<0,001$. Por lo tanto, se procede a aplicar la prueba de comparación de Dunn, con el ajuste metodológico de Bonferroni, para determinar cuáles son los periodos que muestran dicha diferencia significativa. El resultado indica que la diferencia se da entre el Mesolítico y los dos periodos del Neolítico, siendo más marcada con el Neolítico antiguo final.

Kruskal-Wallis, $\chi^2(2) = 17.81, p = 0.00014, n = 70$

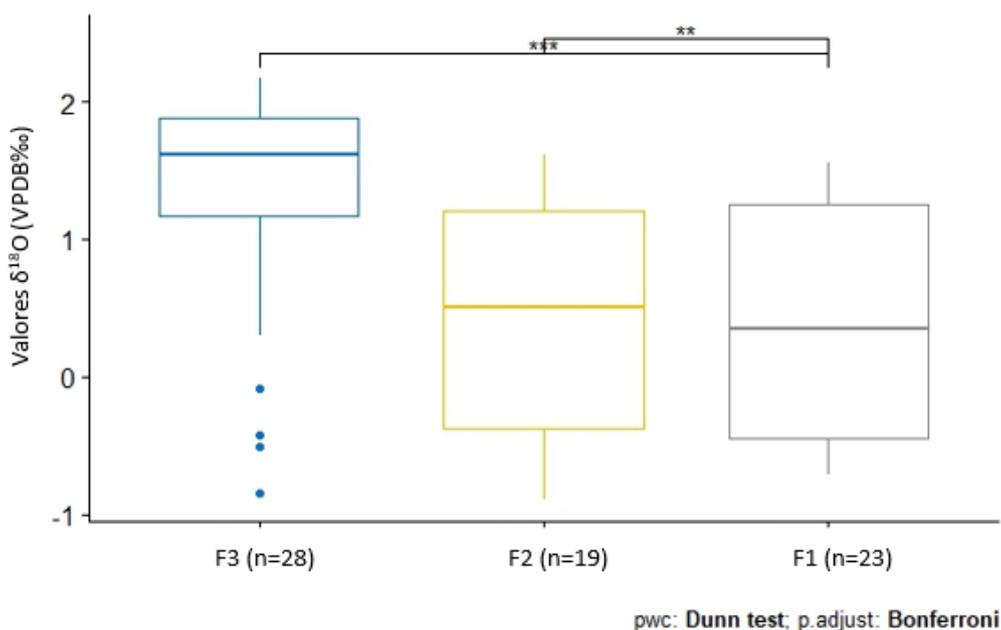


Figura 8.30. Diferencia en la estación de adquisición de la especie *Patella caerulea* en base a los periodos cronológicos analizados en el abrigo de Zacatín.

8.9. Comparación de las estrategias de adquisición de *Patella caerulea* entre el yacimiento de Nerja-Mina y el Abrigo de Zacatín.

Respecto a los valores isotópicos del oxígeno, los valores máximos y mínimos por periodo son similares entre ambos yacimientos. En el Mesolítico, se registra un máximo y un mínimo de 2,12‰ y -0,69‰ en Nerja-Mina, mientras que en Zacatín estos valores son de 2,07‰ y -1,1‰. En el Neolítico antiguo, los valores máximos y mínimos en Nerja son de 1,92‰ y -1,06‰, mientras que en Zacatín son de 2,12‰ y -0,94‰. Finalmente, en el Neolítico antiguo final, los valores máximos y mínimos en Nerja son de 2,13‰ y -1,26‰ y en Zacatín son de 2,17‰ y -1,09‰. A pesar de la semejanza, se observa un valor más negativo en los periodos Neolíticos en Nerja en comparación con los registrados en Zacatín, y valores más positivos en el Neolítico antiguo en Nerja en comparación a los de Zacatín.

A partir de la metodología de cuartiles se ha podido identificar la estación de captura de los 40 ejemplares de *Patella caerulea* y de los 30 ejemplares, de la misma especie, del Abrigo de Zacatín. Los resultados obtenidos muestran que existe un cambio diacrónico en las estrategias

de gestión de este recurso del intermareal en los dos yacimientos estudiados. A continuación, se presentan los resultados de la estación de captura de los ejemplares de *Patella* por periodo cronológico.

En el Paleolítico superior final, entre ca. 12.400 y 11.900 cal BC, se observa que en Nerja-Mina (NM16) la recolección de la especie *P. caerulea* se lleva a cabo esencialmente durante los meses de verano (junio-julio-agosto), con cinco ejemplares adscritos al cuartil 4, y durante los meses de invierno (diciembre-enero-febrero), con cuatro ejemplares adscritos al cuartil 1. También, se identifica un único ejemplar recogido en los meses de otoño que nos indica una explotación menos frecuente durante esta estación (**Figura 8.31**).

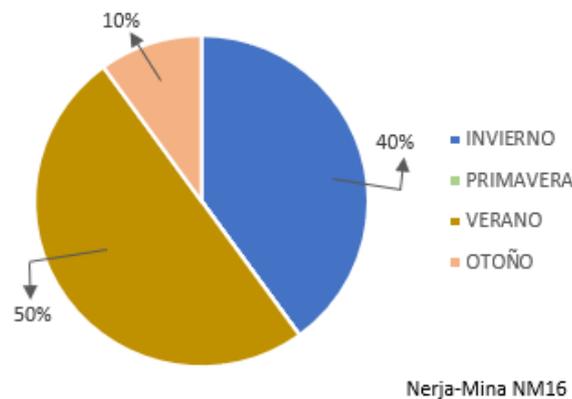


Figura 8.31. Gráfico de porcentajes de la estación de captura de *Patella caerulea* durante el Paleolítico superior final en Nerja-Mina.

En el Mesolítico, entre ca. 7.000 y 5.900 cal BC, se observa que, tanto en Nerja-Mina (NM12), como en el Abrigo de Zacatín (fase 1), la recolección de *P. caerulea* se realiza de forma anual. A pesar de la tendencia general existen variaciones en los porcentajes de captura por estación entre ambos yacimientos. En los dos casos, la recolección de esta especie se produjo mayoritariamente en los meses de invierno (Nerja-Mina 60% y Abrigo de Zacatín 50%), y de manera regular en los meses de otoño (en ambos casos un 20%). La diferencia radica en la frecuencia de captura en los meses de verano, siendo un 10% en el caso de Nerja-Mina y un 20% en el caso del Abrigo de Zacatín. En cuanto a los meses de primavera, en ambos casos se identifica la recogida de un único ejemplar, lo que demuestra una explotación puntual durante esta estación (**Figura 8.32**).

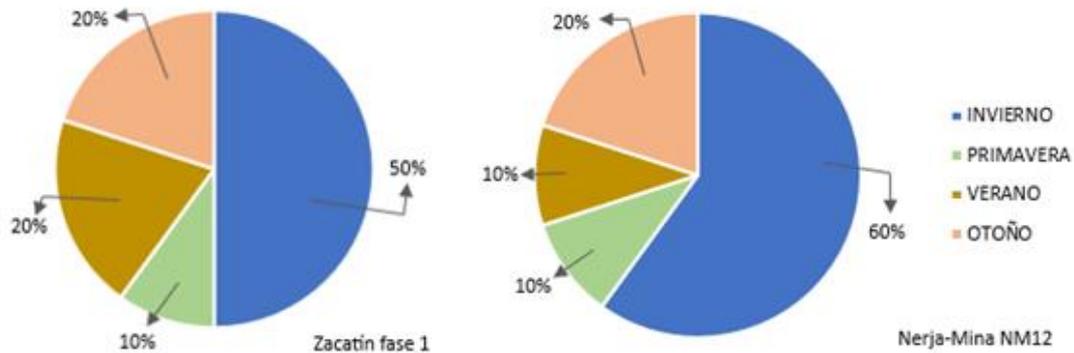


Figura 8.32. Gráfico de porcentajes de la estación de captura de *Patella caerulea* durante el Mesolítico en Nerja-Mina y Zacatín.

En el Neolítico antiguo, entre ca. 5.500 y 5.100 cal BC, a pesar de mostrar una tendencia similar en la captura de *P. caerulea*, existen diferencias entre ambos yacimientos. En Nerja-Mina (NM7), las prácticas de recolección continúan siendo anuales. Estas principalmente se realizan en los meses de invierno (40%), aunque aumenta la frecuencia de captura durante los meses de otoño (30%). Asimismo, se sigue recolectando durante el verano (20%) y de manera puntual en los meses de primavera (10%). En el Abrigo de Zacatín, también se recolecta mayoritariamente en los meses de invierno (60%), aunque en este caso, no se observa ninguna actividad durante los meses de primavera. En cuanto a los meses de otoño y verano, la captura de *Patella* presenta la misma frecuencia que en el periodo Mesolítico (ambas con 20%) (**Figura 8.33**).

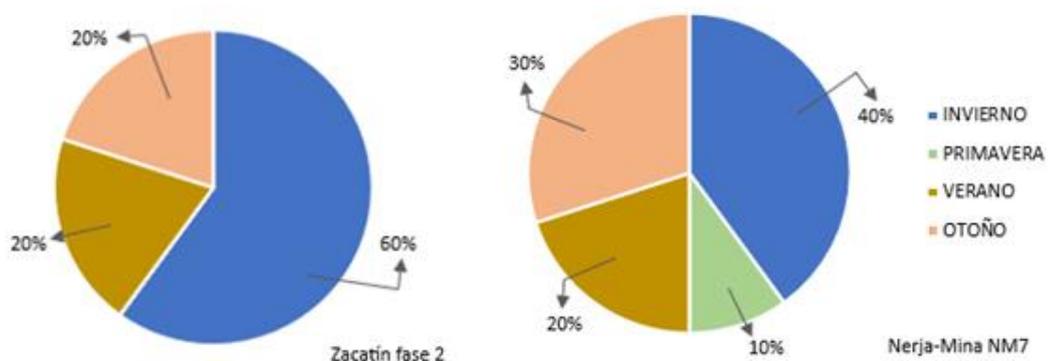


Figura 8.33. Gráfico de porcentajes de la estación de captura de *Patella caerulea* durante el Neolítico antiguo en Nerja-Mina y Zacatín.

En el Neolítico antiguo final, entre ca. 5.000 y 4.700 cal BC, se concluye que en ambos yacimientos las prácticas de recolección se centran mayormente en los meses de otoño (Nerja-

Mina 40% y Abrigo de Zacatín 50%). En el caso de Nerja-Mina, la frecuencia de recogida en los meses de invierno y verano es la misma, un 30%, mientras que, en el Abrigo de Zacatín, se observa una mayor actividad en los meses de invierno (30%) en comparación a los meses de verano (10%). En ambos yacimientos no hay evidencias de que durante los meses de primavera se recolecta esta especie de *Patella* (**Figura 8.34**).

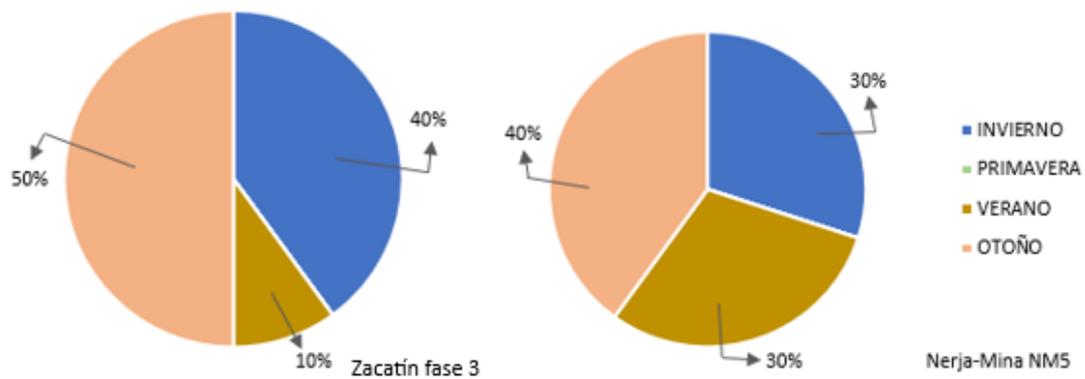


Figura 8.34. Gráfico de porcentajes de la estación de captura de *Patella caerulea* durante el Neolítico antiguo final en Nerja-Mina y Zacatín.

Capítulo 9. Discusión: Estrategias de gestión de los moluscos marinos entre el Paleolítico superior final y el Neolítico antiguo (entre ca. 15.100 y 6700 cal BP) en la costa del Mar de Alborán de la Península Ibérica.

Los estudios realizados en el marco de esta tesis doctoral han permitido constatar que se experimentan cambios significativos en la gestión de moluscos en los yacimientos de la Sala de la Mina de la cueva de Nerja y del abrigo de Zacatín, que abarcan entre ca. 15.100 y 6700 cal BP (12.500 – 4700 cal BC) y que algunos han podido quedar representados en las características físicas de taxones específicos.

Durante el Paleolítico superior final en la Sala de la Mina de Nerja se lleva a cabo un marisqueo estacional con baja diversidad de especies, enfocada en bivalvos de sustrato arenoso-fangoso, realizándose principalmente en verano e invierno y, con menor frecuencia en otoño. En el Epipaleolítico, se produce un cambio hacia una proporción mayor de especies provenientes de sustrato rocoso.

En el Mesolítico, y como dato significativo, se experimenta un notable aumento en la diversidad de especies recolectadas en ambos yacimientos, aunque en Nerja haya relativamente más taxones que en Zacatín. La recolección se convierte en anual y se concentra mayoritariamente en invierno, con eventos regulares en otoño. La diferencia en el tamaño de las conchas de *Patella caerulea* registrado entre Nerja y Zacatín en el Mesolítico sugiere posibles variaciones ambientales o cronológicas.

En el Neolítico antiguo, la diversidad de especies recolectadas se mantiene relativamente constante en Nerja en comparación con el Mesolítico, mientras que en Zacatín experimenta una disminución. A pesar de ello, la representación de taxones y sus proporciones son similares en ambos yacimientos, con *Patella* sp. como la especie predominante. En esta fase, Nerja mantiene prácticas anuales de recolección, mientras que en Zacatín esta actividad se centra, principalmente, en invierno y otoño, sin evidencias de que se llevase a cabo en primavera.

En el Neolítico antiguo final, la recolección muestra una reducción en la diversidad de especies en ambos yacimientos, aunque persisten similitudes en las especies representadas, destacando la continuidad de *Patella* sp. La recolección se concentra principalmente en otoño e invierno en ambos sitios, sin evidencias de realizarse en primavera. Además, se registra una disminución en el tamaño de los moluscos en ambos yacimientos, si bien en Zacatín se observa paralelamente un aumento en el tamaño de *P. ulyssiponensis*.

En el Neolítico medio-final destaca en Nerja un aumento en la recolección de *P. turbinatus* y *S. haemastoma*, aunque *Patella* sp. sigue siendo la especie predominante. *Mytilus* sp. disminuye en porcentaje, y entre las especies de *Patella*, se evidencia un incremento de *P. ulyssiponensis* frente a *P. caerulea*.

Estos aspectos evidencian el cambio de estrategias producido entre los períodos Mesolítico y Neolítico en las prácticas de recolección de moluscos, revelando adaptaciones y ajustes en respuesta a factores ambientales y culturales. Los análisis realizados de las variaciones en la talla y forma de especies concretas han puesto en evidencia una reducción generalizada en el tamaño de las conchas durante la transición del Mesolítico al Neolítico, y cambios en la elongación del perímetro de las conchas, sugiriendo que la recolección se realizó durante este intervalo temporal en áreas con distintos factores ambientales o intensidades de oleaje.

Conocer el alcance que las presiones ambientales y las presiones antrópicas, mediante acciones de selección, han podido tener en estos cambios es fundamental para la comprensión del impacto que pudo tener la neolitización en la explotación de las áreas litorales.

9.1. Diversidad, continuidad y cambio en la recolección de moluscos marinos en el sur de Alborán desde el Paleolítico superior hasta el Neolítico antiguo final

La cueva de Nerja (Sala de la Mina) y el abrigo de Zacatín cuentan con un registro arqueológico significativo que permite abordar la problemática concerniente al aprovechamiento de recursos marinos durante el Mesolítico y el Neolítico y sus posibles cambios.

Se considera que después del Mesolítico, periodo de intensificación en la explotación de recursos marinos (Fano 2004, Dean y Carvalho 2011, Gutiérrez-Zugasti, 2011b, Cortés-Sánchez et al. 2012, Dean et al. 2012 García-Escárcaga y Gutiérrez-Zugasti 2021), se asiste a la disminución del tamaño y cantidad de los concheros (Carvalho 2008), característica que se ha interpretado como evidencia del descenso de la relevancia de estos recursos en la dieta humana, vinculado al proceso de Neolitización (Anderson 2007).

Los estudios de paleodieta, a partir del análisis de isótopos de carbono y nitrógeno en restos humanos, apoyan este descenso en la relevancia del consumo de alimentos de origen marino (6,3% del total del carbono marino en el Atlántico y 2,9% en el Mediterráneo) a lo largo del Neolítico en todas las regiones costeras del territorio peninsular (Cubas et al. 2019). Sin embargo, investigaciones recientes en esta área geográfica evidencian que se da una cierta

continuidad en la explotación del medio litoral durante el Mesolítico y el Neolítico (Ramos Muñoz et al. 2011, Soares 2013, Pascual Benito 2014, Álvarez-Fernández 2015, Nukushina, 2016). La costa Mediterránea, a pesar de presentar una biomasa de moluscos marinos inferior a la de la costa Atlántica (Fa 2008), también albergó durante este intervalo temporal grupos costeros que tuvieron como base de subsistencia los recursos marinos (Fontanals-Coll et al. 2023).

En este contexto, los resultados obtenidos a partir del análisis arqueomalacológico realizado en la cueva de Nerja (Sala de la Mina) y el abrigo de Zacatín indican que la abundancia relativa de las especies explotadas y su diversidad en las prácticas de recolección experimentaron variaciones a nivel temporal. Estas observaciones son consistentes con los datos obtenidos en otros yacimientos contemporáneos en la costa mediterránea de la península ibérica. Sin embargo, no es posible comparar de manera cuantitativa la abundancia relativa de las especies por falta de homogeneidad en el uso de las unidades de cuantificación (NR y NMI) en los estudios malacológicos realizados.

En este sentido, durante el Paleolítico superior final (entre ca. 15100 y 14000 cal BP; ca. 13500-11300 cal BC) se advierte el predominio de los bivalvos de ambientes estuarinos y lagunas costeras: en La Cova (nivel II), *Cerastoderma edule* constituye ca. 52% del NR (Casabó i Bernad y Rovira-Gomar 1981); Cueva Victoria (fase A y fase B), *Ruditapes decussatus* es la especie con mayor representación con 95% y 96% del NMI, respectivamente (Álvarez-Fernández et al. 2022); y en Hoyo de la Mina 6 se documentan especies como *Cerastoderma* sp., *Ostrea* sp. y *Ruditapes decussatus*, siendo esta última la más abundante con 95% del NR (Such 1920, Ferrer et al. 2006). Sin embargo, no todos los yacimientos de este periodo presentan una recolección centrada en los bivalvos de sustrato arenoso-fangoso. Así, los moluscos recogidos con mayor frecuencia en Complejo Humo abrigo 6 (estrato 9) son los ejemplares de *Patella* sp. (Ramos Fernández et al., 2006); en el Camping Salou, *Mytilus galloprovincialis* (Nadal 1998); en el nivel 1 de El Algarrobo, *Patella* sp., *Phorcus turbinatus* y *Mytilus galloprovincialis* (Román et al. 2022); en el nivel 3F de Higuera, *Patella* sp. y *Phorcus turbinatus* (Román et al., 2022); en los niveles IV a II de El Caballo, *Patella ulyssiponensis* y *Phorcus turbinatus*, aunque también se documentan *Mytilus* sp. y, en menor medida, *Ruditapes decussatus* y *Acanthocardia tuberculata* (Román et al. 2022); en el nivel 5 de Bajondillo, *Mytilus galloprovincialis* representa el 50% del NMI (Cortés-Sánchez et al. 2020); y, en el caso de la Sala del Vestíbulo de la cueva de Nerja (del NV7 al NV5), la especie dominante es

Mytilus sp. con 64% del NMI, seguido de *Cerastoderma edule* con 15% del NMI (Aura-Tortosa et al. 2001).

Al final del periodo, en el Epipaleolítico (entre ca. 14000 y 13000 cal BP; ca. 12.900-11.360 cal BP), la composición de las especies recolectadas cambia, tanto en Nerja-Mina (NM13, Jordá-Pardo 1984-1985) como en Nerja-Vestíbulo (NV4, Jordá-Pardo et al. 2016). El marisqueo se centra ahora, principalmente, en *Mytilus* sp. (74% del NMI en NM13 y 96% del NMI en NV4), siendo limitada la recogida de bivalvos de sustrato arenoso-fangoso (<5% del NMI en NM13 y <1% del NMI en NV4).

Durante el Mesolítico (entre ca. 9000 y 7900 cal BP; ca. 8.500-5.900 cal BC) predomina el marisqueo de moluscos de sustrato rocoso en el nivel B de La Cativera, donde la especie más abundante es *Mytilus* sp. con 46% del NMI (Morales-Hidalgo 2010). En Solà del Pep ca. 72% del NMI pertenece a *Phorcus turbinatus* (Álvarez-Fernández et al. 2022). En Nerja- Vestíbulo (NV3). *Mytilus* sp. constituye el 69% del NMI de los bivalvos; estos representan el 70% del número total de restos del nivel (Jordá-Pardo et al. 2016). En los niveles 4 y 3 de Bajondillo se citan *Patella caerulea* y *Mytilus* sp., junto con *Cerastoderma edule* (Cortés-Sánchez et al. 2020). En el nivel 3 de Santa Maira, la cual está ubicada a >30 km de la línea de costa actual predomina la especie *Mytilus* sp. con 67% del NMI (Morales-Pérez 2013). En otras ocupaciones mesolíticas contemporáneas se advierte una continuidad en la explotación de bivalvos de sustrato arenoso-fangoso. Así, en los tres niveles de El Collado (IV, II y I) la recolección de moluscos se centra, principalmente, en *Cerastoderma* sp. (Fernández-Lopez de Pablo y Gabriel 2016), al igual que en el nivel A de La Cativera, y en el conchero de L'Assut, donde también predomina *Cerastoderma* sp. (Román et al. 2022).

Durante el Neolítico (entre ca. 7400 y 6000 cal BP; ca. 5.300-4.000 cal BC) se confirma el marisqueo de gasterópodos de sustrato rocoso. De esta forma, en los cuatro niveles del Neolítico antiguo de Les Cendres la especie más frecuente es *Patella* sp. ca. >60% del NMI (Bernabeu y Molina 2009). En los niveles del 7 al 5 de Nerja Sala de la Torca predominan *Patella caerulea*, *Phorcus turbinatus* y *Stramonita haemastoma* (Pellicer y Morales 1995). En los niveles 7 al 5 de Complejo Humo abrigo 6 se documenta *Patella caerulea*, *Phorcus turbinatus* y *Stramonita haemastoma* (Ramos-Fernández 2004). En Costamar se cita *Patella* sp. (Carrasco 2009). En Tossal de Basses, *Patella* sp. y *Phorcus* sp. (Luján-Navas 2016); y, en La Vital, *Patella* sp. (Pascual-Benito 2010). El único sitio donde se recolectan moluscos en sustratos arenosos/fangosos es Barranquet, donde predomina *Cerastoderma* sp. (Esquembre et al. 2008).

La variación diacrónica en la abundancia relativa de las especies muestra la existencia de distintas estrategias en la gestión del marisqueo de los moluscos marinos entre los dos periodos analizados en la Sala de la Mina de Nerja y en Zacatín. Los resultados del análisis ecológico, basado en la distribución de la abundancia relativa de las especies recolectadas por periodo, son compatibles con la tendencia observada en la costa Atlántico-portuguesa y el Golfo de Cádiz, donde se identifica una estrategia de gestión relativamente más diversificada en el Mesolítico y una estrategia más especializada durante el Neolítico (Aguirre-Uribesalgo et al., 2024).

En este contexto, a partir del 14000 cal BP (ca. 12.500 cal BC), el incremento en el aprovechamiento de los recursos del medio litoral también se confirma a través de otras categorías de restos faunísticos (Aura et al. 2016), en particular, en la cueva de Nerja (Sala de la Mina). La pesca fue una actividad importante durante el Holoceno inicial, con un total de 2086 INSP, donde los porcentajes de las familias Sparidae (ca. 48% del NISP), Mugillidae (ca. 34% del NISP) y Carangidae (ca. 11% del NISP) aumentan. Además, la presencia de especies pelágicas, bentónicas y migratorias muestran la explotación de diversas ecozonas (Aura-Tortosa et al. 2001). Las distintas especies de aves (48 NISP) también apuntan la diversificación de las prácticas de subsistencia, donde predominan las especies de origen marino (Charadiiformes) y de humedales y entornos lacustres (Anseriformes) (Eastham 1986), así como, la presencia puntual en los niveles Magdalenienses de delfín (18 NISP) e, indirectamente, de la ballena franca austral, de la que se registra únicamente los balanos (*Tubicinella major* y *Cetopirus complanatus*) (Álvarez-Fernández et al. 2014).

Entre los vertebrados destaca el consumo del conejo, pero con porcentajes algo menores que en periodos posteriores. >80% del NISP en el Epipaleolítico y ca. 26% del NISP en el Mesolítico), siendo la cabra montesa (43% del NISP) la especie más frecuente, seguido del Ciervo (8,5% del NISP) y el jabalí (ca. <3% del NISP) (Pérez-Ripoll 1986, Aura Tortosa et al. 2009, Aura et al. 2013). Este incremento en los recursos marinos se relaciona con los cambios paleogeográficos que tuvieron lugar a partir del último máximo glacial, en el cual sitúa la línea de costa más próxima al yacimiento de Nerja y se forma 3 km de llanura costera que proporciona un hábitat más amplio para el ciervo y el caballo (Aura-Tortosa et al. 2002).

Sin embargo, durante el Holoceno se establecen condiciones áridas en el Mar de Alborán (Holzwarth et al. 2010) y variaciones en el sistema de afloramiento de aguas profundas, que provocó la disminución de la productividad marina (Fink et al., 2013). En consecuencia, se ha planteado la hipótesis de que la disminución de las surgencias y el aumento de aridez durante

el Holoceno temprano redujo la disponibilidad de recursos del intermareal en el Mesolítico tardío, afectando a su recolección y consumo (Bicho et al. 2010, Cortes-Sánchez et al. 2012). Además, en el último hemicycle eustático, caracterizado por un calentamiento global y fusión parcial de los casquetes polares (Ruddiman y McIntyre 1981), acontece el ascenso del nivel del mar en las distintas regiones de la península ibérica (García-Artola et al. 2018). Esto hace que algunos investigadores plantean que la pérdida de llanura costera y el cambio morfológico de ecosistema lagunar a costa rocosa afectó a la disponibilidad de los recursos litorales (Fernández-López de Pablo y Gabriel 2016; Brisset y Fernández-López de Pablo 2022), provocando un cambio en las especies de moluscos consumidos entre el Mesolítico y el Neolítico.

Complementariamente a los factores ambientales, cabe la posibilidad de que la adopción de los domesticados a inicios del Neolítico pudiera haber influido también en el cambio de la gestión de los moluscos marinos. En la Sala de la Mina de la cueva de Nerja en el Neolítico antiguo, se observa un incremento de los animales domésticos frente a los salvajes (ca. >90% del NISP a partir del NM5) (Aura-Tortosa et al. 2010, 2013), siendo la categoría más representada los ovicaprinos (*Ovis aries/Capra hircus*) con un ca. >60% del NISP, seguido de *Sus domesticus* ca. 10% del NISP y *Bos taurus* >7% del NISP (Boessneck y Driesch 1980, Morales y Martín 1995, Salazar-García et al. 2017). En el Neolítico antiguo de Zacatín también se aprecia la ganadería de especies domésticas, siendo *Ovis aries* la más frecuente con ca. 8%, seguido de *Capra hircus* y *Bos p.* con ca. <3% del NISP (Martínez-Sánchez et al. 2023). En cuanto a los recursos vegetales, durante el Neolítico antiguo final los estudios carpológicos indican un incremento en la presencia de cereales, como la cebada desnuda (*Hordeum vulgare* subsp. *vulgare*) y trigo desnudo (*Triticum sf. dicoccum*), y leguminosas, mayormente, haba (Aura-Tortosa et al. 2013). En Zacatín, en Neolítico antiguo (fase 3), también se identifica la presencia de semillas de trigo, pero no es posible determinar la variedad (vestida o desnuda) (Martínez-Sánchez et al. 2024).

Los resultados obtenidos en Nerja-Mina y Zacatín evidencian una tendencia a privilegiar las especies más óptimas en términos productivos o energéticos durante el Neolítico, practicando una estrategia más selectiva. En este sentido, las lapas son los moluscos más recolectados en los yacimientos contemporáneos de la costa Mediterránea peninsular (Pascual Benito 2014) y en las costas del Mediterráneo central (Colonese et al. 2011). Además, estos gasterópodos presentan mayor rentabilidad en términos de rendimiento cárnico, frente a los monodonta (García-Escárzaga y Gutiérrez-Zugasti 2021), por lo que, la mayor importancia de estas especies durante el Neolítico podría ser un indicador de la necesidad de optimizar la adquisición

de alimento en estas áreas litorales. En este caso, teniendo en cuenta que el cambio morfológico del litoral y las líneas de costa se han consolidado para el 7000 - 6000 cal BP (ca. 5000-4000 cal BC) (Leorri et al. 2012; Brisset y Fernández-López de Pablo 2022), es posible que la adopción de la agricultura y la ganadería tuviera un ligero impacto en la especialización de la gestión de los medios litorales.

9.2. Estacionalidad en las prácticas de recolección de moluscos marinos en las últimas sociedades cazadoras-recolectoras y los inicios de las comunidades agrícolas en el extremo occidental mediterráneo

En la costa Mediterránea peninsular, se ha constatado la continuidad en el aprovechamiento del medio litoral durante el Neolítico, en el que se desarrolla una estrategia de gestión de los moluscos más especializada (Aguirre-Uribesalgo et al. 2024). A pesar de ello, los resultados de los análisis de isótopos de carbono y nitrógeno del colágeno en restos humanos de esta área geográfica muestran una dieta basada principalmente en recursos terrestres (C₃) y sin evidencias de consumo de recursos marinos (Salazar-García et al. 2018). En este sentido, se ha planteado la hipótesis de la posibilidad de que el consumo de estos recursos fuera estacional durante este periodo y, por ello, no son detectados en los estudios de paleodieta (Pascual Benito 2014).

Los resultados obtenidos en este trabajo indican que la estación de adquisición de los ejemplares de la especie *Patella caerulea* experimentó variaciones a nivel diacrónico entre el Paleolítico superior final y el Neolítico en los yacimientos de la cueva de Nerja (Sala de la Mina) y el abrigo de Zacatín. Los perfiles intra-anales del valor isotópico de oxígeno (δO_{18}) obtenido de las conchas de ambos yacimientos son consistentes con los valores esperados para la franja cronológica estudiada. Los ejemplares modernos de la región Mediterránea presentan rango de valores más reducidos que los arqueológicos, en especial en los valores mínimos. En este sentido, los resultados obtenidos por J. E. Ferguson et al. (2011) en los dos ejemplares de *Patella caerulea* recolectados en noviembre de 2007 en la costa este de Gibraltar muestran un rango entre 1,56‰ y 2,05‰, con un máximo de 2,22‰ y 1,92‰ y un mínimo de 0,66‰ y 0,13‰. Para la misma especie del género *Patella*, el estudio de L. A. Prendergast y B. R. Schöne (2017) en ejemplares procedentes de las costas del Mediterráneo central y oriental presentan un rango entre 1,6‰ y 3,6‰, con valores máximos entre ca. 1,5 y 2,5‰ y mínimo de 0,5 y -1,1‰. Se observa así que los ejemplares de la costa oriental registraron mayor rango en comparación

a los de la costa central, donde el valor isotópico de oxígeno del agua ($\delta^{18}\text{O}_{\text{agua}}$) y la salinidad del mar son relativamente más altas. Por lo tanto, el rango de los valores isotópicos de los ejemplares arqueológicos de Nerja-Mina y Zacatín (entre ca. 3‰ y 3,5‰) se asemejan a los proporcionados por los modernos de la costa oriental del Mediterráneo. Teniendo en cuenta lo sugerido por L. A. Prendergast y B. R. Schöne (2017), esta diferencia podría estar relacionada con una mayor concentración en el valor isotópico de oxígeno en agua entre 12500 y 4700 cal BC (ca. 13700-6700 cal BP) (1,7‰ durante el Paleolítico superior final y 1,2‰ durante el Mesolítico y Neolítico), debido al deshielo los casquetes polares en el último hem ciclo eustático (Ruddiman y McIntyre 1981).

Respecto a los resultados isotópicos en ejemplares arqueológicos, en la región Mediterránea no existen estudios en la especie *Patella caerulea* para el periodo analizado en este trabajo. No obstante, los datos procedentes para el Mediterráneo central y occidental de la especie *Phorcus turbinatus* son consistentes con los valores observados en esta tesis doctoral. Así, los ejemplares procedentes del estudio de T. L. Branscombe et al. (2021) del yacimiento Vela Spila (Croacia), datado entre 7.500 y 5.900 cal BC (ca. 8500-7900 cal BP), presenta un rango entre 3,41‰ y 3,98‰, donde el ejemplar del Mesolítico registra un valor máximo y mínimo más alto (2,98‰ y -1,37‰, respectivamente) en comparación con los obtenidos en Nerja-Mina y Zacatín. El estudio de Y. Yanes et al. (2018) procedente de Ifri Oudadane (norte de Marruecos) también muestra un rango entre 3‰ y 2,1‰ en los valores isotópicos intra-anales de los bígamos, en esta caso, datados entre 11000 y 6700 cal BP ca. (ca. 9000-4700 cal BC). En Sicilia también se observan un rango similar en los ejemplares de Grotta dell'Uzzo (Mannino et al. 2007) y Grotta della Serratura (Colonese et al. 2009), donde los rangos varían entre 2,8‰ y 3,7‰.

La media de temperatura superficial del mar (SST °C), calculada a partir de la proporción del isótopo de oxígeno registrado en conchas de *Patella caerulea*, también coincide con los datos disponibles de estudios paleoclimáticos del Mar de Alborán. Los perfiles de temperatura obtenidos por Cacho et al. (2001) en el core MD 95-2043 muestran una fase cálida durante el GI 1 o Interstadio Tardiglacial, con una media de 12 y 14°C, en el que se menciona una fase cálida abrupta alrededor del 12250 BP (ca. 15000/14500 cal BP) en el Mar de Alborán. En este caso, la media $21,53 \pm 0,6$ obtenida a partir de la concha de NM16 de Nerja-Mina es sorprendentemente alta. Esto podría atribuirse a dos posibles explicaciones ambientales. Por un lado, la concha analizada pudo haber sido recolectada durante el interstadio cálido de Bølling-Allerød, aunque la presencia en el mismo nivel arqueológico de fauna de ambientes fríos como

el alca gigante (*Pinguinus impennis*), el abadejo (*Pollachius pollachius*), eglefino (*Melanogrammus aeglefinus*) indican lo contrario (Eastham 1986, Aura-Tortosa et al. 2002). También podría indicar lo contrario la presencia balanos de cetáceo (en particular de *Tubicinella major*), particularmente si se confirmara que proceden de ballena franca austral (*Eubalena meridionalis*) (Álvarez-Fernández et al., 2014b, 2022).

Por otro lado, el alto valor de la media de SST (°C) podría explicarse por la proximidad de estuarios en el lugar donde se recolectó la concha analizada. El agua dulce de los estuarios contiene mayor cantidad de O₁₆ y varía la proporción del valor isotópico del oxígeno (¹⁶O/¹⁸O) en el agua de mar. Estudios realizados en la región cantábrica por F. I. Gutiérrez-Zugasti et al. (2017) y S. Milano et al. (2020) en *Mytilus galloprovincialis* confirman que el coeficiente de correlación entre los valores isotópicos de oxígeno y carbono varía en base al hábitat del estuario. Así, el coeficiente negativo se vincula a la costa abierta y el positivo a la zona alta del estuario (r = -0,27 costa abierta, r = -0,13 estuario bajo, r = 0,56 estuario alto). El coeficiente de correlación del ejemplar del Paleolítico superior final de Nerja-Mina muestra un valor positivo (r = 0,49, p-valor = 0,016) a diferencia de los valores obtenidos en el resto de las conchas, tanto de Nerja (r = -0,58 (Mesolítico), r = -0,91 y r = -0,48 (Neolítico), todas con p-valor = < 0,05), como de Zacatín (r = -0,7 (Mesolítico), r = -0,49 y r = -0,34 (Neolítico), todas con p-valor = < 0,05). Asimismo, el predominio de bivalvos de sustrato arenoso (*Ruditapes decussatus* y *Cerastoderma* sp.) en los conjuntos de los moluscos recolectados en NM16 (Jordá-Pardo 1984-1985, 1986), así como el aumento en los mugílidos y anseriformes (Eastham 1986, Aura Tortosa et al. 2002) demuestran la existencia de la explotación del medio estuarino durante este periodo. Además, el estudio paleogeográfico realizado por Hernandez-Molina et al. (1994) también corrobora que durante el Paleolítico superior final el litoral de Vélez-Málaga estaba conformado por estuarios, lagunas costeras y amplias playas.

Durante el Holoceno inicial, la temperatura superficial del mar aumenta hasta 19-20°C (Cacho et al. 2001, Jordá-Pardo et al. 2011), coincidiendo con las temperaturas medias obtenidas para el Mesolítico (20,3±0,47 °C en NM12 y 19,28±0,52 °C en Fase 1) y para el Neolítico (21,28±0,51 °C en NM7 y 19,55±0,51 °C en NM5 (Nerja-Mina), 18,5±0,51 en Fase 2 y 17,5±0,53 °C en Fase 3 (Zacatín). Este aumento se confirma con la presencia de especies xéricas y termófilas propias de climas cálidos en ambos yacimientos (Aura Tortosa et al. 2013, Martínez-Sánchez, et al. 2023). Asimismo, el rango de temperatura es similar a la registrada en ejemplares arqueológicos de *P. turbinatus* del norte de Marruecos, 11,5°C y 24,7°C (Yanes et

al. 2018), del noroeste de Sicilia, 12,1°C y 29,4°C (Mannino et al. 2007) y de la costa libanesa, 12,9°C y 26,4°C (Prendergast et al. 2016).

En cuanto a los resultados de la estacionalidad, las prácticas de recolección de *Patella caerulea* se modifican a lo largo del Paleolítico superior final y el Neolítico en la costa Mediterránea del sur de la península ibérica. Se verifica una recolección estacional que se alterna entre los meses de verano e invierno entre ca. 14500 y 13800 cal BP (12500 y 11900 cal BC). Esta observación es consistente con la disponibilidad estacional de otras categorías de fauna documentadas en Nerja-Mina durante este periodo. Entre las aves consumidas se encuentra la especie migratoria *Puffinus griseus* (pardela sombría), que habita durante el verano y otoño en las costas del hemisferio norte, y la especie *Morus bassanus* (alcatraz común) que frecuenta las costas del Mediterráneo occidental durante el invierno (Eastham 1986, Morales-Pérez et al. 2020). En cuanto a los peces, la presencia de la especie migratoria *Trachurus trachurus* (jurel) indica una actividad pesquera durante el verano, momento en el que se acercan a la costa para reproducirse (Morales y Roselló 2008). Por lo tanto, la recolección de moluscos se compaginaba con las prácticas cinéticas que probablemente se llevarían a cabo durante la primavera y el otoño.

En el Mesolítico, el marisqueo se realiza desde el verano hasta inicios de la primavera, por lo que, los recursos litorales son aprovechados durante la mayor parte del año. Estos resultados contrastan con estudios de estacionalidad en *P. turbinatus* realizados en el Mediterráneo central, que sugieren que las prácticas de recolección durante el Mesolítico se desarrollaron, principalmente, durante la estación de invierno, con una adquisición adicional durante el comienzo de la primavera y el final del otoño, mientras que en la transición al Neolítico se establece entre el invierno y el otoño (Mannino et al. 2007, 2011, Colonese et al. 2009, Prendergast et al. 2016). En este contexto, se plantea un patrón de movilidad estacional, en el que durante los meses fríos se explotan los recursos de la llanura costera, mientras que durante el verano se aprovechan los recursos de áreas de interior, considerando el marisco un complemento alimenticio frente a la escasez de otros alimentos. No obstante, en la costa marroquí del Mar de Alborán, el estudio de Y. Yanes et al. (2018) muestra una recolección de *P. turbinatus* que se lleva a cabo durante la mayor parte del año, sin que existan cambios durante el periodo Neolítico con la introducción de plantas domesticadas (Kruskal-Wallis, $p=0,26$). El estudio de T. L. Branscombe et al. (2021) tampoco coincide con los resultados del Mediterráneo central. En este caso, la recolección de *P. turbinatus* se realiza durante los meses de verano y el inicio del otoño.

En el Neolítico, los moluscos se recolectan de manera estacional en los meses de otoño e invierno, y, de forma puntual, durante el verano. Estos resultados son consistentes con lo observado por T. L. Branscombe et al. (2021) en Vela Spila (Croacia) y M. Mannino et al. (2007) en Grotta dell'Uzzo (Sicilia). Por tanto, parece haber una cierta planificación o preferencia temporal en la elección de consumir mariscos. Si fuera una estrategia oportunista, se esperaría que la recolección del marisco ocurriera de manera más flexible, sin depender específicamente de una estación en concreto. Además, a diferencia de lo observado en Ifri Oudadane (Yanes et al. 2018), donde no existe el cambio significativo en la estación de recolección entre periodos, en esta tesis doctoral si se identifica un cambio significativo entre el Mesolítico y el Neolítico, tanto en Nerja-Mina ($\chi^2(3)=18,28$, p -valor=0,00038), como en Zacatín ($\chi^2(2)=17,81$, p -valor=0,00014). En este sentido, se confirma el cambio en las estrategias de gestión de moluscos marinos observado en el registro malacológico entre el Mesolítico y el Neolítico, que sugiere una tendencia hacia una mayor especialización en las prácticas de recolección de los recursos marinos. Estos cambios coinciden con la presencia de actividades agroganaderas en la cueva de Nerja y Zacatín, lo que nos lleva a pensar que estas pudieron influir en la estacionalidad del marisqueo durante el Neolítico.

Aunque en la mayoría de los modelos explicativos propuestos sobre los orígenes del Neolítico en la península ibérica se tiende a remarcar el papel importante del componente doméstico en las estrategias económicas ya desde un primer momento (Saña et al. 2020), no puede obviarse la fuerte base estacional que tuvo probablemente la producción y adquisición de recursos para la subsistencia. La economía neolítica integró toda una serie de especies de plantas y animales no autóctonas que se adoptaron ya en su forma doméstica. Esto implicó, sin duda, una primera fase de adaptación de estas especies al territorio peninsular, en la que los recursos salvajes pudieron jugar un papel más o menos preeminente en función de las características ambientales dominantes, atendiendo también a la amplia variabilidad regional que presenta la península ibérica entre áreas litorales, montañosas e interior, o entre las mismas zonas costeras. Algunas de las síntesis publicadas recientemente, tienden a remarcar la rapidez en que se produjo la expansión y adaptación de los domesticados a una gran variedad de rangos climáticos y ecológicos (Ethier et al. 2017). La introducción de la oveja, por ejemplo, se produce de manera abrupta en un substrato donde dominaba la caza y la recolección (Saña et al. 2020).

Entre los cultivos documentados en los yacimientos del Neolítico antiguo de la península ibérica, hay una variedad relativamente elevada de cereales (cebada, trigo desnudo), así como

de leguminosas (guisante, lenteja, habas y otras legumbres potencialmente cultivadas) y plantas oleaginosas (lino y adormidera) (Antolín 2016, Antolín y Saña 2022). Parece evidenciarse un gradiente cronológico desde la costa mediterránea (7700-7400 cal BP; 5600-5400 cal BC) hacia zonas algo más interiores (7600-7200 cal BP; 5400-5200 cal BC) y en la Meseta y los Pirineos (7300-7000 cal BP; 5300-5000 cal BC) (Saña et al. 2020). El decalaje cronológico más claro en la difusión de los cultivos de cereal se produce en la región cantábrica, donde las fechas más tempranas se sitúan al menos 1000 años después de la llegada de los cultivos al territorio peninsular.

Los datos arqueozoológicos muestran que en la mayoría de los contextos se ha documentado la adopción rápida y simultánea de las cuatro principales **especies domésticas** productoras de alimento (7700-7400 cal BP; 5600-5400 cal BC) (Saña 2013, Saña et al. 2020). Entre ellas, los porcentajes más elevados los ostentan los ovicaprinos, y concretamente las ovejas suelen dominar los espectros faunísticos. La importancia cuantitativa de las ovejas en la mayoría de los conjuntos datados en el Neolítico inicial en diferentes regiones peninsulares ha sugerido que esta especie se extendió muy rápidamente a estos nuevos territorios (Sierra et al. 2019).

La distribución de los animales domésticos en las regiones más meridionales y occidentales de Europa habría contribuido a su aclimatación y a su adaptación a entornos y climas específicos, lo que influiría probablemente en la forma inicial de gestión de estas primeras especies domésticas. La altitud y la proximidad al mar podrían ser factores importantes para comprender las primeras prácticas de cultivo y cría. Si bien se observa una importante diversidad de cultivos en los primeros sitios costeros, esta se reduce a medida que avanzamos hacia zonas interiores. Esto podría deberse a las dificultades de adaptación a nuevos hábitats (Saña et al. 2020). En las zonas del interior, la menor diversidad de cultivos podría haberse compensado con una mayor actividad recolectora. Los datos muestran que las plantas domesticadas son más sensibles a la adaptación. En cambio, los animales, móviles por naturaleza, son menos propensos a experimentar los riesgos potenciales implicados en la ocupación de nuevos nichos ecológicos (Ethier et al. 2017).

Si bien es factible evaluar a nivel temporal y espacial como se lleva a cabo la adopción de las principales especies de animales domésticos, rastrear diacrónicamente los cambios entre Mesolítico y Neolítico es una tarea compleja debido a la falta de secuencias arqueológicas con carácter estrictamente continuo. A una escala temporal menor, resulta complejo también secuenciar estacionalmente el conjunto de actividades realizadas a lo largo del ciclo anual con

finés subsistenciales y las interacciones o sucesiones que tienen lugar entre la explotación y gestión de recursos domésticos y recursos salvajes. Una de las preguntas todavía sin respuesta es en qué momento fue posible optar por los ciclos productivos a más largo término frente a los cortos o estacionales. De hecho, la gran variabilidad registrada a inicios del Holoceno da cuenta de cierta flexibilidad en las estrategias adoptadas por parte de las últimas sociedades cazadoras recolectoras y agricultoras iniciales, demostrando que el carácter de linealidad tradicionalmente otorgado a la transición al Neolítico no refleja probablemente algunas de las dinámicas que pudieron coexistir.

Conocer si ovejas, cabras y bueyes pueden reproducirse y producir leche a lo largo del ciclo anual o durante un periodo de tiempo más extenso que el rango natural de la especie, es un dato imprescindible para poder abordar el estudio de aspectos fundamentales implicados en la gestión de los recursos animales. Disponer de animales domésticos no implica directamente disponer de carne tierna o de leche durante todo el ciclo anual, sino que esta disponibilidad vendrá condicionada por el control y grado de modificación de los ritmos de reproducción de cada especie (Sierra et al, 2021). Conocer la secuenciación estacional de los ritmos de producción y reproducción de las primeras especies domesticadas es pues fundamental, por lo tanto, para el estudio de esta problemática histórica (Torneró y Saña 2006). La reproducción es el aspecto central o básico sobre el que se articula la ganadería. Sin embargo, para que esta sea efectiva y sin riesgos, es necesario llevar a cabo toda una serie de procesos de trabajo y actividades fundamentales como son la alimentación animal y su protección frente a las inclemencias ambientales. Las primeras cuatro especies domésticas documentadas en la península ibérica presentan a este nivel requerimientos diferenciados en consonancia a su fisiología. Integrar estas diversas necesidades en el marco de una estrategia ganadera determinada implica prever a medio o largo plazo la disponibilidad de pastos o alimento extraordinario (subproductos agrícolas, forrajes, ...). Un resultado sumamente interesante en este sentido se obtuvo en el caso del yacimiento de la Draga (Banyoles, Pla de l'Estany), demostrando a partir de estudios isotópicos que mientras que ovejas se alimentaban de pastos naturales, cabras y bueyes recibían alimento extraordinario en estaciones con peores inclemencias ambientales (Navarrete et al. 2019). En algunos casos se han propuesto también la práctica ya en momentos del Neolítico de estrategias móviles con los rebaños con el objetivo de suplir sus necesidades alimentarias a nivel estacional (Torneró et al 2018; Martín et al. 2021). La ganadería practicada durante el neolítico debía estar altamente condicionada por la climatología y disponibilidad de alimentos no artificiales, jerarquizando en gran medida estas

variables el ciclo reproductivo y, de manera más concreta, el ritmo de los partos, edad de destete de las crías y periodo de sacrificio de los animales destinados al consumo, elementos fundamentales del sistema ganadero, pues determinan el ritmo de las actividades ganaderas y la disponibilidad de recursos.

Las pautas estacionales en la explotación de los recursos se vienen analizando principalmente para las especies salvajes y en contextos en sociedades cazadoras y recolectoras. La aplicación de los análisis de isótopos estables en arqueozoología ha abierto pero la posibilidad de secuenciar las actividades básicas de gestión ganadera estacionalmente, siendo posible establecer la estación de nacimientos y la variabilidad alimentaria de los rebaños a lo largo del año (Tornero y Saña 2006, Colominas et al. 2016). Determinadas especies pudieron ser claves para la subsistencia de la comunidad en momentos muy concretos del año, aunque estén escasamente representadas en el registro arqueológico. La actividad de caza o la recolección de moluscos, por ejemplo, pudieron ser importantes en momentos en que la reproducción de los rebaños domésticos corría riesgos.

No se dispone hasta la actualidad de datos sobre las pautas estacionales que regían la explotación ganadera para los yacimientos de Nerja y Zacatín tratados en esta tesis doctoral. Los estudios de isótopos estables realizados hasta el momento en yacimientos peninsulares se han centrado sobre todo en el estudio de la gestión alimentaria y reproductiva de la oveja (Sierra et al. 2019, 2021a, 2021b, 2023) y, en menor medida, de suidos (Navarrete et al. 2017) y bovinos (Alcàntara et al. en preparación; Navarrete et al. 2019). Estos se han basado en los análisis de isótopos estables $\delta^{18}\text{O}$, $\delta^{13}\text{C}$ a partir de la bioapatita del esmalte dentario realizando un muestreo secuencial. Para el estudio de la alimentación, se han aplicado también análisis de isótopos estables de $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{13}\text{C}$ a partir del colágeno óseo y de microdesgaste dentario.

La especie para la que se dispone de una mayor cantidad de datos actualmente es la oveja (*Ovis aries*). Esta especie desempeñó un papel fundamental en los primeros rebaños domésticos del Neolítico antiguo peninsular, destacando por su rápida adopción e integración en las estrategias económicas de diversas comunidades. En la Península Ibérica, la adopción de la oveja fue rápida, abarcando todos los territorios peninsulares entre 7700 y 7400 cal BP (5600 y 5400 cal BC) (Sierra et al. 2019), excepto la región cantábrica, donde se documenta por primera vez en la primera mitad del quinto milenio (Cubas et al. 2016; Saña et al. 2020). La cueva de Chaves, por ejemplo, muestra la adopción de la oveja entre el 5616-5481 cal BC (Baldellou 2011), coincidiendo temporalmente con las primeras evidencias de la presencia de oveja en zonas

costeras (en yacimientos como Guixeres de Vilobí (5644-5491 cal BC); cueva del Pardo (5619-5488 cal BC, Soler et al. 2013); Nerja (5616-5481 cal BC, Aura Tortosa et al. 2013); cova de les Cendres (5546-5374 cal BC, Bernabeu y Molina 2009); El Barranquet (5607-5367 cal BC), la Sarsa (5533-5377 cal BC), o cova de l'Or (5484-5376 cal BC) (Sierra et al. 2019). El predominio inicial de la oveja se atribuye a sus adaptaciones fisiológicas que le permiten sobrevivir en ambientes diversos, desde cálidos y secos hasta fríos (Dwyer 2008). Su rápida adopción sugiere compatibilidad con el clima del Holoceno medio, caracterizado por mayor humedad y condiciones favorables para la adaptación ovina. Además, presenta un metabolismo y ciclos reproductivos con un marcado carácter estacional, fundamentales para su adaptabilidad y para afrontar las fluctuaciones ambientales (Dwyer 2008, Sierra et al. 2019).

La oveja destaca como la especie más relevante en la ganadería del Neolítico antiguo, compartiendo protagonismo con la cabra a nivel peninsular. La explotación ganadera de la oveja fue polivalente, con un enfoque mixto dirigido a la obtención de carne y leche, tal como se ha documentado por ejemplo en yacimientos como La Draga (Saña 2011) y la cueva de Chaves (Sierra 2020). Aunque la producción cárnica predominó, la leche también fue un producto significativo, respaldada su importancia por los análisis de residuos en varios yacimientos (Tarifa-Mateo 2019, Breu 2019). La gestión ganadera, organizada principalmente a partir de pequeñas ganaderías intensivas, complementaba la agricultura y era común en tierras bajas y altas durante el Neolítico antiguo (Antolín 2016; Antolín et al. 2018). La rápida adopción, adaptabilidad y versatilidad de la oveja la posicionan como una especie clave en el cambio económico y cultural durante el neolítico antiguo en la península ibérica.

Trabajos recientes han permitido documentar que los ritmos de reproducción de la oveja están ya artificialmente modificados a inicios de Neolítico (Sierra et al. 2021a; Balasse et al. 2020). Modificar el ritmo de reproducción natural de una especie requiere de un control directo de las posibilidades reproductivas de la especie a nivel biológico, a la vez que disponer de las condiciones ambientales óptimas para que este cambio pueda tener lugar (Tornero et al. 2020). Constituye, en cierta manera, una estrategia de riesgo a la que optaron las comunidades con el objetivo de estabilizar la producción de alimento, ya sea cárnico o lácteo, o mantener la capacidad reproductiva del rebaño. En el yacimiento de la cueva de Chaves, por ejemplo, los partos se producían desde el otoño hasta finales de la primavera (Sierra et al, 2021a). Esta temporalidad se ha documentado también en otros yacimientos del área mediterránea como el caso de la Grotte Gazel (Tornero et al, 2021). Existía pues una extensión de la época de cría

con respecto a las poblaciones naturales de esta especie. La existencia de partos en otoño/invierno implica unas condiciones climáticas suaves y una disponibilidad adecuada de recursos forrajeros y/o que los ganaderos pudieran complementar la dieta de las ovejas en esos periodos de menor disponibilidad de alimentos (Sierra et al. 2021a). En el yacimiento neolítico de Cueva del Toro (Málaga) se ha documentado también una gran variabilidad en la estacionalidad de nacimiento de las ovejas, registrando nacimientos en otoño, invierno y primavera (Sierra et al. en preparación).

El único estudio realizado en la península ibérica sobre las pautas de reproducción de *Bos taurus* durante el neolítico es el realizado para el yacimiento de Cova de les Pixarelles (neolítico medio / 6500-5300 cal BP; 4500-3300 cal BC) (Alcántara et al. en preparación) y demuestra también que el nacimiento del ganado de esta especie se produjo en un periodo de 4,68 meses a lo largo del año. Al igual que con las ovejas, la documentación de partos fuera del periodo óptimo, y especialmente después de mediados del verano, probablemente implique manipulación humana. Durante el Neolítico, si bien se observa un incremento constante en la abundancia relativa de restos de *Bos taurus*, esta especie siempre presenta porcentajes inferiores a los de ovejas y cabras. Sin embargo, se observan algunas excepciones como son los ejemplos de la Draga (33,5%) (Saña 2011) y de la Cova de les Pixarelles (80%) (Alcántara 2019). Estos ejemplos evidencian la relevancia económica del ganado vacuno en las sociedades neolíticas, resaltando la diversidad en las estrategias ganaderas implementadas. La presencia de bovinos es muy variable a escala regional. Su representación entre los animales domesticados es particularmente baja en el sur peninsular, mientras que en el este son más comunes (Saña et al, 2020). En las zonas septentrionales presentan valores intermedios (Saña 2013). Se observa que el ganado vacuno es relativamente más abundante en yacimientos al aire libre en tierras bajas en comparación con cuevas y áreas de mayor altitud (Saña 2013; Antolín et al. 2018). Los perfiles de mortalidad sugieren una clara orientación hacia el suministro cárnico. Sin embargo, también se documenta la explotación de productos del animal vivo, como en el caso del yacimiento de la Draga, donde se ha registrado la producción láctea (Gillis et al. 2016), y su uso como ganado de tiro (Helmer et al. 2018).

Los estudios efectuados sobre las pautas de alimentación a partir de isótopos estables de las cuatro principales especies domésticas muestran asimismo una gran variabilidad y un grado de intervención humana importante. La alimentación de los rebaños fue un aspecto clave para controlar artificialmente los nuevos ciclos reproductivos, sobre todo teniendo en cuenta que los

primeros rebaños domésticos se adaptaron rápidamente a los nuevos ambientes. Los resultados obtenidos con los estudios de isótopos estables han documentado la aportación de alimento extraordinario durante el invierno en el caso de los bueyes en el asentamiento de la Draga (Navarrete et al. 2019), el uso diferencial de los pastos entre machos y hembras de un mismo rebaño de bueyes (Alcántara et al. en preparación), dietas variadas y enriquecidas en nitrógeno en los suidos en los yacimientos por ejemplo de Reina Amalia, Sant Pau del Camp y Cueva del Toro, y crianza en semilibertad (Navarrete et al. 2017, 2024); pasto de las cabras domésticas en áreas diferentes a las detectadas para los herbívoros salvajes en el yacimiento de alta montaña de Coro Trasito (Navarrete et al. 2023), y estrategias alimentarias altamente variables para la ovejas, que habrían supuesto regímenes de movilidad que engloban desde desplazamientos altitudinales de carácter estacional, pasto en el entorno de los asentamientos y procuración también de alimento extraordinario (Sierra et al. 2019; 2021a, 2021b, 2023; Tejedor et al. 2021; Martín et al. 2021). Estos datos demuestran una sólida experiencia en la gestión de los primeros rebaños domésticos peninsulares y de un grado de competencia que hasta el momento no se había documentado para la parte más occidental del mediterráneo.

Aunque la variabilidad estacional sigue vigente durante las etapas iniciales del Neolítico, los resultados sobre alimentación y reproducción del ganado hasta ahora expuestos dan cuenta de que las comunidades neolíticas adoptaron estrategias que permitieron en algunos casos minimizar sus efectos sobre la producción y obtención de alimento. La adopción de los domesticados y la implementación de estrategias ganaderas variables y complejas demuestran la preocupación por la ampliación de la base subsistencial y una previsión anticipada frente a la disponibilidad alimentaria. Si bien la explotación de recursos salvajes sigue practicándose, su importancia es significativamente diferencial según asentamientos. Considerando el porcentaje de representación de las especies salvajes en relación a las domésticas se observa, por ejemplo, una mayor representación relativa de estas últimas en determinadas áreas peninsulares (especialmente en el centro y mediterráneo central) aunque desde los primeros momentos del neolítico su porcentaje es significativamente elevado en todas las áreas (Saña 2013). Solo en un número reducido de yacimientos no se ha documentado la presencia de especies domésticas, como sería el caso del yacimiento de Zatoya (Saña 2013; Sierra 2019). Los porcentajes de representación de las especies domésticas son >50% en un 65% de los yacimientos del neolítico antiguo peninsular y del 80% en un 30% de los casos (Saña 2013).

El análisis integrado de los datos disponibles sobre las **estrategias de caza** practicadas en la península desde ca. 13700 y 7800 cal BP (11500 - 5700 cal BC) (Saña 2013) muestra cambios significativos a lo largo del tiempo y una variabilidad importante según regiones. Entre ca. 13700 y 11300 cal BP (11500-9300 cal BC), se documentan tres estrategias de caza diferentes. Una primera dirigida sobre todo hacia la adquisición de preseas de tamaño reducido, sobre todo conejos, practicada principalmente en ocupaciones en cuevas y abrigos. La segunda estrategia implica la caza significativa de *Capra pyrenaica*, mientras que la tercera se diversifica hacia la caza de ungulados, jabalí y uro. Las diferencias geográficas son notables. En el valle del Ebro y el norte peninsular domina la caza de cérvidos y jabalí, en el este y levante peninsular domina la caza del conejo, y en el levante central la caza de cabra montés. En el Mesolítico (11500-7700 cal BP; 9300-5700 cal BC), se asiste a una mayor diversificación en la explotación cinegética, con una disminución significativa en la caza especializada de conejos y un aumento en la caza de ungulados y jabalí. En el Neolítico (7800-6500 cal BP; 5700-4500 cal BC), se mantiene la práctica de las estrategias de caza, si bien estas varían geográficamente, con algunas regiones centradas más en los domésticos y otras en la caza de ciervos y especies de ambientes boscosos. La diversidad de especies explotadas durante el neolítico inicial es también muy dispar. Oscila desde un total de 51 especies de animales diferentes explotadas en el asentamiento de la Draga (Saña 2011) hasta un total 8 en los yacimientos de Cova del Frare (Barcelona) o Coro Trasito (pirineo aragonés) (Antolín et al. 2018). Debe tenerse en cuenta, no obstante, que los métodos de recuperación practicados en las excavaciones arqueológicas pueden influir en estos valores, según se haya cribado o no el sedimento.

En relación con dinámica de poblamiento y localización de los asentamientos, algunos autores proponen también que la actividad de caza podría haber condicionado la ocupación estacional de cuevas y abrigos, y de ambientes montañosos, tal es el caso del yacimiento de Zatoya (Altuna y Mariezkurrena 2001). No se disponen de datos concretos, pero sobre las épocas del año en que las prácticas cinegéticas pudieron tener una mayor importancia. El consumo principal de animales domésticos en la práctica mayoría de yacimientos neolíticos ubicados en alturas superiores a los 900 m demuestra que esta actividad no jerarquiza probablemente los ciclos productivos de las comunidades neolíticas asentadas en áreas montañosas (Antolín et al. 2018). Si bien pudo constituir un complemento importante en determinadas estaciones o durante los desplazamientos con los rebaños, los datos apuntan hacia que no fue el factor causal de las ocupaciones de cuevas o abrigos.

Más allá de la importancia cuantitativa que pudo tener la actividad de caza durante el Neolítico, es importante señalar que esta pudo cambiar de signo o perseguir objetivos diferentes con respecto a los momentos precedentes a la adopción de los domesticados. Su impacto calórico pudo concentrarse en determinadas épocas del año como alternativa o complemento a los domesticados, practicarse para minimizar los riesgos asociados a la reproducción de los rebaños domésticos (Antolín y Saña 2022), o para obtener otros productos como pueden ser las materias primas (Senepart 1993, Llorente 2010). Pudo ser clave también en economías centradas en la explotación de las producciones secundarias de los rebaños domésticos (leche, energía), o bien pudo practicarse siguiendo tradiciones anteriores o para conferir prestigio a determinados individuos o bien al revés, como elemento de cohesión social y comunitaria (Vigne 1993). Algunos autores proponen que la caza obtuvo un valor social significativo en las primeras comunidades agrícolas. Trabajos etnoarqueológicos destacan, por ejemplo, la diferenciación de roles entre hombres y mujeres y edades en la elección de las presas y de las tecnologías de caza (Lupo y Schmitt 2005; Bliege y Bird 2008; Gurven y Hill 2009). La restricción de la caza a un segmento específico de la sociedad subraya su importancia más allá de lo meramente relacionado con la subsistencia, agregando un componente simbólico y de prestigio a esta actividad (Sidera 2000).

La caza no solo contribuye pues a diversificar la dieta, sino que también reduce los riesgos asociados a la reproducción de los rebaños domésticos, funcionando como un recurso estratégico en periodos críticos. Podría haber desempeñado un papel crucial también para minimizar la matanza de animales domésticos para el consumo. A pesar de la relativamente baja contribución calórica de la caza en la mayoría de los asentamientos, su papel multifacético, desde estrategias complementarias hasta su importancia social y simbólica, constata su importancia y complejidad en el marco general de las estrategias de subsistencia y la organización social a inicios del neolítico.

En lo relativo a la explotación de los recursos litorales, y en concreto, los moluscos, son varias también las hipótesis que se han planteado al respecto. Las zonas costeras proporcionaban una abundancia de recursos, como mariscos, peces y algas, que podrían complementar a los obtenidos mediante las actividades agrícolas y ganaderas, contribuyendo así a una mayor seguridad alimentaria. El marisco se revela como un recurso alimentario estable y predecible, proporcionando una fuente confiable de alimento. Además, los moluscos marinos constituyen valiosas fuentes de nutrientes clave, incluyendo proteínas, hierro, yodo y ácidos grasos de

cadena larga, elementos que son escasos en alimentos terrestres (Cunnane y Crawford 2014, Parkington 2010). La diversificación de la dieta, incluyendo mariscos ricos en nutrientes esenciales, contribuiría a una alimentación más variada y nutritiva, favoreciendo una dieta más equilibrada (Hockett y Haws 2003, Loftus et al. 2019). En sociedades agrícolas, la recolección de mariscos ofrecía la posibilidad de explotar los recursos de manera menos intensiva que la agricultura o la ganadería. Esto no solo evitaba la degradación del suelo y la sobreexplotación de los recursos domésticos, sino que también representaba una estrategia ambientalmente más sostenible. Los estudios etnográficos respaldan el marisqueo de moluscos marinos intermareales durante épocas de escasez, aprovechando su fácil acceso y disponibilidad a lo largo del año (Shackleton y van Andel 1986). En momentos en que la fauna terrestre podría ser escasa, los moluscos ofrecían una alternativa confiable. Morrison (2013) sostiene que el marisqueo se llevó a cabo para hacer frente a los desafíos derivados de la escasez de recursos provocada por cambios ambientales, no como una simple adaptación, sino como una estrategia efectiva dirigida a fuentes de alimentos variadas. La intensificación en el uso de recursos costeros se ha relacionado también a menudo con la reducción en la movilidad residencial (Stiner 2001, Marean 2014) y una mayor presión demográfica. En su definición del concepto de economía de amplio espectro, Flannery (1969) sugería que el aumento de la densidad de población podía reflejarse en el registro arqueológico mediante la diversificación de la fauna explotada. En el Mediterráneo oriental, por ejemplo (Bosch 2018), se constata el aumento de la amplitud de la dieta a finales del Pleistoceno por la inclusión cada vez más frecuente de taxones de pequeño tamaño y rápida reproducción. Por último, se ha considerado también que la explotación de las áreas costeras no sólo satisfacía las necesidades alimenticias locales, sino que pudo desempeñar un papel vital en la interacción entre grupos y en las redes de intercambio. Las comunidades costeras intercambiaban mariscos y productos relacionados con aquellas del interior, fomentando la cooperación y la interdependencia económica entre diferentes grupos (Kelly 1995).

De esta forma, el marisqueo y la explotación de las áreas litorales durante el Neolítico, incluso después de la adopción de animales domésticos, podría haber ofrecido una serie de beneficios económicos, nutricionales y tecnológicos que podrían haber contribuido a la estabilidad de las primeras comunidades sedentarias. Tal como se ha constatado en los dos yacimientos analizados en esta tesis doctoral, esta práctica tuvo continuidad, y estaba integrada a la nueva estrategia económica practicada a partir del Neolítico. Se aprecia, sin embargo, una cierta reorientación en la gestión y aprovechamiento de los recursos costeros a partir del estudio de

Patella caerulea tanto en Zacatín como en la sala de la Mina de Nerja. Frente a una estrategia más prolongada en el tiempo practicada durante el Mesolítico, se documenta para cronología neolíticas, para la zona de la costa del Mar de Alborán, un mayor grado de selección, tanto por lo que concierne a la zona de recolección como a la estacionalidad, con una ligera tendencia a concentrar la recolección de este recurso en otoño-invierno.

En la Sala de la Mina de la Cueva de Nerja, las estrategias de gestión animal presentan notables cambios a lo largo del tiempo, evidenciando el paso desde sociedades cazadoras-recolectoras hacia comunidades agrícolas durante el Neolítico. La secuencia analizada proporciona una perspectiva detallada de la evolución de estas estrategias, que abarcan desde la intensificación en la explotación de recursos marinos hasta la incorporación de especies domésticas. Durante el Mesolítico, se constata una explotación importante de los recursos marinos y un aumento de la diversificación, registrándose una tendencia a la intensificación en la utilización de estos recursos en comparación con los terrestres. El incremento en la explotación de recursos marinos corre paralelo a una marcada reducción en la densidad de restos de conejos (Aura Tortosa et al. 2013). La fauna salvaje, predominantemente conformada por la cabra montés, el ciervo, y con presencia ocasional de jabalí y de carnívoros, experimenta cambios sustanciales entre el final del Tardiglaciario y el Holoceno (Aura Tortosa et al. 2009, 2010). La composición faunística durante el Neolítico se caracteriza principalmente por taxones domésticos, destacando la presencia de restos de ovejas y cabras. Aunque la actividad de pesca está presente, representa una proporción reducida en la secuencia neolítica, constatándose un cambio en las preferencias alimenticias. Respecto a los moluscos, su presencia abundante durante el Epipaleolítico-Mesolítico- disminuye en el Neolítico, reflejando una modificación en las estrategias de recolección de este tipo de recursos (Salazar-García et al. 2017). En base a los restos faunísticos, la dieta humana durante el Neolítico se fundamenta principalmente en la explotación de la carne de animales domésticos, relegando las actividades de caza, pesca y marisqueo a roles secundarios, en comparación con períodos anteriores.

En base a los resultados publicados por Perez-Ripoll (1986) correspondientes a NM16, NM12, NM7 y NM5, para los que se dispone de datos sobre la estacionalidad de recolección de *Patella caerulea*, las especies domésticas representan el 87,3% del conjunto de mamíferos en NM7 y el 79,22% en NM5. La actividad pesquera disminuye de manera progresiva desde las ocupaciones correspondientes al Mesolítico (NM16=22,5%; NM12=46,3%; NM7=10,1%; NM5=7,9%), mientras que la caza de mamíferos aumenta ligeramente en NM5 (20,7%),

respecto a NM7 (12,7%). Este aumento viene caracterizado por un mayor énfasis en la caza de ciervos (4,5% en NM5, frente al 1% en NM7) y de conejos (10,8% en NM5, frente a 5,6% en NM7), mientras que para la cabra salvaje se registra una dinámica similar en los dos niveles, con un porcentaje del 5,4%. Entre las especies domésticas, los ovicápridos ostentan el protagonismo, con un porcentaje del 77,3% en NM7 y del 78% en NM5. En base a estos datos, la mayor concentración temporal que se registra en la recolección de *Patella caerulea* en NM5 debería relacionarse con el aumento relativo de la caza de mamíferos de tamaño medio y una mayor diversificación de esta actividad, paralelamente a un ligero descenso en la actividad de pesca.

En el abrigo de Zacatín, el número de restos de vertebrados terrestres en la Fase 1 es notablemente reducido en comparación con la abundancia de ictiofauna (Martínez Sánchez et al. 2024). Destaca la completa ausencia de fauna doméstica y de grandes mamíferos, siendo el conejo la única especie de vertebrado terrestre identificada. Los caprinos y suidos comienzan a manifestarse en la Fase 2, aunque el conejo persiste como el taxón dominante, registrando un aumento en su presencia. En la Fase 3, tanto el número como la diversidad de vertebrados terrestres experimentan un incremento significativo. A pesar de que los restos de conejo mantienen su dominancia, con una dinámica similar a la registrada para la Fase 2, se documenta la presencia de ovejas domésticas (*Ovis aries*) y cabras (*Capra hircus*). No obstante, persiste la incertidumbre acerca del estatus doméstico de suidos y bóvidos (Martínez Sánchez et al. 2024). En relación a los restos de peces, en la Fase 1 se observa la presencia de especies migratorias, especialmente caballa y sardina. La estacionalidad de la actividad de pesca se constata también por la presencia de mújoles, que acuden entre mayo y agosto a la orilla. La mayoría de las especies son costeras, mientras que sardinas y caballas podrían ser capturadas durante su aproximación estacional a la costa, habitualmente en aguas poco profundas. Destaca el hecho de que los peces migratorios son de naturaleza pelágica. Esta diversidad de hábitats locales sugiere la explotación de biotopos variados. Los gasterópodos desempeñaron también un papel relevante entre los recursos terrestres durante la Fase 1. La primera ocupación neolítica correspondiente a la Fase 2 se caracteriza por la persistencia de una fuerte dependencia de los recursos marinos, documentando los mismos grupos y especies, tanto de peces como de invertebrados. No es hasta la Fase 3 que se produce un cambio significativo, disminuyendo el número de taxones marinos y aumentando el de vertebrados terrestres (Martínez Sánchez et al. 2024). La mayor concentración en la recolección de moluscos en las estaciones de otoño e invierno coincide precisamente con este cambio.

Los datos aportados con el estudio de la estacionalidad en la recolección de *Patella caerulea* en relación con la documentación disponible sobre la gestión de otras categorías de recursos animales como los peces y los mamíferos, parecen apuntar hacia que, tal como se ha propuesto anteriormente a modo de hipótesis, la adopción de la ganadería pudo condicionar la explotación de los medios costeros, perdiendo su carácter anual y siendo más selectiva. La mayor importancia relativa de esta actividad en las estaciones más frías podía estar vinculada a las adversidades que suponían las inclemencias ambientales para la cría de los rebaños domésticos, contribuyendo con esto a minimizar los riesgos de su supervivencia. Los pocos datos disponibles hasta la actualidad sobre la gestión alimentaria y reproductiva de los rebaños de ovejas y de vacas para otros yacimientos peninsulares apoyan esta evidencia, dado que los partos tenían lugar también durante estas estaciones y que el suministro de alimento extraordinario durante el invierno era una tarea recurrente.

Los estudios sobre la recolección de moluscos en el Mediterráneo durante la transición del Mesolítico al Neolítico han revelado tanto cambios como persistencias en los patrones estacionales y en la importancia atribuida a este recurso a lo largo del tiempo. En la región del Adriático, T. L. Branscombe et al. (2021) resaltan la tendencia a concentrar la recolección de *Phorcus turbinatus* en los meses de otoño e invierno. Según estos autores, durante el Neolítico, los recursos domesticados son valorados y priorizados sobre los moluscos cuando están disponibles, sugiriendo una posible disminución de la interacción humana con el entorno litoral. La reducción de la pesca se postula como un factor crucial en la disminución de la explotación de moluscos, indicando una transición hacia una subsistencia neolítica más enfocada en recursos terrestres y menos diversificada. En el yacimiento arqueológico de Haua Fteah (Libia), A. L. Prendergast et al. (2016) documentan la explotación de *Phorcus turbinatus*, también durante el invierno, durante el Neolítico. En este caso, la importancia de los moluscos en la dieta aumenta tanto en cantidad como en diversidad de especies explotadas. A pesar de la introducción de animales domesticados, los habitantes de Haua Fteah siguen dependiendo de recursos silvestres, incluyendo plantas, mariscos y grandes mamíferos, evidenciando una transición gradual en el uso de recursos domésticos. En el yacimiento de Ifri Oudadane, en el NE de Marruecos (Yanes et al. 2018), se observa una recolección de mariscos durante la mayor parte del año, intensificándose especialmente en la mitad más fría durante el Neolítico. Aunque las prácticas de producción de alimentos aumentaron durante el Holoceno temprano, la explotación de recursos marinos se mantuvo relativamente constante. Los investigadores sugieren que los cambios climáticos locales, como el calentamiento, podrían haber influido en

la disponibilidad de recursos, facilitando a largo plazo el establecimiento de modos de vida basados en la producción de alimentos. En la Grotta d'Oriente, en el sur de Italia, M. Mannino y Thomas (2004) indican que, aunque el consumo de moluscos durante el Neolítico inicial se llevaba a cabo durante todo el año, era más significativo en las estaciones más frías. En la Grotta dell'Uzzo, en el noroeste de Sicilia, la recolección de moluscos durante el Neolítico temprano se centraba en el invierno, con una presencia menor en otoño y primavera. En el Neolítico tardío, la recolección se extendió a todas las estaciones, coincidiendo con una ocupación más permanente de la cueva (Mannino et al. 2007; Colonese et al. 2011). Estos datos revelan la complejidad de las estrategias de subsistencia y la influencia de factores climáticos, culturales y tecnológicos en la recolección de moluscos en distintas regiones del Mediterráneo durante la transición del Mesolítico al Neolítico. Se observa, no obstante, como dato significativo, una tendencia general a concentrar más esta actividad en los meses más fríos del año una vez adoptados los domesticados, tal como se ha documentado también para los yacimientos Nerja y Zacatín.

9.3. *Patella* en la transición Mesolítico-Neolítico: explorando presiones naturales y antrópicas en la gestión de áreas litorales del sur peninsular

Los moluscos marinos ocupan una gran diversidad de ambientes y zonas litorales que abarcan desde el supralitoral, en la parte alta, hasta el sublitoral ubicado a una profundidad considerable. Esta adaptabilidad genera una gran variedad de morfologías (tamaño, forma, robustez, color) en las conchas vinculadas al comportamiento y modo de vida de cada grupo (Somerville et al. 2017). Las condiciones ambientales locales pueden provocar diferencias en el tamaño y forma de la concha como respuestas adaptativas a presiones selectivas. Este crecimiento puede variar en función de la disponibilidad de alimentos (Fletcher 1984), temperatura (Prusina et al. 2014, Somero 2005, Seabra et al. 2016), coeficiente de marea y la fuerza hidrodinámica del oleaje (Batelli 2017, Vieira y Bueno 2019, Vascongelos et al. 2021, Gonçalves et al. 2023) y la orientación en la adhesión al sustrato (Amstutz et al. 2021). La depredación y los factores de competencia entre especies también afectan a la variación del tamaño de la concha (Bosman et al., 1987, Boaventura et al. 2003).

En arqueología prehistórica, algunos investigadores sugieren que la presión provocada por la depredación humana es la causa del cambio de tamaño de las especies recolectadas (Mannino y Thomas 2002, Milner et al. 2007, Rick y Erlandson 2009, Jerardino et al. 2012, Erlandson et

al. 2011, Turrero et al. 2014, Harris et al. 2018). La selección de ejemplares grandes produciría una madurez temprana y una tasa de crecimiento más lenta en las poblaciones explotadas (Fenberg y Roy 2012). Estudios de poblaciones actuales en áreas protegidas confirman la influencia del factor humano en el tamaño promedio de individuos del género *Patella* (Lester et al. 2009). Aunque los efectos que la depredación humana pueda generar en estas comunidades están correlacionados con la naturaleza específica de las mismas y la estructura de tamaño de la población (Borges et al. 2015). Por otro lado, la variabilidad del patrón de crecimiento intra-especie plantea si un único factor, como la depredación humana, puede explicar el cambio en la distribución de tamaño en una población (Campbell 2008). El estudio de Cudennec y Paulet (2021) confirma que el crecimiento de cada individuo es resultado de una trayectoria vital específica, donde influyen los microambientes, la competencia y los comportamientos en la alimentación. En consecuencia, es necesario tener en cuenta la productividad marina, la temperatura y las características litorales para atribuir el cambio del tamaño de la concha a la depredación humana. La práctica de recolección debe ser lo suficientemente intensiva en todo el hábitat para provocar un cambio en el tamaño de una población (Campbell 2008). El estudio del tamaño y la forma de las conchas de moluscos nos permite conocer las condiciones ambientales de los medios marinos en los que habitaron y la presión que pudo ejercer la depredación humana sobre estas poblaciones.

El estudio biométrico llevado a cabo en esta tesis doctoral ha permitido analizar el tamaño de las conchas de la costa del Mar de Alborán entre el Paleolítico superior final y el Neolítico antiguo. En el yacimiento de Zacatín, no se observan cambios significativos en el tamaño de las conchas entre el Mesolítico y el Neolítico en ninguna de las tres especies del género *Patella* analizados (*P. caerulea*, $\chi^2 (2)=1,34$, p-valor=0,05, *P. ulyssiponensis*, $\chi^2 (2)=1,59$, p-valor=0,45 y *P. rustica*, $\chi^2 (2)=1,07$, p-valor=0,58). En cambio, en la Sala de la Mina de la cueva de Nerja el tamaño de las conchas de la especie de *P. caerulea* y *P. ulyssiponensis* muestran diferencias significativas entre el Mesolítico y el Neolítico antiguo ($\chi^2 (4)=26,14$, p-valor=0,45 y $\chi^2 (4)=1,59$, p-valor=0,45, respectivamente).

Además, se observan diferencias en el tamaño de las conchas de la misma especie en ambos yacimientos entre distintos periodos. Así, en el Mesolítico *P. caerulea* presenta un tamaño mayor en Nerja-Mina que en Zacatín, con una diferencia de 3,99 mm. En el caso de *P. ulyssiponensis*, las conchas de Nerja-Mina son 2,09 mm de mayor tamaño que en Zacatín. Durante el Neolítico *P. caerulea* continúa poseyendo mayor talla en Nerja-Mina en comparación a Zacatín, con una diferencia de 3,33 mm, mientras que *P. ulyssiponensis* presenta

tamaños similares de ambos yacimientos, con sólo 0,4 mm de diferencia. En el Neolítico antiguo final, *P. caerulea* sigue siendo mayores dimensiones en Nerja-Mina que en Zacatín, con 2,81 mm; en cambio, en el caso de *P. ulyssiponensis* los ejemplares de Zacatín son de mayor talla que los de Nerja-Mina, con una diferencia de 0,71 mm. Esta diferencia en el tamaño promedio dentro de la misma especie puede estar relacionada con las condiciones ambientales propias de cada microhábitat o la diferencia en la cronología, en el caso del Mesolítico, teniendo en cuenta que el conjunto de Nerja-Mina data entre ca. 8400 y 7900 cal BP (ca. 6.100 y 5.900 cal BC) y el de Zacatín, entre ca. 9000 y 7800 cal BP (ca. 7.000 y 6.600 cal BC).

Las diferencias de talla registradas entre el Mesolítico y el Neolítico pueden estar relacionadas con las condiciones ambientales debido al cambio climático acontecido a partir de la última deglaciación (Bazzicalupo et al., 2018) o bien con la presión ejercida por las prácticas de recolección por parte de las poblaciones costeras.

En el caso del yacimiento de la Sala de la Mina de Nerja, la disminución de tamaño que presenta es progresiva a lo largo de la secuencia y afecta tanto a la longitud como a la anchura en los dos taxones analizados. Sin embargo, esta disminución en la talla es significativa estadísticamente entre los niveles del Mesolítico y del Neolítico antiguo final para el caso de *Patella caerulea*, y entre el Paleolítico superior final y el Neolítico, y, de manera más marcada, entre el Mesolítico y el Neolítico para *Patella ulyssiponensis*.

Entre los factores ambientales que pueden interferir en la talla de las conchas deben tenerse en cuenta los cambios en la exposición y la zona costera en la que se localizan (Vermeij, 1973). Bouaza y Mezali (2018) remarcan que la talla de la concha es relativamente más elevada en el intermareal inferior y el infralitoral que en el intermareal superior. Batelli (2017) llevó a cabo un estudio en la costa eslovena, situada en la parte sudoriental del Golfo de Trieste, con el objetivo de probar la influencia del sustrato en la distribución y estructura de las poblaciones de *Patella caerulea*. Los valores de la medida longitud variaron entre los distintos sustratos, mostrando una media de 27,65 mm, con un tamaño mínimo de 13,50 y un máximo de 56,10 mm. Los sustratos examinados fueron la caliza, la marga y la arenisca, y se obtuvieron unos valores medios para la longitud de las conchas de 23,33 mm para la caliza (DS=7,20), de 31,9 mm para el sustrato de arenisca (DS=10,7) y de 27,7 mm para marga (DS=4,14). Estos resultados demuestran que la talla de la concha de los individuos de *Patella caerulea* está en relación según su posición más baja o más alta respecto el límite inferior del intermareal, presentando una talla significativamente más elevada en los ejemplares que están por debajo

del intermareal. Değirmenci et al (2023) muestreó también ejemplares de *Patella caerulea* en la zona de Mersin (costa Viranşehi, Turquía) y detectó que los individuos de la zona infralitoral eran mayores que los de la zona intermareal (longitud media Intermareal 28.16 ± 7.76 / longitud media Infralitoral 30.80 ± 8.01).

La estacionalidad es otro de los aspectos a considerar, ya que también puede afectar al tamaño de los ejemplares recolectados. En el estudio llevado a cabo por Vafidis et al (2020) en la parte noroccidental del mar Egeo sobre la especie *Patella caerulea* observó una variación temporal de los caracteres biométricos, con los valores más altos en primavera y los más bajos en otoño. Los valores más bajos de otoño este autor los relaciona con el ciclo reproductivo. En un estudio realizado en la Bahía de Izmir (Turquía) (Aydin et al. 2021) la longitud mínima especie de lapa citada se registró también en otoño (25,13 mm) y la máxima en verano (29,88 mm). La diferencia entre estaciones en esta área geográfica es de 4,75 mm. En la investigación publicada por Aydin et al. (2021) se muestrearon 1830 individuos de *Patella caerulea*. La distribución de la longitud de las conchas mostró que el 57,98% se encontraban en un rango de 25 a 34,9 mm. El valor máximo fue de 31,70 mm en diciembre y el valor mínimo de 25,80 mm en mayo. El peso medio de la carne de las muestras fue también significativamente diferente según el mes, diferencia que se ha relacionado con la temperatura del agua y que puede afectar a la proporción de carne de las especies de *Patella*. Johannesson et al. (1993) remarcaron que la escala espacial a la que podían ocurrir los cambios en la talla a nivel intraespecífico puede ser muy reducida, a tan solo unos metros de distancia.

La diferencia media registrada en Nerja-Mina entre el Mesolítico y el Neolítico antiguo final en la especie *Patella caerulea* es de 2,24 mm y en *Patella ulyssiponensis* es de 3,39 mm. Por lo tanto, entraría dentro del rango de variación que se observa para esta especie atendiendo a la estacionalidad y localización. En relación a la estacionalidad, cabe remarcar como dato interesante que la disminución del tamaño sucede a la par de la concentración cada vez más importante de la actividad de recolección de esta especie durante los meses de otoño (40%), no estando representada la primavera en los niveles del Neolítico antiguo final a partir de los análisis de isótopos estables.

Otro aspecto a tener en cuenta en la Sala de la Mina de Nerja es que el momento en que la disminución de la talla de *Patella caerulea* es más importante, coincide con un aumento en la variabilidad que presentan los ejemplares de esta especie. Vafidis et al. (2020) registraron en su estudio realizado en la zona del Mediterráneo Oriental (Golfo de Pagasitikos, Grecia Central)

que los ejemplares de *Patella caerulea* presentaban una mayor variabilidad relativa en las características morfométricas de la población recogida en la zona caracterizada por una baja exposición al oleaje y baja presión antropogénica, frente a las expuesta al oleaje de media a alta intensidad y una mayor presión antropogénica. En relación a la estrategia de recolección de moluscos, cabe considerar que se ha constatado en este trabajo que durante el Mesolítico y el Neolítico antiguo final la estrategia de recolección de moluscos del intermareal se especializa, por lo que es difícil descartar definitivamente que en el descenso de talla detectado en Nerja-Mina pueda haber intervenido también en cierto modo la selección humana, aunque no en los términos de un aumento de la intensidad en su explotación que plantean autores, como Campbell (2008) o Doley et al (2022).

El yacimiento arqueológico mediterráneo más próximo espacialmente y cronológicamente para el que se dispone de medidas publicadas de *Patella caerulea/ulyssiponensis* es el de Grotta d'Oriente, en la isla de Favignana (noroeste de Sicilia, Italia) (Colonese et al. 2014). En este yacimiento el análisis morfométrico realizado revela también una reducción significativa del tamaño de las conchas de *P. caerulea/ulyssiponensis* entre las fases Mesolítica y Meso-Neolítica, correspondiente esta última fase con el intervalo de explotación marisquera más intensa documentado. En este caso, para cronologías cercanas al 9600 cal BP (la media de la longitud de las conchas es del 32,3/33 (DS máxima=6). Para el periodo correspondiente a la transición entre Mesolítico-Neolítico (7870 cal BP) la media registrada en la longitud es de 28/29,4 (DS máxima=5,7). En el caso de Nerja-Mina, la media para *P. caerulea* es de 31,8 mm (DS=5,2) en el Mesolítico, de 30,3 mm (DS=6,1) en el Neolítico antiguo y de 29,5 mm (DS=7,6) en el Neolítico antiguo final. En el caso de *P. ulyssiponensis* la media para *P. caerulea* es de 28,8 mm (DS=5,7) en el Mesolítico, de 26,5 mm (DS=5,8) en el Neolítico antiguo y de 25,4 mm (DS=5,8) en el Neolítico antiguo final. En cuanto a las especies de Zacatín, *P. caerulea* es de 27,7 mm (DS=6,1) en el Mesolítico, de 27,5 mm (DS=6,5) en el Neolítico antiguo y de 26,7 mm (DS=5) en el Neolítico antiguo final. Para *P. ulyssiponensis* los valores son de 26,1 mm (DS=5,3) en el Mesolítico, de 25,4 mm (DS=4,9) en el Neolítico antiguo y de 26,1 mm (DS=5,8) en el Neolítico antiguo final. Por lo tanto, Nerja-Mina presenta una dinámica similar a la registrada para Grotta d'Oriente, mientras que Zacatín presenta unos valores inferiores y significativamente constantes a lo largo del tiempo.

La muestra de Zacatín sirve de referencia para dar cuenta de la dinámica en la baja de talla registrada en el yacimiento de Nerja. En cuanto a las diferencias en el tamaño de las conchas entre periodos, en Nerja-Mina la especie *P. caerulea* presenta una disminución de 4,1 mm entre

el Mesolítico y el Neolítico antiguo, y de 2,8 mm entre el Neolítico antiguo y el Neolítico antiguo final. En la especie *Patella ulyssiponensis* la diferencia es de 2,7 mm entre el Mesolítico y el Neolítico antiguo, y de 1,1 mm entre el Neolítico antiguo y el Neolítico antiguo final, momento en el que los ejemplares de Zacatín muestran un tamaño mayor en comparación a los de Nerja-Mina, con una diferencia de 0,7 mm. De esta forma, la especie *P. caerulea* muestra una media de 2,25 mm en la disminución relativa del tamaño, entre el Mesolítico y el Neolítico antiguo final, mientras que, *Patella ulyssiponensis* muestra una media de 3,4 mm entre los mismos periodos. Esto sugiere que las estrategias de explotación de los recursos del medio litoral en Nerja-Mina tuvo mayor impacto en las poblaciones de moluscos que la implementada en el abrigo de Zacatín.

También es importante remarcar el ligero aumento en el tamaño de los conjuntos de Neolítico medio-final respecto al periodo precedente en los dos yacimientos. Dada la tendencia general observada, cabe considerar que la disminución de la presión humana sobre los medios litorales detectada a partir de la adopción de los domesticados podría estar relacionada con esta característica. En varios estudios (Lester et al. 2009, Espinosa et al. 2009, Fenberg y Roy 2012) se ha relacionado el mayor crecimiento de las conchas cuando aumenta la protección de los hábitats, pudiendo incidir esta característica en la densidad de población por unidad de área de pasto de estos gasterópodos, lo que puede significar una mayor disponibilidad de alimento.

Junto a la presión y selección antrópica, las condiciones ambientales del lugar donde se realizaba la recolección pueden estar en la base de esta variabilidad, y pueden haber experimentado variaciones a lo largo del intervalo temporal analizado. En el caso del yacimiento de Grotta de Oriente, Colonese et al. (2014) proponen, a partir de las diferencias observada entre cronologías en el tamaño y forma, que las recolecciones durante el Mesolítico pudieron haberse centrado en zonas intermareales bajas o en costas expuestas y que, por el contrario, los grupos del Meso-Neolíticos habrían recolectado lapas en las zonas intermareales superiores o en zonas costeras protegidas.

Los resultados obtenidos a partir del estudio de la forma de los ejemplares del género *Patella* aportan datos interesantes en esta línea. Varios trabajos han remarcado la variabilidad morfológica que presentan las lapas que habitan en la zona intermareal en respuesta a factores ambientales, especialmente en relación con el nivel de la costa y las condiciones hidrodinámicas, proporcionando información valiosa para entender las estrategias de supervivencia y desarrollo de estas especies en diferentes entornos. Se ha demostrado, por

ejemplo, que la morfología de los gasterópodos está fuertemente influenciada por la posición latitudinal y la distribución vertical de los individuos (Doyle et al, 2022). En el mar Mediterráneo, la concha de *P. rustica* aumenta más rápidamente en la altura que la longitud para reducir la pérdida de agua por evaporación (Paulo Cabral 2007), lo que provoca que la base de la concha sea más circular y el ápice más centrado. Entre las lapas intermareales, se registra un aumento de la relación altura de la concha/área basal con el aumento en la posición de la costa (Paulo Cabral 2007). Bouaza y Mezali (2018) observaron dos morfotipos diferentes de *P. caerulea* en dos ecotonos diferentes. Un grupo presenta una morfología más aplanada y alargada mientras que en el otro son más altas y cortas. Estas diferencias están relacionadas con un hábitat específico. Un morfotipo se asocia a zonas sumergidas (intermareal inferior e infralitoral), y el otro con zonas más secas (intermareal superior). Esto les permite almacenar más agua y asimilar una cantidad considerable de oxígeno. Esta plasticidad morfológica permite a esta lapa adaptarse a los diferentes ecotonos.

Estudios basados en la morfometría geométrica han documentado también que la morfología de las conchas de *Patella depressa* está condicionada por la temperatura y por la acción de las olas (Hines et al. 2017). Al pasar de regiones más septentrionales (más frías) a regiones más meridionales (más cálidas) se observa una tendencia a la presencia de conchas más puntiagudas en las lapas. Las conchas puntiagudas se interpretan como una adaptación a la temperatura (Harley et al. 2009). Otra adaptación constatada está relacionada con el riesgo de desprendimiento en las costas rocosas intermareales debido a las fuerzas hidrodinámicas. Este riesgo es mayor en las costas expuestas al oleaje que en las protegidas (Trusselli 1997). La morfología de las lapas está directamente relacionada con la fuerza del oleaje, y los gasterópodos expuestos a las olas muestran adaptaciones específicas para reducir el riesgo de desprendimiento. Se observa que estas especies tienen conchas más pequeñas y alargadas en comparación con sus congéneres en áreas protegidas. Además, presentan patas de mayor tamaño, lo que les permite resistir mayores fuerzas de desprendimiento. Los análisis realizados en esta línea evidenciaron que el aumento del estrés hidrodinámico provoca incrementos plásticos en el tamaño del pie de las lapas. Las localizadas en una orilla expuesta a las olas desarrollan pies más grandes. Un pie más grande debería mejorar la supervivencia en entornos hidrodinámicamente estresantes (Trusselli 1997). En esta misma línea, Gonçalves et al (2023) analizaron la diversidad taxonómica en un total de 32 pozas intermareales en cuatro costas rocosas durante las mareas de primavera, y evaluaron el impacto potencial de la acción de las olas en los ejemplares que se localizaban en zonas abrigadas frente a las de las zonas expuestas.

Los resultados obtenidos constataron diferencias en el tamaño de su concha, en la apertura y en el tamaño del pie relacionadas con la variación en la musculatura necesaria para mantener los moluscos en el sustrato en diferentes condiciones hidrodinámicas.

Vasconcelos et al (2021) analizaron la variabilidad fenotípica de la concha de la lapa *Fissurella latimarginata* mediante análisis morfométrico y compararon los ejemplares de una zona costera intermareal protegida y los que habitaban en un entorno expuesto al oleaje. El objetivo era evaluar si la variación de la forma de la concha de los moluscos intermareales está relacionada con su resistencia a la exposición diferencial al oleaje intermareal. Los resultados obtenidos mostraron que las lapas de ambientes expuestos mostraban una forma de concha redondeada y lateralmente más ancha y posteriormente más estrecha, un pie más grande y una mayor altura total de la lapa. Las lapas de zonas protegidas presentaban una forma más comprimida lateralmente y en pico, y mostraban una menor resistencia a la acción de las olas. Las lapas de ambientes expuestos se desprenden a mayor velocidad y esto se asocia con una concha más ancha y estrecha en la parte posterior, una forma que puede acomodar un pie más grande y ancho y por tanto puede hacer posible una mayor área de contacto entre la lapa y el sustrato. En áreas protegidas, las lapas se desprendían a menor velocidad, mostrando una menor resistencia a la acción de las olas. De esta forma, varios rasgos morfológicos, especialmente el área del pie y la altura total de la lapa, así como la forma de la concha, están implicados en la adaptación de esta especie a estas condiciones ambientales.

Vieira y Bueno (2019) destacan que los efectos de la acción de las olas sobre la morfología de las conchas son detectables no solo a gran escala, sino también a escalas espaciales reducidas, pudiendo estar modulada por el régimen local de exposición, siendo posible comprender la variabilidad ecológica de las lapas que habitan en costas rocosas en distancias inferiores a un metro.

Los resultados obtenidos mediante estas investigaciones ponen de relevancia la importancia del análisis morfológico como instrumento para inferir las características del medio explotado por los grupos humanos en el pasado. En esta tesis doctoral se ha utilizado la morfometría geométrica para evaluar la variación morfológica a largo plazo utilizando conchas de la especie *P. careulea* del yacimiento de Nerja. El procedimiento aplicado ha permitido medir la forma independientemente del tamaño con el objetivo de determinar si la variabilidad que presentan las conchas puede estar relacionada con la exposición a las olas o con la zonación vertical, mediante la comparación de la forma con poblaciones modernas de la misma especie. El

objetivo final es inferir las características de las áreas de recolección para evaluar si estas cambiaron a lo largo de la secuencia temporal analizada.

Los resultados de los análisis de morfometría geométrica desarrollados sobre los ejemplares modernos de referencia de la especie *P. caerulea*, han permitido evidenciar una diferencia significativa en la altura de la concha en base a la zona vertical del intermareal en el que habitan ($\chi^2(1)=35,82$, p-valor= $<0,0001$). Esta observación es consonante con estudios biométricos de la misma especie en el Mediterráneo occidental (Belkhodja y Romdhane 2012, Bouzaza et al. 2018). No obstante, los ejemplares recolectados en la playa de Maro (Nerja, Málaga) presentan una conicidad en la concha por zonación inversa al observado en los estudios de Bouzaza et al. (2018), donde la altura de las conchas disminuye en la zona intermareal inferior. Esto demuestra que la altura de la lapa no solo está relacionada con el grado de insolación y el estrés hídrico que padecen en el intermareal superior. El estudio de Vieira y Bueno (2019) sugiere que el régimen local de exposición al oleaje influye en la conicidad y en la elongación del pie de la concha. Por tanto, es posible que en la costa del Mar de Alborán la zona expuesta al oleaje sea la zona inferior del intermareal.

En los ejemplares arqueológicos de Nerja-Mina se ha observado un cambio significativo en la elongación del pie de la concha entre el Mesolítico y el Neolítico medio-final ($\chi^2(4)=10,84$, p-valor= $0,028$), cuando el pie de la concha es menos elongado en comparación a los ejemplares del periodo Mesolítico. Además, se observa que el grado de variabilidad de esta característica morfológica es distinta entre periodos cronológicos. En el Paleolítico superior final, el conjunto de conchas presenta características más homogéneas en la elongación del pie en comparación con los periodos posteriores (rango de 2,34). Durante el Mesolítico y Neolítico antiguo el valor de rango es relativamente superior (3,41 y 3,34, respectivamente), demostrando una mayor variabilidad en la elongación del pie entre las conchas. El conjunto correspondiente al Neolítico antiguo final, con el rango de valores más alto de todos los periodos (4,8), es el que presenta más heterogeneidad. Finalmente, en el periodo más reciente analizado, el Neolítico medio-final, se observa una mayor homogeneidad en cuanto a esta variable morfológica. Este resultado puede ser indicativo de que, durante los periodos con una variabilidad mayor en la elongación del pie, las prácticas de recolección no se limitaban a una sola zona rocosa, si no que se adquirían ejemplares de esta especie de zonas con distinto régimen local de oleaje.

Esto es consistente con la propuesta de que la recolección durante el Neolítico no es una práctica esporádica o puntual, sino que responde a una estrategia de gestión planificada con mayor

antelación que conlleva una mayor movilidad en la búsqueda de este recurso marino. El cambio experimentado entre el Mesolítico y el Neolítico, y que se habría acentuado a partir del Neolítico antiguo final, afectó pues a varios aspectos de la estrategia de recolección y consumo de moluscos. Los cambios registrados en los taxones explotados, en su diversidad, en el momento de recolección y en las zonas de captación de este recurso dan cuenta de la nueva dirección que está tomando la explotación de las áreas litorales en el mar de Alborán.

9.4. Evolución y trayectorias en las estrategias de gestión de recursos marinos en el mar de Alborán en el marco de los modelos explicativos de la neolitización en la península ibérica

La neolitización en la península ibérica ha sido objeto de diversos modelos interpretativos que buscan arrojar luz sobre el cómo y el porqué del trascendental cambio en el modo de vida de las poblaciones cazadoras y recolectoras. Los modelos más ampliamente aceptados en la actualidad sugieren que este proceso fue impulsado por la difusión de ideas, tecnologías y prácticas económicas desde regiones externas, como el Mediterráneo oriental (Guilaine 2018) o el norte de África (Isern et al. 2014). Se argumenta que migraciones e intercambios culturales propiciaron la adopción de la agricultura y la domesticación de animales en la región, siendo la presencia de elementos culturales distintivos, como cerámica o estilos arquitectónicos, a veces utilizada como respaldo a esta teoría (Bernabeu et al. 2009). Contrariamente, diversas investigaciones plantean que la neolitización fue un proceso más autónomo y local, donde las comunidades preexistentes en el territorio peninsular experimentaron cambios graduales hacia una economía agrícola en respuesta a diversos factores, destacando los ambientales y demográficos (Drake et al. 2017). Desde esta perspectiva, la presión demográfica, la disponibilidad de recursos y la adaptación a condiciones climáticas podrían haber desempeñado un papel crucial en el cambio. Se han propuesto también modelos basados en dinámicas mixtas, especialmente centrados en la interacción cultural (de Miguel 2014). Estos modelos combinan elementos de difusión cultural y adaptación gradual, sugiriendo interacciones y contactos entre poblaciones locales y foráneas. La adopción de prácticas agrícolas podría haber sido influenciada tanto por factores locales como por la llegada de nuevas ideas y tecnologías. En el núcleo de este *continuum* de interacciones se plantea la posibilidad de resiliencia cultural, donde algunas poblaciones locales mantuvieron sus prácticas culturales y económicas a pesar de la introducción de los domesticados (Alday Ruiz 2012). Estas posturas destacan la resistencia y

adaptación de las comunidades locales a través de la integración selectiva de elementos neolíticos. Es importante señalar que la neolitización en la Península Ibérica probablemente fue resultado de una combinación compleja de estos factores, documentándose algunas zonas del Mediterráneo occidental en las que las ocupaciones mesolíticas persistieron durante más tiempo, como en el norte de Italia, el norte de España, el sur de Portugal, el noreste de Argelia, el suroeste de Túnez (Perrin et al. 2022).

Tradicionalmente se ha supuesto que el proceso de neolitización implicó la disminución de la relevancia de los recursos acuáticos en la dieta humana. Sin embargo, se han observado solapamientos cronológicos entre el Mesolítico y el Neolítico en algunos concheros de la península ibérica (en Portugal: los valles del Tajo y del Sado, el estuario del Mira, la costa del Alentejo y el Algarve; en España: la región cantábrica) (Nukushina 2016). Muchos de los grandes concheros se localizan en la parte occidental región cantábrica. Se trata principalmente de yacimientos costeros situados en la boca de cuevas y abrigos rocosos (Arias 2007).

Para la región cantábrica existe una gran tradición en el estudio de la explotación de los recursos marinos. Las especies arqueomalacológicas son sin embargo en parte diferentes a las recogidas en el Mediterráneo. Así, hasta el Greenland Interstadial 1 predomina el tándem de especies frías, fundamentalmente la lapa *Patella vulgata* y, en menor medida, el bígaro *Littorina littorea*. Posteriormente, a finales del Paleolítico, durante el Mesolítico y en el Neolítico, lo característico en los yacimientos próximos a la costa rocosa son las especies cálidas, el caracol *Phorcus lineatus* y las lapas *Patella depressa* y *Patella ulyssiponensis*. *Patella vulgata* continúa estando presente a finales del Pleistoceno superior y a comienzos del Holoceno. *Littorina littorea* desaparece de los contextos Holocenos. En los sitios próximos a los estuarios, predominan las especies recogidas en sustratos arenosos y fangosos, como las almejas *Scrobicularia plana* y *Ruditapes decussatus* (Gutiérrez Zugasti 2009, Álvarez-Fernández 2011, 2015; Suárez Revilla 2019, García Escarzaga 2020).

Por lo que se refiere al cambio del tamaño de los moluscos, se han estudiado fundamentalmente las lapas *Patella vulgata*, *Patella depressa* y *Patella ulyssiponensis*. En el caso de la secuencia de La Garma A, se advierte un descenso importante en la primera de las especies citadas del paso del Pleistoceno superior (Magdalenense superior) a comienzos del Holoceno (Mesolítico). En el caso del paso del Mesolítico al Neolítico e incorporando los niveles de la cueva de Los Gitanos, las tres especies de lapas descienden, aunque en menor medida que en la fase precedente. Las causas de este descenso aún no están claras y se contemplan tres

interpretaciones: bien se debe a la sobreexplotación del medio por parte de los grupos mariscadores, bien se debe al cambio climático acontecido en este momento de transición o bien el descenso se debe a ambas. Se señala la necesidad de realizar nuevos estudios de tipo sincrónico como diacrónico (Álvarez-Fernández et al. 2011), como se han realizado, recientemente en otros yacimientos cantábricos (Suárez Revilla 2019, García-Escarzaga 2020)

La región cantábrica dispone de destacados resultados referentes a la estacionalidad, basados en análisis de tipo isotópico ($\delta^{18}\text{O}$). En este territorio se comenzaron a realizar a finales del siglo pasado en la secuencia de La Riera. Los valores en *Patella vulgata* en el Solutrense, el Magdaleniense y en el Aziliense indican una recogida en otoño, invierno y, en menor medida, en verano. Los valores procedentes del Mesolítico en *Phorcus lineatus*, *Patella vulgata* y *Patella depressa* indican una recogida en los meses de invierno y otoño (Deith y Shackleton 1986, Bailey y Craighead 2004). En la última década, gracias a los avances técnicos, distintos trabajos han ampliado su resolución y han contribuido a calibrar esta metodología (Gutiérrez Zugasti et al. 2015, 2017). Así, durante el Paleolítico superior, los resultados de los valores $\delta^{18}\text{O}$ en *Patella vulgata* procedentes de los yacimientos de La Fragua y Peña del Perro I (Santoña, Cantabria) indican que progresivamente se dio un cambio a lo largo del Tardiglaciar, a finales del Magdaleniense y durante el Aziliense, cuando se observa una tendencia general hacia la recolección en verano; frente a periodos anteriores (Solutrense y Magdaleniense arcaico/inferior), donde se aprecia la existencia de una recolección en meses fríos (Suárez Revilla 2019). Durante el Mesolítico se señala una recolección llevada a cabo principalmente en las estaciones de invierno y otoño, tal como se ha observado en Mazaculos II (Ribadedeva, Asturias) y El Penical (Deith 1983), en *Phorcus lineatus*; El Mazo (Llanes, Asturias), en *Phorcus lineatus* y en *Patella vulgata* (García-Escárzaga 2020) y en El Perro, en *Patella vulgata* (Suárez Revilla 2019). Para el periodo Neolítico, hasta el momento, no contamos con investigaciones isotópicas que aporten información acerca de la estacionalidad en el marisqueo a partir de conchas de gasterópodos marinos. No obstante, el análisis de las líneas de crecimiento en las valvas de *Ostrea edulis* procedentes de Pico Ramos (Muskiz, Vizcaya) (Zapata et al. 2007) y Kobaederra (Kortezubi, Vizcaya) (Gutiérrez Zugasti 2009) permiten estimar una recolección predominante en primavera y, en menor medida, en invierno y verano. Publicaciones recientes (Fano et al. 2015; Cubas et al. 2016) ponen de relieve la conveniencia en esta región de grupos de cazadores y agricultores durante el VII milenio cal BP (V milenio cal BC). Arias (1996) propone que se habrían establecido contactos entre estos grupos sin cambiar el modo de subsistencia. En estas ocupaciones la presencia de domesticados es nula o

escasa. Gutiérrez-Zugasti (2009) sostiene que durante el Neolítico antiguo se habrían continuado con las mismas estrategias que las registradas en el Mesolítico en la explotación de recursos costeros. La continuidad en estas estrategias de subsistencia, así como el decalaje en la adopción de la economía productiva respecto al área de el Alto Valle del Ebro puede explicarse en parte, según algunos autores, por la adaptación humana al contexto ecológico de la región (Alexandre et al. 2022). No se documenta una ampliación repentina de los recursos durante el Mesolítico, sino que ésta es gradual y la economía cazadora-recolectora continuó tras la primera aparición de una economía productora de alimentos que es de tipo sedentario (Cubas et al. 2016). Mientras que la aparición de recursos domesticados fue abrupta, la transición hacia economías productivas fue progresiva (Alexandre et al. 2022).

La gestión de los medios litorales va tomando cada vez más interés en estas explicaciones sobre la neolitización, poniendo de relieve el papel que los recursos marinos pudieron tener en las dinámicas de cambio. En una síntesis publicada por Luján y Jover (2021) se enfatiza la importancia de este tipo de recursos durante el neolítico en el área este de la península ibérica. El estudio reveló diferencias significativas en la presencia de restos malacológicos entre asentamientos costeros e interiores. Esta diferencia es más pronunciada a distancias superiores a 10 km de la costa. La recolección de moluscos se practicaba principalmente en zonas costeras, donde la inversión temporal y de trabajo era mínima. La gestión de recursos malacológicos estaba estrechamente vinculada a la proximidad geográfica de cada asentamiento, mostrando estrategias adaptativas en función del entorno. Según estos investigadores, la adopción del modo de vida campesino no implicó en la Península Ibérica el abandono de actividades predatorias, sino una intensificación de la explotación de recursos silvestres. La recolección de moluscos se considera una práctica habitual y complementaria en la nueva organización social del Neolítico. La gestión de estos recursos se mantuvo (al menos) hasta el Neolítico final, destacando el desarrollo de la artesanía sobre conchas (en particular, la elaboración de cuentas discoidales en valvas de *Cerastoderma* sp.) de como un aspecto distintivo del período, relacionado con la circulación de objetos en la sociedad neolítica (Pascual Benito 2005), pero también la continuidad en el uso de cuentas en concha de *Columbella rustica*, de herencia Mesolítica (Álvarez-Fernández 2010).

El sur de la península destaca también por tratarse de una de las únicas zonas donde se ha documentado durante el Epipaleolítico y Mesolítico la práctica de estrategias de subsistencia basadas en una economía costera de amplio espectro. El estudio arqueológico realizado a ambos lados del Estrecho de Gibraltar demuestra que la explotación de los recursos marinos

por parte de las sociedades cazadoras-recolectoras se produjo antes que en el resto de la península ibérica. En la región del Estrecho (Ramos Muñoz et al. 2011) proponen que durante el Neolítico, las prácticas pesqueras y la recolección de marisco adquirieron aún más importancia que en momentos precedentes. Según estos autores, coexisten grupos costeros muy especializados que explotaban los recursos marinos disponibles, y grupos que vivían en las zonas del interior y se centraban más en las prácticas agrícolas.

Tal como se ha mencionado a lo largo de esta tesis doctoral, los datos proporcionados por los yacimientos de la Sala de la Mina de la cueva de Nerja y del abrigo de Zacatín indican que los recursos marinos constituían un recurso importante para la subsistencia a inicios y mediados del Holoceno en la zona del mar de Alborán (Aura Tortosa et al. 2005; Martínez Sánchez et al. 2024, Cortés-Sánchez et al. 2012). Han permitido demostrar también que el interés en la explotación de las áreas litorales no desaparece con la adopción de los domesticados, si bien, cuando estos van adquiriendo más importancia, las estrategias de explotación del litoral cambian de signo, aplicando nuevas presiones selectivas que tendrán impacto en la ecología de las lapas. A pesar de detectar trayectorias con tendencias similares para los dos yacimientos analizados, cada uno de ellos presenta sus particularidades. Ambos encajan en un modelo de neolitización, por lo que se refiere a la subsistencia, en el que se prioriza en un primer momento la resistencia. De esta forma, la explotación de los medios marinos persiste al cambio abrupto que supuso, en un primer momento, la introducción de los domesticados.

CONCLUSIONES

La Cueva de Nerja (Sala de la Mina) y el Abrigo de Zacatín cuentan con un registro arqueológico importante que ha permitido abordar el estudio de la gestión de recursos marinos desde el Paleolítico superior hasta el Neolítico, así como los posibles cambios que tuvieron lugar en la zona del Mar de Alborán. Particularmente, los resultados obtenidos en esta tesis doctoral evidencian cambios significativos en la gestión de moluscos en estos yacimientos, indicando diferencias entre los períodos Mesolítico y Neolítico. Estos cambios denotan adaptaciones y ajustes en respuesta a factores ambientales, sociales y culturales.

Tanto la abundancia relativa como la diversidad de las especies explotadas experimentaron variaciones temporales coherentes con los datos obtenidos en yacimientos contemporáneos localizados en la costa mediterránea de la península ibérica. Los resultados del análisis ecológico constatan la práctica de una estrategia de gestión más diversificada en el Mesolítico y una estrategia más especializada durante el Neolítico, en consonancia con la tendencia observada en otras regiones peninsulares como la costa Atlántico-portuguesa y el Golfo de Cádiz. Estos cambios se han vinculado con dinámicas ambientales específicas durante el Holoceno, con unas condiciones relativamente más áridas en el Mar de Alborán y variaciones en el sistema de afloramiento de aguas profundas, afectando la productividad marina. Además, el ascenso del nivel del mar y cambios morfológicos en ecosistemas litorales también pudieron influir en la disponibilidad de los recursos. Aparte de factores ambientales, la adopción de domesticados en el Neolítico pudo haber influido también en la gestión de las áreas litorales y en la explotación de moluscos marinos. Los resultados obtenidos en Nerja-Mina y Zacatín evidencian una tendencia a privilegiar las especies más óptimas en términos productivos o energéticos durante el Neolítico, practicando una estrategia más selectiva. En este sentido, las lapas son los moluscos más recolectados en los yacimientos contemporáneos de la costa mediterránea peninsular y en las costas del Mediterráneo central. Además, estos gasterópodos presentan mayor rentabilidad en términos de rendimiento cárnico, frente a las monodontas, por lo que, la mayor importancia de estas especies del género *Patella* durante el Neolítico podría ser un indicador de la necesidad de optimizar la adquisición de alimento en estas áreas litorales.

Los resultados obtenidos en este trabajo indican que el marisqueo de la especie *Patella caerulea* experimentó variaciones a nivel diacrónico entre el Paleolítico superior final y el Neolítico en los yacimientos de la cueva de Nerja (Sala de la Mina) y el abrigo de Zacatín. Se verifica una

recolección estacional que se alterna entre los meses de verano e invierno entre el Paleolítico superior y Epipaleolítico. En el Mesolítico, el marisqueo se realiza desde el verano hasta inicios de la primavera, por lo que, los recursos litorales son aprovechados durante la mayor parte del año. En el Neolítico, los moluscos se marisquean de manera estacional en los meses de otoño e invierno, y, de forma puntual, durante el verano, concentrando la recolección en las estaciones más frías. Por tanto, parece existir una cierta planificación o preferencia temporal en la elección de consumir determinadas especies de moluscos marinos (monodontas, mejillones, pero sobre todo, diversas especies de lapas). Si se tratara de una estrategia oportunista, se esperaría que el marisqueo tuviera lugar de manera más flexible, sin depender específicamente de una estación en concreto. En este sentido, se confirma el cambio en las estrategias de gestión de moluscos marinos observado en el registro malacológico entre el Mesolítico y el Neolítico, que sugiere una tendencia hacia una mayor especialización en las prácticas de recolección. Estos cambios coinciden con la presencia de actividades agroganaderas en la cueva de Nerja y Zacatín, lo que nos lleva a pensar que estas pudieron influir en la estacionalidad del marisqueo durante el Neolítico. Aunque la variabilidad estacional sigue vigente durante las etapas iniciales del Neolítico, los resultados sobre alimentación y reproducción del ganado hasta ahora disponibles para la península ibérica dan cuenta de que las comunidades neolíticas adoptaron estrategias que permitieron en algunos casos minimizar sus efectos sobre la producción y obtención de alimento. La adopción de los domesticados y la implementación de estrategias ganaderas variables y complejas demuestran la preocupación por la ampliación de la base subsistencial y una previsión anticipada frente a la disponibilidad alimentaria.

La explotación de recursos litorales (fundamentalmente el marisqueo de moluscos, crustáceos y equinodermos, pero también la caza de aves, la pesca o el aprovechamiento de mamíferos varados) se considera en este contexto una estrategia complementaria que proporcionaba una fuente confiable y estable de alimento, rica en nutrientes esenciales. La recolección de moluscos, en particular, ofrecía la posibilidad de explotar los recursos de manera menos intensiva que la agricultura o la ganadería. Esta práctica no solo evitaba la degradación del suelo y la sobreexplotación, sino que también contribuía a una dieta más variada y equilibrada, respaldando la sostenibilidad ambiental. De esta forma, el marisqueo y la explotación de las áreas litorales durante el Neolítico, incluso después de la adopción de animales domésticos, podría haber ofrecido una serie de beneficios económicos, nutricionales y tecnológicos que podrían haber contribuido a una mayor estabilidad de las primeras comunidades sedentarias. Tal como se ha constatado en los dos yacimientos analizados en esta tesis doctoral, esta práctica

tuvo continuidad, y estaba integrada a la nueva estrategia económica practicada a partir del Neolítico.

El análisis biométrico realizado constata cambios en el tamaño de las conchas de diversas especies de *Patella* entre el Mesolítico y el Neolítico, sugiriendo posibles influencias ambientales y antropogénicas. La disminución en el tamaño de sus conchas podría relacionarse con el cambio climático y la presión ejercida a partir de las prácticas de recolección. Además, tal como se ha comprobado con el estudio de la morfometría geométrica en *Patella caerulea* de la Sala de la Mina de Nerja, esta técnica destaca cambios en la forma de las conchas entre el Mesolítico y el Neolítico, compatible con una estrategia de recolección más planificada y móvil en el último de los periodos citados.

En el contexto de la neolitización en la península ibérica, se plantea que la persistencia de ocupaciones mesolíticas en algunas zonas y la intensificación de la explotación de recursos silvestres evidencian una complejidad en la transición de las poblaciones cazadoras-recolectoras a comunidades agrícolas. A pesar de la adopción de modos de vida sedentarios, la explotación de recursos marinos se mantuvo como una práctica habitual y complementaria en la nueva organización social. En el sur de la península, la especialización en estrategias de subsistencia basadas en una economía costera de amplio espectro persistió en los momentos iniciales del Neolítico, coexistiendo con grupos más centrados en prácticas agrícolas.

Los yacimientos de la Sala de la Mina de Nerja y el abrigo de Zacatín han proporcionado una visión detallada de las dinámicas de explotación de recursos marinos durante el Mesolítico y el Neolítico en la zona del Mar de Alborán. Los cambios observados en la gestión de moluscos marinos, la estacionalidad en la recolección, las estrategias alimentarias y la adaptación a factores ambientales y culturales, dan cuenta de la complejidad de la neolitización en la península ibérica, destacando la continuidad y adaptabilidad de las comunidades en la explotación de recursos litorales a lo largo del tiempo. Estas conclusiones son relevantes porque han permitido ofrecer por primera vez una visión detallada de la evolución de las estrategias de gestión de moluscos marinos en el área del Mar de Alborán desde el Mesolítico hasta el Neolítico, en una región donde los yacimientos arqueológicos en los que se han documentado restos de invertebrados marinos siguen siendo escasos hasta el momento, frente a otros territorios peninsulares como la región cantábrica y el centro-oeste de Portugal.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdelhady, A. A. (2016): Phenotypic differentiation of the Red Sea gastropods in response to the environmental deterioration: Geometric morphometric approach. *Journal of African Earth Sciences* 115, 191–202. <https://doi.org/10.1016/J.JAFREARSCI.2015.12.001>
- Acosta Martínez, P. y Pellicer Catalá, M. (1995): Nociones previas arqueológicas de la Cueva de Nerja. En: Morales, A. y Pellicer, M. (eds.): *Fauna de la Cueva de Nerja I. Salas de la Mina y de la Torca, campañas 1980-82*, Trabajos sobre la Cueva de Nerja, 5, Málaga, pp. 21-55.
- Aguirre-Uribesalgo, A.; Álvarez-Fernández, E. y Saña, M. (2024): Feet on the ground: marine archaeomalacology resources during the Mesolithic-Neolithic transition in the Iberian Peninsula. *Quaternary International* 680: 17-35. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2023.11.005>
- Alf, A., Brenzinger, B., Haszprunar, G., Schrödl, M. y Schwabe, E. (2020). *A guide to marine molluscs of Europe*. Conchbooks, Harxheim.
- Alcàntara Fors, R. (2019): *Aportacions de la microestructura òssia i la biomecànica a l'estudi de la domesticació animal i pràctiques ramaderes inicials al mediterrani oriental i occidental (10000-4000 cal bc)*. Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona (PhD Thesis, inédita).
- Alcàntara Fors, R., Madgwick, R., Viñas-Caron, L., Nederbragt, A. J. y Saña Seguí, M. (Submitted). Cattle on the rocks: Understanding cattle mobility, diet, and seasonality in the Iberian Peninsula. The Middle Neolithic site of Cova de les Pixarelles (Tavertet, Osona). *Plos One*.
- Altuna, J., & Mariezkurrena, K. (2001): Restos de macromamíferos del yacimiento de Zatoya (Navarra). *Trabajos de Arqueología Navarra*, 15, 101–114.
- Amstutz, A., Firth, L. B., Spicer, J. I., & Hanley, M. E. (2021): Facing up to climate change: Community composition varies with aspect and surface temperature in the rocky intertidal. *Marine Environmental Research* 172, 105482. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2021.105482>

- Alday Ruiz, A. (2009). El final del Mesolítico y los inicios del Neolítico en la Península Ibérica: cronología y fases. *Munibe (Antropología-Arkeología)*, 60, 157–173.
- Alday-Ruiz, A. (2012): The Neolithic in the Iberian Peninsula: an explanation from the perspective of the participation of Mesolithic communities, *Zephyrus* LXIX: 75–94.
- Aldeias, V., Gur-Arieh, S., Maria, R., Monteiro, P. y Cura, P. (2019): Shell we cook it? An experimental approach to the microarchaeological record of shellfish roasting. *Archaeological and Anthropological Sciences* 11, 389–407. doi:10.1007/s12520-016-0413-1
- Alexandre, M., Sjoerd, K., José, M.-R., Barrera César, B., y Jurado Pablo, F. (2022): From hunter-gatherer subsistence strategies to the Agricultural Revolution: Disentangling Energy Regimes as a complement to cultural phases in Northern Spain. *The Holocene* 32(8), 884–896. <https://doi.org/10.1177/09596836221095990>
- Álvarez-Fernández, E. (2009): Análisis arqueomalacológico de la cueva de Altamira (Santillana del Mar, Cantabria): excavaciones de J. González Echagaray y L. G. Freeman. *Complutum* 20 (1): 55-70.
- Álvarez-Fernández, E. (2010): Shell beads of the Last Hunter-Gatherers and Earliest Farmers in South-Western Europe. *Munibe* 61: 129-138
- Álvarez-Fernández, E. (2011): Humans and marine resource interaction reappraised: archaeofauna remains during the late Pleistocene and Holocene in Cantabrian Spain. *Journal of Anthropological Archaeology* 30 (3): 327-343.
- Álvarez-Fernández, E. (2015): Continuity of human-marine fauna interaction during the Holocene in Cantabrian Spain. *Quaternary International* 364, 188–195. doi:10.1016/j.quaint.2014.08.014
- Álvarez-Fernández, E., Aguirre-Uribesalgo, A., Alcover Tomás, J. A., Aura, J. E., Avezuela, B., Carriol, R.-P., Fernández-Gómez, M^a J., Jordá Pardo, J. F., Marlasca, R., Martín-Vallejo, F. J., Morales, J. V., Palomero-Jiménez, I. y Pérez-Ripoll, M. (2022): Mise à jour des recherches sur les chasseurs-cueilleurs côtiers dans le sud-est de la péninsule ibérique durant le Magdalénien: les restes archéofaunistiques d'origine marine. In : *Sociétés humaines et environnements dans la zone circumméditerranéenne du Pléistocène au*

début de l'Holocène. Revue Paléo (Revue d'Archéologie préhistorique), Hors Serie, Les Eyzies de Tayac-Sireuil, pp. 50-63.

Álvarez-Fernández, E., Aparicio-Alonso, M.T., Armendariz, Á., Ontañón, R. y Arias, P. (2013): Étude archéomalacologique du gisement mésolithique de El Truchiro (Omoño, Ribamontán al Monte, Cantabrie). *Anthropozoologica* 48, 153–170. doi:10.5252/az2013n1a9

Álvarez-Fernández, E. y Altuna, J. (2013): La cueva de Marizulo (Urnieta, Guipúzcoa), 50 años después : revisión de los restos arqueozoológicos de los niveles mesolíticos. *Kobie (serie Paleoantropologia)* 32: 131-152

Álvarez-Fernández, E., Altuna, J., Barrera-Mellado, I., Cubas, M., Fernández-Gómez, M.J., Fernández, R., Gruet, Y., Mariezkurrena, K. y Ontañón, R. (2014a): Évolution de l'exploitation des ressources animales dans la région cantabrique entre 4500 et 2000 cal BC: La grotte de Los Gitanos (Cantabrie, Espagne). *Comptes Rendus - Palevol* 13, 307–316. doi:10.1016/j.crvp.2014.01.004

Álvarez-Fernández, E., Bécares, J., Jordá-Pardo, J.F., Agirre-Uribesalgo, A., Álvarez-Alonso, D., Aparicio, M.T., Barrera-Mellado, I., Carral, P., Carriol, R.P., Cubas, M., Cueto, M., Douka, K., Elorza, M., Fernández-Gómez, M.J., Gabriel, S., García-Ibaibarriaga, N., Iriarte-Chiapusso, M.J., Llave, C., Maestro, A., Martín-Jarque, S., Portero, R., Suárez-Bilbao, A., Tarriño, A., Teira, L.C., Uzquiano, P. y Arias, P. (2020): Palaeoenvironmental and chronological context of human occupations at El Cierro cave (Northern Spain) during the transition from the late Upper Pleistocene to the early Holocene. *Journal of Archaeological Science: Reports* 29. doi:10.1016/j.jasrep.2019.102138

Álvarez-Fernández, E., Carriol, R.-P., Jordá, J. F., Aura, J. E., Avezuela, B., Badal, E., Carrión, Y., García-Guinea, J., Maestro, A., Morales, J. V., Pérez, G., Pérez-Ripoll, M., Rodrigo, M. J., Scarff, J. E., Villalba, M. P. y Wood, R. (2014b): Occurrence of whale barnacles in Nerja Cave (Málaga, Southern Spain), an indirect evidence of whale consumption by humans in the Upper Magdalenian. *Quaternary International* 337: 163-169.

- Álvarez-Fernández, E., Chauvin, A., Cubas, M., Arias, P. y Ontañón, R. (2011): Mollusc Shell sizes in Archaeological contexts in Northern Spain (13,200 to 2,600 Cal BC): new data from La Garma A and Los Gitanos (Cantabria). *Archaeometry* 53 (5): 963-985.
- Álvarez-Fernández, E., Cueto, M. y Román, D. (2022): New data for the early Holocene in North-East Iberia: the faunal record at Cova del Solà del Pep (l'Hospitalet de l'Infant, Tarragona, Spain). In: Valente, M.J., Detry, C. & Costa, C. (Eds.): *New Trends in Iberian Zooarchaeology*. Centro de Arqueologia da Universidade de Lisboa, Lisboa, doi:10.51427/10451/54939
- Aparicio, M. T., Álvarez-Fernández, E., Jordá, F. F., Avezuela, B. y Aura, J. E. (2015): Análisis de los moluscos continentales del Paleolítico y del Epipaleolítico de Nerja (Sala de la Mina), Málaga, España. En: Gutiérrez, F. I., Cuenca, D., González, M. R. (Eds.): *La Investigación Arqueomalacológica en la Península Ibérica: nuevas aportaciones*. Nadir Ediciones, Santander, pp. 27-40
- Anderson, A. (2007). Discussion: middens of the sea peoples. In G. N. Bailey, N. Milner, & O. E. Craig (Eds.), *Shell Middens in Atlantic Europe* (pp. 196–202). Oxbow Books.
- Antolín, F. (2016): Local, intensive and diverse? *Barkhuis*. <https://doi.org/10.2307/j.ctt20p56hs>
- Antolín, F. y Saña, M. (2022): Subsistence activities in the Early Neolithic in the northeast Iberian Peninsula: Crop and livestock farming practices, hunting, fishing, and gathering. *Cypsela* 22, 329–349.
- Antolín, F., Navarrete, V., Saña, M., Viñerta, Á. y Gassiot, E. (2017): Herders in the mountains and farmers in the plains? A comparative evaluation of the archaeobiological record from Neolithic sites in the eastern Iberian Pyrenees and the southern lower lands. *Quaternary International* 484: 75–93. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2017.05.056>
- Araújo, A.C., 2011. Processos de formação e de alteração do registo arqueológico. In: Araújo, A.C. (Ed.): *O Concheiro de Toledo no Contexto do Mesolítico Inicial do Litoral da Estremadura*. *Trabalhos de Arqueologia* 51, pp. 37–48.

- Araújo, A.C., Moreno García, M. y Gabriel, S. (2014): O concheiro de Toledo no contexto do Mesolítico inicial do litoral da Estremadura. *Revista Portuguesa de Arqueologia* 17, 5–34.
- Arias, P. (1991): De cazadores a campesinos: la transición al neolítico en la región cantábrica. Asamblea Regional de Cantabria, Santander.
- Arias, P. (2005): Determinaciones de isótopos estables en restos humanos de la Región Cantábrica. Aportación al estudio de la dieta de las poblaciones del Mesolítico y del Neolítico. *Munibe* 57(3), pp. 359–374.
- Arias, P. (2007): Neighbours but diverse: social change in north-west Iberia during the transition from the Mesolithic to the Neolithic (5500–4000 cal BC). *Proceedings of the British Academy* 144, 53–71.
- Arias, P., Cubas, M., Fano M., M.Á., Álvarez-Fernández, E., Araújo, A.C., Cueto, M., Duarte, C., Fernández, P., Iriarte Eneko, Jordá-Pardo, F.J., López, I., Nuñez de la Fuente, S., Salzmán, C., Tapia, J., Teichner, F., Teira, L., Uzquiano, P. y Vallejo, J. (2016): Une nouvelle approche pour l'étude de l'habitat mésolithique dans le Nord de la péninsule Ibérique. In: Dupont, C. & Marchand, G. (Eds.): *Archéologie Des Chasseurs-Cueilleurs Maritimes. De La Fonction Des Habitats à l'organisation de l'espace*. Société préhistorique française, Paris, pp. 159–190.
- Aura Tortosa, J. E. (1986): La ocupación magdaleniense de la cueva de Nerja (la sala de la Mina). En Jordá Pardo, F. J. (ed.): *La prehistoria de la Cueva de Nerja (Málaga)*. Trabajos sobre la Cueva de Nerja, I. Málaga.
- Aura Tortosa, J. E., Badal García, E., García Borja, P., García Puchol, O., Pascual Benito, J. Ll., Pérez Jordá, G., Pérez Ripoll, M. y Jordá Pardo, J. F. (2005): Cueva de Nerja (Málaga). Los niveles neolíticos de la Sala del Vestíbulo. En: Arias Cabal, P., García-Moncó Piñeiro, C. & Ontanón Peredo, R. (eds): *III Congreso del Neolítico en la Península Ibérica*. Universidad de Cantabria, (Monografías, I), Santander, pp. 275-285.
- Aura, E. y Jordá Pardo, J. F. (2014): Cueva de Nerja (Maro, Nerja, Málaga). En: Sala, R. (Ed.): *Los cazadores recolectores del Pleistoceno y del Holoceno en Iberia y el Estrecho de Gibraltar*. Universidad de Burgos, Burgos, pp. 442-451.

- Aura Tortosa, J. E., Jordá Pardo, J. F., Álvarez-Fernández, E., Pérez-Ripoll, M., Avezuela, B., Morales-Pérez, J. V., Rodrigo-García, M. J., Marlasca, R., Alcover, J. A., Jardón, P., Pérez, C. I., Pardo, S., Maestro, A., Villalba, M. P. y Salazar-García, D. C. (2016): Palaeolithic-Epipalaeolithic Sea People of the Southern Iberian coast (Spain): an overview. In: Marchand, G. y Dupont, C. (Eds.): *Archéologie des chasseurs-cueilleurs maritimes: de la fonction des habitats à l'organisation de l'espace littoral*. Séances de la Société préhistorique Française, n° 6, Paris, pp. 69-92.
- Aura Tortosa J.E., Jordá Pardo J.F., Pérez-Ripoll M., Badal, E., Tiffagom, M., Morales-Pérez J.V. y Avezuela B. (2013): Concheros del sur de Iberia en el límite Pleistoceno- Holoceno. In: Rasilla, M. de la (ed.): *F. Javier Fortea Pérez*. Universitatis Ovetensis Magister. Universidad de Oviedo, Oviedo, pp. 179-194.
- Aura Tortosa, J.E., Jordá Pardo, F.J., Pérez Ripoll, M. y Rodrigo García, M.J. (2001) : Sobre dunas, playas y calas. Los pescadores prehistóricos de la Cueva de Nerja. *Archivo de Prehistoria Levantina XXIV*, 9–39.
- Aura Tortosa, J.E., Carrión Marco, Y., García Puchol, O., Jardón Giner, P., Jordá Pardo, F.J., Molina Balaguer, L., Morales Pérez, J. V., Pascual Benito, J.L., Pérez Jordá, G., Pérez Ripoll, M., Verdasco Cebrián, C.C. y Rodrigo García, M.J. (2006): Epipaleolítico-Mesolítico en las comarcas centrales valencianas. In: Alday Ruíz, A. (Ed.): *El Mesolítico de Muescas y Denticulados en la cuenca del Ebro y el Litoral Mediterráneo Peninsular*, Diputación Foral de Álava, Vitoria, pp. 65–120.
- Aura-Tortosa, J.E., Jordá-Pardo, J.F., Morales, J., Pérez, M., Villalba, M.-P. & Alcover, J. (2009): Economic transitions in finis terra : the western Mediterranean of Iberia, 15–7 ka BP. *Before Farming* 2, 1–17.
- Aura Tortosa, J. E., Jordá Pardo, J. F., Pérez Ripoll, M., Rodrigo García, M. J., Badal García, E. y Guillem Calatayud, P. (2002): The far south: The Pleistocene - Holocene transition in Nerja Cave (Andalucía, Spain). *Quaternary International* 93–94, 19–30. [https://doi.org/10.1016/S1040-6182\(02\)00004-6](https://doi.org/10.1016/S1040-6182(02)00004-6)
- Aydin, M., Şahin, A. E. y Karadurmuş, U. (2021): Some biological parameters of *Patella caerulea* from the Black Sea. *Marine Science and Technology Bulletin* 10(4), 396-405.

- Badal, E. (1990): *Aportaciones de la antracología al estudio el paisaje vegetal y su evolución en el cuaternario reciente en la costa mediterránea del País Valenciano y Andalucía (18.000-3.000 BP)*. Universitat de Valencia, Valencia (Tesis Doctoral inédita)
- Bailey, G.N. y Craighead, A.S. (2003): Late Pleistocene and Holocene coastal palaeoeconomics: A reconsideration of the molluscan evidence from northern Spain. *Geoarchaeology* 18, 175–204. doi:10.1002/gea.10057
- Bailey, G.N. y Craighead, A. S. (2004): Coastal Paleoeconomies and Palaeoenvironmental trends: Asturian and Australian middens compared. In: González, M. y Clark, G.A. (Eds.): *The Mesolithic of the Atlantic Façade*. Arizona State University (Anthropological Research Papers 55). Tempe, pp. 181–204.
- Bailey, G. N., Deith, M. R. y Shackleton, N. J. (1983): Oxygen Isotope Analysis and Seasonality Determinations: Limits and Potential of a New Technique. *American Antiquity* 48 (2): 390-398. <https://doi.org/10.2307/280460>
- Bailey, G., Galanidou, N., Peeters, H., Hauke, ., Moritz, J. y Editors, M. (2020): The Archaeology of Europe's Drowned Landscapes: Vol. 35. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-37367-2>
- Balasse, M., Renault-Fabregon, L., Gandois, H., Fiorillo, D., Gorczyk, J., Bacvarov, K. e Ivanova, M. (2020): Neolithic sheep birth distribution: Results from Nova Nadezhda (sixth millennium BC, Bulgaria) and a reassessment of European data with a new modern reference set including upper and lower molars. *Journal of Archaeological Science* 118: 105139. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2020.105139>
- Baldellou Martínez, V. (2011): La Cueva de Chaves (Bastarás - Casbas, Huesca). *Saguntum* 12: 141–144.
- Bannister, J. V. (1975): Shell parameters in relation to zonation in mediterranean limpets. *Marine Biology* 31(1), 63–67. <https://doi.org/10.1007/BF00390648>
- Battelli, C. (2017). Density and patterns of orientation of *Patella caerulea* L. in the Bay of Koper (Gulf of Trieste, North Adriatic). *Studia Marina* 30 (1): 5–16. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.820422>

- Belkhodja, H., Jaafoura, M. H., Missaoui, H. y Romdhane, M. S. (2010): Etude de la reproduction de *Patella caerulea* Linnaeus, 1758 (Mollusque, Gasteropode) de la cote nord de la Tunisie. *INSTM Bulletin: Marine and Freshwater Sciences* 37, 41–49.
- Belkhodja, H. y Romdhane, M. S. (2012): Etude morphometrique du mollusque gasteropode *Patella caerulea* Linnaeus, 1758 des cotes nord de la Tunisie. *INSTM Bulletin: Marine and Freshwater Sciences* 39, 15–23.
- Bernabeu Aubán, J. (1996). Indigenismo y migracionismo. Aspectos de la neolitización en la fachada oriental de la Península Ibérica. *Trabajos de Prehistoria*, 53(2), 37–54. <https://doi.org/10.3989/tp.1996.v53.i2.391>
- Bernabeu Aubán, J., y Molina Balaguer, L. (2009): La Cova de Les Cendres: (Moraira-Teulada, Alicante). Museo Arqueológico de Alicante - MARQ. (Serie mayor 6), Alicante.
- Bernabeu Aubán J., Molina Balaguer, L., Esquembre Bebia, M. A., Ortega, J. R. y Boronat Soler, J. de dios. (2009): La cerámica impresa mediterránea en el origen del Neolítico de la península Ibérica? In: *De Méditerranée et d'ailleurs...Mélanges offerts à Jean Guilaine.. Archives d'Écologie Préhistorique*, pp. 83-95.
- Bianucci, G. y Longinelli, A. (1982): Biological behaviour and accretion rates of *Patella caerulea* L. as indicated by oxygen isotope measurements. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 37(2–4), 313–318. [https://doi.org/10.1016/0031-0182\(82\)90042-6](https://doi.org/10.1016/0031-0182(82)90042-6)
- Bicho, N. y Haws, J. (2008): At the land's end: Marine resources and the importance of fluctuations in the coastline in the prehistoric hunter-gatherer economy of Portugal. *Quaternary Science Reviews* 27, 2166–2175. doi:10.1016/j.quascirev.2008.08.011
- Bicho, N., Umbelino, C., Detry, C. y Pereira, T. (2010): The emergence of Muge mesolithic shell middens in central Portugal and the 8200 cal yr bp cold event. *Journal of Island and Coastal Archaeology* 5, 86–104. doi:10.1080/15564891003638184
- Bliege, R. y Bird, D. (2008): Why women hunt: risk and contemporary foraging in a Western Desert aboriginal community. *Current Anthropology* 49 (4): 655-693.

- Boessneck, J., & von den Driesch, A. (1980). Tierknochenfunde aus der Südspanischen Höhlen. Studien über Tierknochenfunde von der Iberischen Halbinsel, 7, 160–185.
- Bookstein, F. L. (1991): *Morphometric tools for landmark data: geometry and biology* (1st ed.). Cambridge University Press.
- Bookstein, F. L. (1997): Landmark methods for forms without landmarks: morphometrics of group difference in outline shape. *Medical Image Analysis* 1(3), 225–243. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9873908>
- Bosch, D. M. (2018). *Molluscs in the Levantine Upper Palaeolithic: implications for modern human diets and subsistence behaviour* (Doctoral dissertation, Universiteit Leiden).
- Bosman, A. L., Hockey, P. A. R., y Siegfried, W. R. (1987): The influence of coastal upwelling on the functional structure of rocky intertidal communities. *Oecologia* 72: 226-232.
- Branscombe, T. L., Bosch, M. D. y Miracle, P. T. (2021): Seasonal Shellfishing across the East Adriatic Mesolithic-Neolithic Transition: Oxygen Isotope Analysis of *Phorcus turbinatus* from Vela Spila (Croatia). *Environmental Archaeology* 26(5), 497–510. <https://doi.org/10.1080/14614103.2020.1721695>
- Breu, A. (2019): Residuos orgánicos en cerámica de contexto funerario y doméstico. Resultados preliminares. In: Vijande Vila, E., Ramos Muñoz, J., Fernández Sánchez, D.S., Cantillo-Duarte, J.J. y Pérez Rodríguez, M. (Eds.): *La Esparragosa (Chiclana de La Frontera, Cádiz). Un Campo de Silos Neolítico Del IV Milenio A.N.E.* Consejería de Cultura y Patrimonio Histórico, Cadiz, pp. 201–207.
- Breu, A., Rosell-Melé, A., Heron, C., Antolín, F., Borrell, F., Edo, M., Fontanals, M., Molist, M., Moraleda, N., Oms, F.X., Tornero, C., Vergès, J.M., Vicente, O. y Bach-Gómez, A. (2023): Resinous deposits in Early Neolithic pottery vessels from the northeast of the Iberian Peninsula. *Journal of Archaeological Science: Reports* 47, 103–744. doi:10.1016/J.JASREP.2022.103744
- Brisset, E., Fernández-López de Pablo, J. (2022): Impacts of sea-level rise on prehistoric coastal communities: land use and risk perception during the Mesolithic-Neolithic transition in central Mediterranean Spain. *Journal of Maps* 1–7. doi:10.1080/17445647.2022.2071649

- Bronk Ramsey, C.B. (2009): Dealing with outliers and offsets in radiocarbon dating. *Radiocarbon* 51, 1023–1045.
- Bronk Ramsey, C. (2021): *OxCal V4. 4.4*. Available at: <https://c14.arch.ox.ac.uk/oxcal.html>.
- Bosman, A. L., Hockey, P. A. R. y Siegfried, W. R. (1987): The Influence of Coastal Upwelling on the Functional Structure of Rocky Intertidal communities. *Oecologia* 72 (2), 226-232.
- Bouzaza, Z. y Mezali, K. (2018): Discriminant-based study of the shell morphometric relationships of *Patella caerulea* (Gastropoda: Prosobranchia) of the western Mediterranean Sea. *Turkish Journal of Zoology* 42(5), 513–522. <https://doi.org/10.3906/zoo-1705-55>
- Caballero, E. (1989): Fraccionamiento isotópico: efecto de la composición química. *Estudios geológicos*, 45(5-6), 299-314.
- Cabral, J. y Silva, A. M. D. (2003): Morphometric analysis of limpets from an Iron-Age shell midden found in northwest Portugal. *Journal of Archaeological Science* 30 (7): 817-829.
- Cacho, I., Grimalt, J. O., Canals, M., Sbaffi, L., Shackleton, N. J., Schönfeld, J. y Zahn, R. (2001): Variability of the Western Mediterranean sea surface temperature during the last 25,000 years and its connection with the Northern Hemisphere climatic changes. *Paleoceanography* 16 (1), 40–52.
- Campbell, G. (2008): Beyond means to meaning: Using distributions of shell shapes to reconstruct past collecting strategies. *Environmental Archaeology* 13(2), 111–121. <https://doi.org/10.1179/174963108X343236>
- Campbell, G. (2015): We want to go, where everyone knows, mussels are all the same.: A comment on some recent zooarchaeological research on *Mytilus californianus* size prediction. *Journal of Archaeological Science* 63, 156–159. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2015.05.012>
- Cantillo Duarte, J. J., & Soriguer Escofet, M. C. (2019). LOS MOLUSCOS MARINOS. In E. Vijande Vila, J. Ramos-Muñoz, D. Fernández-Sánchez, J. J. Cantillo-Duarte, & M. Pérez-Rodríguez (Eds.), *La Esparragosa (Chiclana de la Frontera, Cádiz). Un campo de*

- silor Neolítico del IV milenio A.N.E (pp. 91–101). *Arqueología Monografías*, Junta de Andalucía.
- Carrasco, M.S. (2009): Resultados preliminares des estudio malacológico de Costamar. In: Flors Ureña, E. (Ed.): *Torre de la Sal (Ribera de Cabanes, Castellón): Evolución Del Paisaje Antrópico Desde La Prehistoria Hasta El Medioevo*. Diputación de Castelló, Castelló, pp. 425–430.
- Carvalho, A.F. (2008): *A Neolitização do Portugal Meridional. Os exemplos do Maciço Calcário Estremenho e do Algarve Ocidental*. Universidade do Algarve (Promontoria Monográfica; 12), Faro.
- Carvalho, A. F., & Petchey, F. (2013). Stable isotope evidence of neolithic palaeodiets in the coastal regions of Southern Portugal. *Journal of Island and Coastal Archaeology*, 8(3), 361–383. <https://doi.org/10.1080/15564894.2013.811447>
- Carvalho, A.F. y Valente, M.J., 2005. Novos contextos conquíferos pré-históricos na Costa Vicentina. *XELB: Revista de Arqueologia, Arte, Etnologia e História* 5, 9–26.
- Carvalho, A.F., Valente, M.J. y Dean, R.M. (2010): O Mesolítico eo Neolítico Antigo do Concheiro da Rocha das Gaviotas (Sagres, Vila do Bispo). *XELB: Revista de Arqueologia, Arte, Etnologia e História* 10, 39–54.
- Carvajal-Rodríguez, A., Conde-Padín, P. y Rolán-Alvarez, E. (2005): Decomposing shell form into size and shape by geometric morphometric methods in two sympatric ecotypes of *Littorina saxatilis*. *Journal of Molluscan Studies* 71(4), 313–318. <https://doi.org/10.1093/mollus/eyi037>
- Casabó i Bernad, J. A., & Rovira Gomar, M. L. (1981). El yacimiento prehistórico de La Cova (La Vall d’Uixó, Castellón). *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología Castellonenses*, 8, 147–154.
- Casal, G., Aceña-Matarranz, S., Fernández-Márquez, D. y Fernández, N. (2018): Distribution and abundance patterns of three coexisting species of *Patella* (Mollusca Gastropoda) in the intertidal areas of the NW Iberian Peninsula: Implications for. *Fisheries Research* 198, 86–98.

Castro Martínez, P., Escoriza Mateu, T., Fregeiro Morador, M. I., Oltra Puigdomenech, J. y Sanahuja Yll, M. E. (2003): Trabajo, producción y “neolítico.” In: Ontañón Peredo, R., C. García-Moncó Piñeiro, C. y Arias Cabal, P. (Eds.): III Congreso Neolítico Peninsular. Universidad de Cantabria, Instituto Internacional de Investigaciones Prehistóricas de Cantabria, Santander, pp. 115–124.

Cava, A. (1990): El neolítico en el País Vasco. *Munibe* 42, 97–106.

Chivelet, J. M. y Muñoz-García, M. B. (2015): Estratigrafía de isótopos de oxígeno y la reconstrucción de los cambios climáticos del pasado. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra* 23 (2), 160-170.

Christiaens, J. (1973): Revision du genre *Patella* (Mollusca, Gastropoda). *Bulletin du Muséum d'Histoire Naturelle* 3 (182), 1307–1392.

Cignoni, P., Callieri, M., Corsini, M., Dellepiane, M., Cignoni, P., Callieri, M., Corsini, M., Dellepiane, M., Ganovelli, F., & Ranzuglia, G. (n.d.). MeshLab: an Open-Source Mesh Processing Tool. MeshLab: an Open-Source Mesh Processing Tool. <https://doi.org/10.2312/LocalChapterEvents/ItalChap/ItalianChapConf2008/129-136>

Claasen, C. (1998): *Shells*. Cambridge University Press, Cambridge.

Clemente-Conte, I. y Cuenca, D., 2011. Instrumentos de trabajo de concha en el yacimiento Neolítico de La Draga. In: Bosch, A., Chinchilla, J. & Tarrús, J. (Eds.), *El Poblat Lacustre Del Neolític Antic de La Draga. Excavacions 2000-2005*, Museu d'Arqueologia de Catalunya, Girona, pp. 106-112.

Codding, B.F., O'Connell, J.F. y Bird, D.W. (2014): Shellfishing and the Colonization of Sahul: A Multivariate Model Evaluating the Dynamic Effects of Prey Utility, Transport Considerations and Life-History on Foraging Patterns and Midden Composition. *Journal of Island and Coastal Archaeology* 9, 238–252. doi:10.1080/15564894.2013.848958

Nathan Cohen, M. (1977): *The Food Crisis in Prehistory: Overpopulation and the Origins of Agriculture*. Yale University Press, New Haven.

Colominas, L., Saña, M. y Tornero, C. (2016): Aplicación de los análisis de ADN antiguo e isótopos estables en arqueozoología. In: Lloveras, L., Rissech, C., Nadal J., y Fullola, J. M. (Eds.): *What Bones tell us*. Universitat de Barcelona, Barcelona, pp. 25–34

Colonese, A. C., Troelstra, S., Ziveri, P., Martini, F., Lo Vetro, D., & Tommasini, S. (2009). Mesolithic shellfish exploitation in SW Italy: seasonal evidence from the oxygen isotopic composition of *Osilinus turbinatus* shells. *Journal of Archaeological Science*, 36(9), 1935–1944. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2009.04.021>

Colonese, A.C., Mannino, M.A., Bar-Yosef Mayer, D.E., Fa, D.A., Finlayson, J.C., Lubell, D. y Stiner, M.C. (2011): Marine mollusc exploitation in Mediterranean prehistory: An overview. *Quaternary International* 239, 86–103. doi:10.1016/j.quaint.2010.09.001

Colonese, A., lo Vetro, D., y Martini, F. (2014): Holocene coastal change and intertidal mollusc exploitation in the central mediterranean: variations in shell size and morphology at Grotta d’Oriente (Sicily). *Archaeofauna* 23: 181–192. <https://doi.org/10.15366/archaeofauna2014.23.012>

Conchiglie del Mediterraneo, 2023. <https://www.conchigliedelmediterraneo.it/>.

Conde-Padín, P., Grahame, J. W. y Rolán-Alvarez, E. (2007): Detecting shape differences in species of the *Littorina saxatilis* complex by morphometric analysis. *Journal of Molluscan Studies* 73(2), 147–154. <https://doi.org/10.1093/mollus/eym009>

Cossignani, T., Ardovini, R., Micali, P. y Tisselli, M. (2011): *Malacologia mediterranea. Atlante delle conchiglie del Mediterraneo*. L’Informatore Piceno. Ancona.

Cortés Sánchez, M., Gibaja Bao, J.F., Martínez Sánchez, R.M., Peña Chocarro, L., Riquelme Cantal, J. A., Rubia De Gracia, J.J. y Simón Vallejo, M. D. (2010): El Neolítico en la costa de Málaga (España): viejos y nuevos datos para su contextualización en el proceso de neolitización del sur de la Península Ibérica. En: Carvahó, A. F. y Gibaja, J. F. (Eds): *Os últimos caçadores-recolectores e as primeiras comunidades produtoras do sul da Península Ibérica e do norte de Maroco*. Universidade do Algarve, Promontoria Monográfica, 15, Faro, pp. 152-156.

Cortés Sánchez, M., Jiménez Espejo, F.J., Simón Vallejo, M.D., Gibaja Bao, J.F., Carvalho, A.F., Martínez-Ruiz, F., Gamiz, M.R., Flores, J.A., Paytan, A., López Sáez, J.A., Peña-

- Chocarro, L., Carrión, J.S., Morales Muñiz, A., Roselló Izquierdo, E., Riquelme Cantal, J.A., Dean, R.M., Salgueiro, E., Martínez Sánchez, R.M., la Rubia de Gracia, J.J. de, Lozano Francisco, M.C., Vera Peláez, J.L., Rodríguez, L.L. y Bicho, N.F. (2012): The Mesolithic-Neolithic transition in southern Iberia. *Quaternary Research* 77, 221–234. doi:10.1016/j.yqres.2011.12.003
- Cortés-Sánchez, M., Calle Román, L., Simón-Vallejo, M.D., Lozano-Francisco, M.C., Riquelme Cantal, J.A., Vera-Peláez, J.L., Parrilla Giráldez, R. y Macías Tejada, S. (2020): On the shore of Mediterranean sea. The end of the palaeolithic on the coast of Málaga (South of Spain). *Quaternary International* 564, 94–99. doi:10.1016/j.quaint.2019.11.028
- Crocetta, F. (2016): Backdating the confirmed presence of *Siphonaria pectinata* (Gastropoda: Siphonariidae) along the northern Mediterranean shores, with a discussion on its status in the basin. *Marine Biodiversity Records* 9. doi:10.1186/S41200-016-0034-5
- Croning, H. (2010): *Paleoclimates. Understanding Climate Change Past and Present*. Columbia University Press.
- Crothers, J. H. (1983): Variation in dog-whelk shells in relation to wave action and crab predation. *Biological Journal of the Linnean Society* 20(1), 85–102. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8312.1983.tb01591.x>
- Cruz-Berrocal, M. (2012): The Early Neolithic in the Iberian Peninsula and the Western Mediterranean: A Review of the Evidence on Migration. *Journal of World Prehistory* 25 (3–4), 123–156. <https://doi.org/10.1007/s10963-012-9059-9>
- Cubas, M., Altuna, J., Álvarez-Fernández, E., Armendariz, A., Fano, M.Á., López-Dóriga, I.L., Mariezkurrena, K., Tapia, J., Teira, L.C. y Arias, P. (2016): Re-evaluating the Neolithic: The Impact and the Consolidation of Farming Practices in the Cantabrian Region (Northern Spain). *Journal of World Prehistory* 29, 79–116. doi:10.1007/s10963-016-9091-2
- Cubas, M., Lucquin, A., Robson, H.K., Colonese, A.C., Arias, P., Aubry, B., Billard, C., Jan, D., Diniz, M., Fernandes, R., Fábregas Valcarce, R., Germain-Vallée, C., Juhel, L., Lombera-Hermida, A. de, Marcigny, C., Mazet, S., Marchand, G., Neves, C., Ontañón-Peredo, R., Rodríguez-Álvarez, X.P., Simões, T., Zilhão, J. y Craig, O.E. (2020):

- Latitudinal gradient in dairy production with the introduction of farming in Atlantic Europe. *Nature Communications* 11. doi:10.1038/s41467-020-15907-4
- Cubas, M. y Fano, M. (2011): Los primeros campesinos del cantábrico: una revisión de la información disponible y de los modelos propuestos. *Fervedes* 7: 77-86.
- Cubas, M., Peyroteo-Stjerna, R., Fontanals-Coll, M., Llorente-Rodríguez, L., Lucquin, A., Craig, O.E. y Colonese, A.C., 2019. Long-term dietary change in Atlantic and Mediterranean Iberia with the introduction of agriculture: a stable isotope perspective. *Archaeological and Anthropological Sciences* 11, 3825–3836. doi:10.1007/s12520-018-0752-1
- Cudennec, J. F. y Paulet, Y. M. (2022): Characterising Inter-Individual Growth Variability of *Patella vulgata* Shell Through Calcein Marking Experiments: Consequences for Palaeo-Environmental Studies. *Environmental Archaeology* 27(6), 525–538. <https://doi.org/10.1080/14614103.2021.1893586>
- Cuenca-Solana, D. (2015): The Use of Shells by Hunter-Fisher-Gatherers and Farmers from the Early Upper Palaeolithic to the Neolithic in the European Atlantic Façade: A Technological Perspective. *Journal of Island and Coastal Archaeology* 10, 52–75. doi:10.1080/15564894.2014.934491
- Cuenca-Solana, D., Cantillo-Duarte, J.J., Vijande Vila, E., Montañés Caballero, M., Clemente Conte, I. y Villapando Moreno, A. (2013): Utilización de instrumentos de concha para la realización de actividades productivas en sociedades tribales comunitarias del sur de la Península Ibérica. El ejemplo de Campo de Hockey (San Fernando, Cádiz) y SET Parralejos (Vejer de la Frontera, Cádiz). *Zephyrus* 72, 95–111. doi:10.14201/zephyrus20137295111
- Cunnane, S. C. y Crawford, M. A. (2014): Energetic and nutritional constraints on infant brain development: Implications for brain expansion during human evolution. *Journal of Human Evolution* 77: 88–98. <https://doi.org/10.1016/j.jhevol.2014.05.001>
- Cultid-Medina, C.A. y Escobar, F. (2019): Pautas para la estimación y comparación estadística de la diversidad biológica (q D). In: Moreno Ortega, C. E. (Ed.): *La*

biodiversidad en un mundo cambiante: Fundamentos Teóricos y Metodológicos Para Su Estudio. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Pachuca de Soto, pp. 175–202.

- Davies, P. S. (1969): Physiological ecology of *Patella*. III. Desiccation effects. *Journal of Marine Biological Association. U.K.*, 49 (2), 291-304.
- De Pirro, M., Santini, G., & Chelazzi, G. (1999). Cardiac responses to salinity variations in two differently zoned Mediterranean limpets. *Journal of Comparative Physiology B*, 169, 501–506.
- Dean, R.M. y Carvalho, A.F. (2011): Surf and Turf: The Use of Marine and Terrestrial Resources in the Early Neolithic of Coastal Southern Portugal. In: In: Bicho, N., Haws, J. & Davis, L. G. (Eds.): *Trekking the Shore: Changing Coastlines and the Antiquity of Coastal Settlement*. Springer, New York, pp. 291–302. doi:10.1007/978-1-4419-8219-3_12
- Dean, R.M., Valente, M.J. y Carvalho, A.F. (2012): The Mesolithic/Neolithic transition on the Costa Vicentina, Portugal. *Quaternary International* 264, 100–108. doi:10.1016/j.quaint.2011.10.024
- Değirmenc, E., Çiftçi, N. y Ayas, D. (2023): Zonation-Related Alteration in Shell Morphology of *Patella caerulea* (Linnaeus, 1758) Distributed in the Mersin Coastline (Mersin Bay, NE Mediterranean Sea): Shell Morphology of *Patella caerulea* (Linnaeus, 1758) Distributed in the Mersin Coastline. *Advanced Underwater Sciences* 3(1), 9-14.
- Deith, M. R. y Shackleton, N. J. (1986): Seasonal exploitation of marine molluscs: Oxygen isotope analysis of shell from La Riera Cave. En: Straus, L. G. y Clark, G. A. (Eds.): *La Riera Cave: Stone Age hunter-gatherer adaptations in Northern Spain*. Arizona State University Press, Tempe, pp. 299-313.
- Denny, M. W. (2000): Limits to Optimization: Fluid Dynamics, Adhesive Strength and the Evolution of Shape in Limpet Shells. *Journal of Experimental Biology* 203(17):2603-2622.
- Díez-Garretas, B., Asensi, A. y Rivas-Martínez, S., (2005): Las comunidades de *Maytenus senegalensis subsp.europaeus* (Celastraceae) en la Península Ibérica. *Lazaroa* 26, 83-92.

- Doyle, D., Frias, J., Gammell, M. P., Lynch, M. y Nash, R. (2022): Assessing the morphological impacts of long-term harvesting in intertidal gastropods using historical data and morphometric tools. *Journal of Molluscan Studies*, 88(3). <https://doi.org/10.1093/mollus/eyac019>
- Drake, B. L., Blanco-González, A., y Lillios, K. T. (2017): Regional demographic dynamics in the Neolithic transition in Iberia: results from summed calibrated date analysis. *Journal of Archaeological Method and Theory* 24: 796-812.
- Dupont, C. (2011) : Les invertébrés marins du “concheiro” de Toledo (Lourinhã, Portugal). In: Araújo, A.C. (Ed.): *O Concheiro de Toledo no Contexto do Mesolítico Inicial do Litoral da Estremadura*. IGESPAR (Trabalhos de Arqueologia, 51), Lisboa, pp. 185–227.
- Dwyer, C. M. (Ed.). (2008). *The Welfare of Sheep*. Springer, Dordrecht, The Netherlands.
- Eastham, A. (1986): The birds of the Cueva de Nerja. En: Jorda Pardo, J.F. (Ed.): *La Prehistoria de la Cueva de Nerja*, Patronato de la Cueva de Nerja, Málaga, pp. 107–131.
- Emiliani, C. (1964): Paleotemperature Analysis of the Caribbean Cores A254-BR-C and CP-28. *GSA Bulletin* 75(2), 129–144.
- Emiliani, C. y Mayeda, T. (1964): Oxygen isotopic analysis of some molluscan shell from fossil littoral deposits of Pleistocene age. *American Journal of Science* 262: 107–113.
- Erlandson, J. M. (1988): The Role of Shellfish in Prehistoric Economies: A Protein Perspective. *American Antiquity* 53 (1): 102–109. <https://doi.org/10.2307/281156>
- Erlandson, J.M. (2001): The archaeology of aquatic adaptations: paradigms for a new millenium. *Journal of Archaeological Research* 9, 287–350.
- Erlandson, J. M., Braje, T. J., Rick, T. C., Jew, N. P., Kennett, D. J., Dwyer, N., Ainis, A. F., Vellanoweth, R. L. y Watts, J. (2011): 10,000 years of human predation and size changes in the owl limpet (*Lottia gigantea*) on San Miguel Island, California. *Journal of Archaeological Science* 38 (5), 1127–1134. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2010.12.009>.
- Espinosa, F., & Rivera-Ingraham, G. A. (2017). Biological Conservation of Giant Limpets: The Implications of Large Size. *Advances in Marine Biology*, 76, 105–155. <https://doi.org/10.1016/bs.amb.2016.10.002>

- Esquembre Bebiá, M.A., Boronat Soler, J. de D., Jover Maestre, F.J., Molina Hernández, F.J., Luján Navas, A., Fernández López de Pablo, J., Martínez Valle, R., Iborra Eres, M.P., Ferrer García, C., Ruiz Pastor, R. y Ortega Pérez, J.R. (2008): El yacimiento neolítico del Barranquet de Oliva (Valencia). In: Hernández Pérez, M., Soler Díaz, J. A. & López Padilla, J. A. (Eds.): IV Congreso del Neolítico Peninsular (Vol. 1), Museo Arqueológico de Alicante, Alicante, pp.183-190.
- Ethier, J., Bánffy, E., Vuković, J., Leshtakov, K., Bacvarov, K., Roffet-Salque, M., Evershed, R. P. y Ivanova, M. (2017): Earliest expansion of animal husbandry beyond the Mediterranean zone in the sixth millennium BC. *Scientific Reports* 7(1), 7146. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-07427-x>
- Evans, L. (1998): The morphology of limpet species on the rocky shores of Lundy. *Lundy Field Society Annual Report* 48: 67-74
- Fa, D.A. (2008): Effects of tidal amplitude on intertidal resource availability and dispersal pressure in prehistoric human coastal populations: the Mediterranean-Atlantic transition. *Quaternary Science Reviews* 27, 2194–2209. doi:10.1016/j.quascirev.2008.07.015
- Fa, D.A. y Fa, J.E. (2002): Species diversity, abundance and body size in rocky-shore Mollusca: a twist in Siemann, Tilman & Haarstad's parabola?. *Journal of Molluscan Studies* 68, 95–100.
- Fairbanks, R. G. (1989): A 17,000-year glacio-eustatic sea level record: influence of glacial melting rates on the Younger Dryas event and deep-ocean circulation. *Nature* 342(6250), 637–642. <https://doi.org/10.1038/342637a0>
- Faith, J. T., & Du, A. (2018). The measurement of taxonomic evenness in zooarchaeology. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 10(6), 1419–1428. <https://doi.org/10.1007/s12520-017-0467-8>
- Fano Martínez, M.A. (2004): Un nuevo tiempo: El Mesolítico en la región cantábrica. In: Fano Martínez, M.A. (Ed.): *Las Sociedades del Paleolítico en la región cantábrica*. Diputación Foral de Bizkaia, Bilbao, pp. 337–402.

- Fano, M. A., Cubas, M. y Wood, R. (2015): The first farmers in Cantabrian Spain: Contribution of numerical chronology to understand an historical process. *Quaternary International* 364, 153–161.
- Feinsinger, P. (2004): *El diseño de estudios de campo para la conservación de la biodiversidad*. Ed. FAN, Santa Cruz de la Sierra.
- Fenger, T., Surge, D., Schöne, B. y Milner, N. (2007): Sclerochronology and geochemical variation in limpet shells (*Patella vulgata*): A new archive to reconstruct coastal sea surface temperature. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems* 8(7). <https://doi.org/10.1029/2006GC001488>
- Ferguson, J. E., Henderson, G. M., Fa, D. A., Finlayson, J. C. y Charnley, N. R. (2011): Increased seasonality in the Western Mediterranean during the last glacial from limpet shell geochemistry. *Earth and Planetary Science Letters* 308(3–4), 325–333. <https://doi.org/10.1016/j.epsl.2011.05.054>
- Fernández, L., Ruiz, F., Gómez, G., Muñoz, J.M., Rodríguez Vidal, J., Cáceres, L.M., Gómez, P., Toscano, A., Arroyo, M. y Romero, V. (2023): Mollusc collection and Holocene palaeogeographical evolution in a southwestern iberian estuary: Statistical analysis of the early Holocene Cañada Honda shell midden (SW Spain). *Quaternary International*. doi:10.1016/j.quaint.2023.02.008
- Fernández-Crespo, T., Le Roux, P.J., Ordoño, J., Ditchfield, P.W. y Schulting, R.J., 2020. The life-history of a late Mesolithic woman in Iberia: A sequential multi-isotope approach. *Quaternary International* 566–567, 233–244. doi:10.1016/j.quaint.2020.06.016
- Fernández López, S. R. (2000). *Temas de tafonomía*. Departamento de Paleontología, Facultad de Ciencias Geológicas, Madrid.
- Fernández-López de Pablo, J. (2016): The timing of postglacial coastal adaptations in Eastern Iberia: A Bayesian chronological model for the El Collado shell midden (Oliva, Valencia, Spain). *Quaternary International* 407, 94–105. doi:10.1016/j.quaint.2015.10.077
- Fernández-López de Pablo, J. y Gabriel, S. (2016). El Collado shell midden and the exploitation patterns of littoral resources during the Mesolithic in the Eastern Iberian Peninsula. *Quaternary International* 407, 106–117. doi:10.1016/j.quaint.2015.11.100

- Fernández Martínez, V. M. (2015): *Arqueo-estadística: métodos cuantitativos en arqueología*. Alianza Editorial. Madrid.
- Ferrer, J. E., Marqués, I., Cortés, M., Ramos, J. y Baldomero, A. (2006): Testing a classical archaeological sequence for the study of the Late Glacial-Ancient Holocene in the southern Iberian Peninsula. In: Sanchidrián, J. L., Márquez, A. M. y Fullola, J. M. (Eds.): *The Mediterranean Basin during the Upper Paleolithic (38,000 - 10,000 years)*. Cueva de Nerja Foundation, Nerja: pp. 316–324.
- Flannery, K.V. (1969): Origins and ecological effects of early domestication in Iran and the Near East. In: Ucko, P.J. y Dimbleby, G.W. (Eds.): *The Domestication and Exploitation of Plants and Animals*. Duckworth, London, pp. 73–100.
- Fontanals-Coll, M., Subirà, M.E., Marín-Moratalla, N., Ruiz, J. y Gibaja, J.F. (2014): From Sado Valley to Europe: Mesolithic dietary practices through different geographic distributions. *Journal of Archaeological Science* 50, 539–550. doi:10.1016/j.jas.2014.07.028
- Fontanals-Coll, M., Soncin, S., Talbot, H.M., Tersch, M. von, Gibaja, J.F., Colonese, A.C. y Craig, O.E., (2023): Stable isotope analyses of amino acids reveal the importance of aquatic resources to Mediterranean coastal hunter-gatherers. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 290, 1–11. doi:10.1098/rspb.2022.1330
- Gamble, C. (1986): *The Palaeolithic settlement of Europe*. Cambridge University Press, Cambridge.
- García-Artola, A., Stéphan, P., Cearreta, A., Kopp, R.E., Khan, N.S. y Horton, B.P. (2018): Holocene sea-level database from the Atlantic coast of Europe. *Quaternary Science Reviews* 196, 177–192. doi:10.1016/j.quascirev.2018.07.031
- García Borja, P., Aura Tortosa, J.E., Jordá Pardo, J. F. y Salazar-García, D.C. (2014): La cerámica neolítica de la Cueva de Nerja (Málaga, España): salas del Vestíbulo y la Mina. *Archivo de Prehistoria Levantina* 30: 81-31.
- García Borja, P., Salazar-García, D. C., Jordá Pardo, J. F., Pérez Ripoll, M. y Aura Tortosa, J. E. (2018): El Neolítico en la cueva de Nerja y Cova de la Sarsa. *Pyrenae* 49 (2): 7-36.

- García de Lagrán, I. G. M. (2012). *El proceso de neolitización en el interior peninsular: la Submeseta Norte y el Alto Valle del Ebro. El análisis de la cerámica como herramienta interpretativa* (Doctoral dissertation, Universidad de Valladolid).
- García-Escárzaga, A. (2020): *Paleoclima y aprovechamiento de recursos costeros durante el Mesolítico en la región cantábrica (N de Iberia)*. BAR International Series. Oxford.
- García-Escárzaga, A. y Gutiérrez-Zugasti, I. (2021): The role of shellfish in human subsistence during the Mesolithic of Atlantic Europe: An approach from meat yield estimations. *Quaternary International* 584, 9–19. doi:10.1016/j.quaint.2020.03.003
- García-Escárzaga, A., Gutiérrez-Zugasti, I., González-Morales, M.R. y Cobo-García, A. (2017): Shells and humans: Molluscs and other coastal resources from the earliest human occupations at the Mesolithic Shell Midden of El Mazo (Asturias, Northern Spain). *Papers from the Institute of Archaeology* 27, 1–17. doi:10.5334/pia-481
- Gillis, R., Carrère, I., Saña Seguí, M., Radi, G., & Vigne, J. (2016). Neonatal Mortality, Young Calf Slaughter and Milk Production during the Early Neolithic of North Western Mediterranean. *International Journal of Osteoarchaeology*, 26(2), 303–313. <https://doi.org/10.1002/oa.2422>
- Goodall, C. (1991). Procrustes Methods in the Statistical Analysis of Shape. *Journal of the Royal Statistical Society: Series B*, 53(2), 285–339.
- Gofas, S., Moreno, D. y Salas, C. (2011): *Moluscos marinos de Andalucía*. 2 vol. Servicio de Publicaciones e Intercambio Científico, Universidad de Málaga, Málaga.
- Gonçalves, I., Vinagre, C. y Silva, A. (2023): Patterns of rock pool molluscs in differing shore exposures. *Marine Biology* 170(6). <https://doi.org/10.1007/s00227-023-04223-2>
- Gonfiantini, R., Stichler, W. y Rozanski, K. (1995): Standards and intercomparison materials distributed by the International Atomic Energy Agency for stable isotope measurements. *Reference and Intercomparison Materials for Stable Isotopes of Light Elements Proceedings of a Consultants Meeting Held in Vienna, 1-3 December 1993*, 13–29.
- González Morales, M. R. (1995). Memoria de los trabajos de limpieza y toma de muestras en los yacimientos de las cuevas de Mazaculos y El Espinoso (La Franca, Ribadedeva) y La

- Llana (Andrín, Llanes) en 1993. Excavaciones arqueológicas en Asturias 1991-94. Gobierno del Principado de Asturias, Servicio de Publicaciones, Oviedo, pp. 65–78
- González Morales, M., Straus, L.G., Diez Castillo, A. y Ruiz Cobo, J. (2004): Postglacial Coast & Inland: The Epipaleolithic-Mesolithic-Neolithic Transitions in the Vasco-Cantabrian Region. *Munibe. Antropologia-Arkeologia* 56, 61–78.
- Gouveia, N., Harayashiki, C. A. Y., Márquez, F., Lourenço, R. A., Taniguchi, S., & Castro, I. B. (2022). Mollusc shell shape as pollution biomarkers: Which is the best biological model? *Marine Pollution Bulletin*, 179. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2022.113663>
- Guilaine, J., & Manen, C. (2007). Du Mésolithique au Néolithique en Méditerranée de l'Ouest : aspects culturels. In J. Guilaine, C. Manen, & J. D. Vigne (Eds.), *Pont de Roque-Haute (Portiragnes, Hérault). Nouveaux regards sur la néolithisation de la France méditerranéenne*, (pp. 303–322). *Archives d'écologie préhistorique*.
- Gunz, P., Mitteroecker, P., & Bookstein, F. L. (2005). Semilandmarks in Three Dimensions. In D. E. Slice (Ed.), *Modern Morphometrics in Physical Anthropology* (pp. 73–98). Springer.
- Gurven, M. y Hill, K. (2009): Why Do Men Hunt? A Reevaluation of “Man the Hunter” and the Sexual Division of Labor. *Current Anthropology* 50 (1): 51-74.
- Gutiérrez-Zugasti, F.I. (2009): *La explotación de moluscos y otros recursos litorales en la región cantábrica durante el Pleistoceno final y el Holoceno inicial*. Universidad de Cantabria, Santander.
- Gutiérrez-Zugasti, I. (2011a): Coastal resource intensification across the Pleistocene-Holocene transition in Northern Spain: Evidence from shell size and age distributions of marine gastropods. *Quaternary International* 244, 54–66. doi:10.1016/j.quaint.2011.04.040
- Gutiérrez-Zugasti, I. (2011b): Los moluscos alimenticios de la cueva de Santimamiñe (Kortezubi, Bizkaia): campañas de excavación 2004-2006. In: López Quintana, J. C. (ed.): *La cueva de Santimamiñe: revisión y actualización (2004-2006) (Kobie 1)*, Diputación Foral de Bizkaia, Bilbao, pp. 247–266.

- Gutiérrez-Zugasti, I., Andersen, S.H., Araújo, A.C., Dupont, C., Milner, N. & Monge-Soares Antonio M., A.M. (2011): Shell midden research in Atlantic Europe: State of the art, research problems and perspectives for the future. *Quaternary International* 239, 70–85. doi:10.1016/j.quaint.2011.02.031.
- Gutiérrez Zugasti, I., García-Escárzaga, A. y Martín Chivelet, J. (2015): Determination of sea surface temperatures using oxygen isotope ratios from *Phorcus lineatus* (Da Costa, 1778) in northern Spain: Implications for paleoclimate and archaeological studies. *The Holocene* 25: 1002-1014. <https://doi.org/10.1177/0959683615574892>
- Gutiérrez Zugasti, I., Suárez Revilla, R., Clarke, L. J., Schöne, B. R., Bailey, G. N. y González Morales, M. R. (2017): Shell oxygen isotope values and sclerochronology of the limpet *Patella vulgata* Linnaeus 1758 from northern Iberia: Implications for the reconstruction of past seawater temperatures. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 475: 162-175. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2017.03.018>
- Hammer, O., Harper, D., & Ryan, P. (2001): PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4: 1–9.
- Hardy, E., 2023: *Hardy's Internet Guide to Marine Gasteropods*. <https://conchology.be/?t=261>
- Harris, C. M., Ambrose, W. G., Bigelow, G. F., Locke V, W. L. y Silverberg, S. M. B. (2018): Analysis of the Size, Shape, and Modeled Age of Common Limpets (*Patella vulgata*) from Late Norse Middens at Sandwick, Unst, Shetland Islands, UK: Evidence for Anthropogenic and Climatic Impacts. *Journal of Island and Coastal Archaeology* 13 (3), 341–370. <https://doi.org/10.1080/15564894.2017.1368743>.
- Heaton, T.J., Köhler, P., Butzin, M., Bard, E., Reimer, R.W., Austin, W.E.N., Bronk Ramsey, C., Grootes, P.M., Hughen, K.A., Kromer, B., Reimer, P.J., Adkins, J., Burke, A., Cook, M.S., Olsen, J. y Skinner, L.C. (2020): Marine20—The Marine Radiocarbon Age Calibration Curve (0–55,000 cal BP). *Radiocarbon* 62, 779–820. doi:10.1017/RDC.2020.68
- Helmer, D., Blaise, É., Gourichon, L., & Sana Segui, M. (2018). Using cattle for traction and transport during the Neolithic period. Contribution of the study of the first and second

- phalanxes. *Bulletin de La Société Préhistorique Française*, 115(1), 71–98.
<https://doi.org/10.3406/bspf.2018.14861>
- Hernández-Acevedo, J., Lasso, C.A., Giraldo, A. y Lasso-Alcalá, O.M. (2005): Estructura comunitaria de la ictiofauna en siete afluentes del alto río Paragua, cuenca del Caroní, Guayana venezolana. In: Celsa Señaris, J., Lasso, C.A. & Flores, A.L. (Eds.): *Evaluación Rápida de La Biodiversidad de Los Ecosistemas Acuáticos de La Cuenca Alta Del Río Paragua, Estado Bolívar, Venezuela*. Conservación Internacional, pp. 116-122.
- Hernández-Molina, F.J., Gracia, F.J., Somoza, L. y Rey, J. (1994): Geomorfología submarina de la plataforma y talud continental del margen noroccidental del Mar de Alborán. In: Arnáez, J., García Ruiz, A., Villar, G. (Eds.): *Geomorfología en España, III Reunión de Geomorfología*. Sociedad Española de Geomorfología, Logroño, pp. 392–404.
- Hobday, A. (1995): Body-size variation exhibited by an intertidal limpet: Influence of wave exposure, tidal height and migratory behavior. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 189 (1–2), 29–45. [https://doi.org/10.1016/0022-0981\(95\)00009-G](https://doi.org/10.1016/0022-0981(95)00009-G)
- Hockett, B. y Haws, J. (2003): Nutritional ecology and diachronic trends in Paleolithic diet and health. *Evolutionary Anthropology: Issues, News, and Reviews* 12 (5), 211–216.
<https://doi.org/10.1002/evan.10116>
- Holzwarth, U., Meggers, H., Esper, O., Kuhlmann, H., Freudenthal, T., Hensen, C. y Zonneveld, K. A. F. (2010): NW African climate variations during the last 47,000 years: Evidence from organic-walled dinoflagellate cysts. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 291(3–4): 443–455.
<https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2010.03.013>
- Gillis, R., Carrère, I., Saña Seguí, M., Radi, G. & Vigne, J-D. (2014): Neonatal Mortality, Young Calf Slaughter and Milk Production during the Early Neolithic of North Western Mediterranean. *International Journal of Osteoarchaeology* 26: 303-313.
- Guilaine, J. (2018): A personal view of the neolithisation of the Western Mediterranean». *Quaternary International* 470B: 211–225.

- Gasse, F. (2000): Hydrological changes in the African tropics since the Last Glacial Maximum. *Quaternary Science Reviews* 19 (1–5), 189–211. [https://doi.org/10.1016/S0277-3791\(99\)00061-X](https://doi.org/10.1016/S0277-3791(99)00061-X)
- Ibacache, M. V. T., Soto, G. M. y Galdames, I. S. (2010): Geometric morphometrics and the study of biologic shapes: From descriptive to quantitative morphology. *International Journal of Morphology* 28 (4), 977–990. <https://doi.org/10.4067/s0717-95022010000400001>
- Isern, N., Fort, J., Carvalho, A. F., Gibaja, J. F. y Ibáñez, J. J. (2014): The Neolithic Transition in the Iberian Peninsula: Data Analysis and Modeling. *Journal of Archaeological Method and Theory*, 21, 447-460, doi:10.1007/S10816-013-91934
- Jazwa, C.S., Braje, T.J., Erlandson, J.M. y Kennett, D.J. (2015): Central place foraging and shellfish processing on California’s Northern Channel Islands. *Journal of Anthropological Archaeology* 40, 33–47. doi:10.1016/j.jaa.2015.05.005
- Johannesson, K., Johannesson, B. y Rolán-Alvarez, E. (1993): Morphological differentiation and genetic cohesiveness over a microenvironmental gradient in the marine snail *Littorina saxatilis*. *Evolution* 47(6): 1770-1787.
- Jones, E.L. (2004): Dietary evenness, prey choice, and human–environment interactions. *Journal of Archaeological Science* 31, 307–317. doi:10.1016/J.JAS.2003.08.011
- Jordá-Pardo, J. F. (1981): La malacofauna de la cueva de Nerja (I). *Zephyrus* 32, 87–99.
- Jordá-Pardo, J. F. (1982): La malacofauna de la Cueva de Nerja (II): Los elementos ornamentales. *Zephyrus* 34–35, 89–98.
- Jordá Pardo, J.F. (1984-1985): La malacofauna de la Cueva de Nerja (III): Evolución medioambiental y técnicas de marisqueo. *Zephyrus* 37, 143-154.
- Jordá Pardo, J.F. (ed.) (1986): *La prehistoria de la Cueva de Nerja (Málaga)*,. Trabajos sobre la Cueva de Nerja, I. Málaga.
- Jordá Pardo J.F. y Aura Tortosa J.E. (2008): 70 fechas para una cueva. Revisión crítica de 70 dataciones C14 del Pleistoceno superior y Holoceno de la Cueva de Nerja (Málaga,

Andalucía, España). *Espacio, Tiempo y Forma. Serie I. Nueva Época, Prehistoria y Arqueología* 1: 239-256.

Jordá Pardo J.F., Aura Tortosa J.E. y Jordá Cerdá, F. (1990): El límite Pleistoceno - Holoceno en el yacimiento de la Cueva de Nerja (Málaga). *Geogaceta* 8: 102-104.

Jordá Pardo, J. F., Aura Tortosa, J. E., Avezuela Aristu, B., Álvarez-Fernández, E., García-Pérez, A., y Maestro, A. (2016): Breaking the waves: Human use of marine bivalves in a microtidal range coast during the Upper Pleistocene and the Early Holocene, Vestíbulo chamber, Nerja Cave (Málaga, southern Spain). *Quaternary International* 407: 59–79. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.12.089>

Jordá Pardo, J.F., Maestro, A., Aura, J.E., Alvarez-Fernández, E., Avezuela, B., Badal, E., Morales, J.V., Pérez-Ripoll, M. y Villalba, Ma.P. (2011): Evolución paleográfica, paleoclimática y paleoambiental de la costa meridional de la Península Ibérica durante el Pleistoceno superior. El caso de la Cueva de Nerja (Málaga, Andalucía, España). *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural. Secc. Geol.* 105 (1-4): 137–147.

Jost, L. (2006): Entropy and diversity. *Oikos* 113, 363–375.

Jover Maestre, F. J., y García Atiénzar, G. (2015): Sociedades en transición durante la expansión y consolidación de las primeras comunidades agrícolas en el Mediterráneo occidental: el ejemplo del Levante de la península Ibérica. *Vegueta. Anuario de La Facultad de Geografía e Historia* 15: 133–157.

Kawauchi, G. Y., & Giribet, G. (2011). On the amphi-Atlantic *Siphonaria pectinata* (Linnaeus, 1758) (Gastropoda: Heterobranchia: Siphonariidae): Invader from the east or endemic? *Journal of Molluscan Studies*, 77(2), 196–201. <https://doi.org/10.1093/mollus/eyq043>

Kendall, D. G. (1984). Shape manifolds, procrustean metrics, and complex projective spaces. *Bulletin of the London Mathematical Society*, 16(2), 81–121. <https://doi.org/10.1112/blms/16.2.81>

- Kendall, D. G., Barden, D., Carne, T. K., & Le, H. (1999). *Shape and Shape Theory* (D. G. Kendall, D. Barden, T. K. Carne, & H. Le, Eds.; 1st ed.). John Wiley & Sons, Inc. <https://doi.org/10.1002/9780470317006>
- Lee, R.B. (1972):! Kung spatial organization: an ecological and historical perspective. *Human Ecology* 1, 125–147.
- Lentacker, A. (1986). PRELIMINARY RESULTS OF THE FAUNA OF CABEÇO DE AMOREIRA ANO CABEÇO DE ARRUDA (Muge, Portugal). *Trabalhos de Antropologia e Etnologia*, 26, 1–4.
- Leorri, E., Cearreta, A. y Milne, G. (2012): Field observations and modelling of Holocene sea-level changes in the southern Bay of Biscay: Implication for understanding current rates of relative sea-level change and vertical land motion along the Atlantic coast of SW Europe. *Quaternary Science Reviews* 42, 59–73. doi:10.1016/j.quascirev.2012.03.014.
- Lester, S. E., Halpern, B. S., Grorud-Colvert, K., Lubchenco, J., Ruttenberg, B. I., Gaines, S. D., Airamé, S. y Warner, R. R. (2009): Biological effects within no-take marine reserves: A global synthesis. *Marine Ecology Progress Series* 384, 33–46. <https://doi.org/10.3354/meps08029>.
- Lewis, J. R. y Bowman, R. S. (1975): Local habitat-induced variations in the population dynamics of *Patella vulgata* L. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 17(2): 165–203. [https://doi.org/10.1016/0022-0981\(75\)90029-5](https://doi.org/10.1016/0022-0981(75)90029-5)
- Llorente-Rodriguez, L. (2010): The hares (*Lepus granatensis*, Rosenhauer 1856) from Cova Fosca (Castellón, Spain). *Archaeofauna*: 59–97.
- Loftus, E., Lee-Thorp, J., Leng, M., Marean, C. y Sealy, J. (2019): Seasonal scheduling of shellfish collection in the Middle and Later Stone Ages of southern Africa. *Journal of Human Evolution* 128: 1-16.
- Luján Navas, A. (2016): *Aprovechamiento y gestión de recursos malacológicos marinos en la fachada mediterránea de la Península Ibérica durante la prehistoria reciente*. Universitat d'Alacant, Alacant (tesis doctoral inédita).

- Luján Navas, A., & Jover Maestre, F. J. (2021). Neolitización y modo de vida. El aprovechamiento de moluscos en los primeros grupos neolíticos del este de la Península Ibérica. *Archaeofauna*, 30, 125–154. <https://doi.org/10.15366/archaeofauna2021.30.007>
- Lupo, K. y Schmitt, D. (2005): Small prey hunting technology and zooarchaeological measures of taxonomic diversity and abundance: Ethnoarchaeological evidence from Central African forest foragers. *Journal of Anthropological Archaeology* 24: 335-353.
- Luque, A., Guallart, J., Templado, J. y Pola, M. (2018): *Recopilación y análisis de la información científica disponible sobre Patella ferrugínea*. Sociedad Española de Malacología. Madrid.
- Lyman, R. (2008): *Quantitative Paleozoology*. Cambridge University Press, Cambridge.
- MacArthur, R.H. (1965): Patterns of species diversity. *Biological Reviews* 40, 510–533. doi:10.1111/J.1469-185X.1965.TB00815.X
- McClintock, C. (1967): *Shell Structure of Patelloid and Bellerophonoid Gastropods (Mollusca)* (Vol. 22). Peabody Museum of Natural History. Yale University, New Haven, Connecticut
- Madariaga de la Campa, B. y Fernández Pato, C.A. (1987): Estudio malacológico de la cueva de El Juyo. In: Barandiarán, I., Freeman, L. G., González Echegaray, J. & Klein, R. G. (Eds.): *Excavaciones en la cueva del Juyo*. Ministerio de Cultura (Centro de Investigación y Museo de Altamira, 14), Madrid, pp. 77–95.
- Magurran, A. (1988): *Ecological diversity and its measurement*. Princeton university press, Princeton.
- Mannino, M. A., Spiro, B. F., y Thomas, K. D. (2003): Sampling shells for seasonality: oxygen isotope analysis on shell carbonates of the inter-tidal gastropod *Monodonta lineata* (da Costa) from populations across its modern range and from a Mesolithic site in southern Britain. *Journal of Archaeological Science* 30(6): 667–679. [https://doi.org/10.1016/S0305-4403\(02\)00238-8](https://doi.org/10.1016/S0305-4403(02)00238-8)

- Mannino, M. A. y Thomas, K. D. (2004): Studio archeozoologico dei reperti faunistici dalla Grotta d'Oriente a Favignana (Trapani). *Quaderni Del Museo Archeologico Regionale "Antonino Salinas"* 8, 28–54.
- Mannino, M. A., Thomas, K. D., Leng, M. J., Piperno, M., Tusa, S. y Tagliacozzo, A. (2007): Marine Resources in the Mesolithic and Neolithic at the Grotta Dell'uzzo (Sicily): Evidence From Isotope Analyses of Marine Shells. *Archaeometry* 49 (1): 117–133. <https://doi.org/10.1111/j.1475-4754.2007.00291.x>
- Mannino, M. A., Thomas, K. D., Leng, M. J., Di Salvo, R., & Richards, M. P. (2011). Stuck to the shore? Investigating prehistoric hunter-gatherer subsistence, mobility and territoriality in a Mediterranean coastal landscape through isotope analyses on marine mollusc shell carbonates and human bone collagen. *Quaternary International*, 244(1), 88–104. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2011.05.044>
- Mannino, M. A., Thomas, K. D., Crema, E. R. y Leng, M. J. (2014): A matter of taste? Mode and periodicity of marine mollusc exploitation on the Mediterranean island of Favignana (Ègadi Islands, Italy) during its isolation in the early Holocene. *Archaeofauna*, 23 (1).
- Marean, C. W. (2014): The origins and significance of coastal resource use in Africa and Western Eurasia. *Journal of Human Evolution* 77, 17-40.
- Altuna, J. y Mariezkurrena, K. (2001): Restos de macromamíferos del yacimiento de Zatoya (Navarra). *Trabajos de arqueología Navarra* 15:101-114
- Marín-Arroyo, A.B. (2009): The use of optimal foraging theory to estimate Late Glacial site catchment areas from a central place: The case of eastern Cantabria, Spain. *Journal of Anthropological Archaeology* 28, 27–36. doi:10.1016/j.jaa.2008.11.001
- Martín Chivelet, J., y Muñoz-García, M. B. (2015): Estratigrafía de isótopos de oxígeno y la reconstrucción de los cambios climáticos del pasado. *Enseñanza de Las Ciencias de La Tierra* 23 (2): 1–160.
- Martín, P., Tornero, C., García, D. C. S., y Vergès, J. M. (2021): Early sheep herd management in the inland of the Iberian Peninsula: results of the incremental isotopic analyses of dental remains from El Mirador cave (Sierra de Atapuerca, Spain). *Archaeological and Anthropological Sciences* 13(6): 99. <https://doi.org/10.1007/s12520-021-01355-8>

- Martínez Sánchez, R. *Excavaciones arqueológicas en el abrigo de Zacatín (Gualchos-Castell de Ferro, Granada)*. Informe inédito.
- Martínez, R. M., Aguirre-Uribesalgo, A., Aparicio, M^a T., Bretones, M. D., Carrión, Y., Gámiz, M. J., González Frías, I., Martínez-Sevilla, F.; Morales, A.; Morgado, A., Pérez-Jordà, G., Roselló, E., Vico, L. y Álvarez-Fernández, E. (2024): The Mesolithic-Neolithic transition along Iberia's southern coastline: new data from the rock shelter of Zacatín (Granada, Spain). *Quaternary International* 680: 36-54. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2023.11.003>
- Mauro, A., Arculeo, M. y Parrinello, N. (2003): Morphological and molecular tools in identifying the Mediterranean limpets *Patella caerulea*, *Patella aspera* and *Patella rustica*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 295, 131–143. doi:10.1016/S0022-0981(03)00291-0
- Miguel, I. R. de (2014): La neolitización de la Península Ibérica, una vez más: nuevos datos para explicaciones alternativas/On The Neolithisation Of The Iberian Peninsula Again: New Data For Alternative Explanations. *Anejos a Cuadernos de Prehistoria y Arqueología*, (1).<https://doi.org/10.15366/anejos.galan2014.003>
- Milano, S., Schöne, B.R., González-Morales, M.R. y Gutiérrez-Zugasti, I. (2022): Temporal and spatial variability of prehistoric aquatic resource procurement: a case study from Mesolithic Northern Iberia. *Scientific Reports* 12. doi:10.1038/s41598-022-07239-8
- Montgomery, J., Beaumont, J., Jay, M., Keefe, K., Gledhill, A. R., Cook, G. T., Dockrill, S. J., & Melton, N. D. (2013). Strategic and sporadic marine consumption at the onset of the Neolithic: increasing temporal resolution in the isotope evidence. *Antiquity*, 87(338), 1060–1072. <https://doi.org/10.1017/S0003598X00049863>
- Morales Hidalgo, J.I. (2010): *La Cativera (Tarragona): La tecnología lítica de los últimos cazadores – recolectores en el Noreste de la Península Ibérica*. Universitat Rovira i Virgili, Tarragona (Tesis Doctoral inédita)
- Morales-Pérez, J.V. (2013): La transició del Paleolític superior final/Epipaleolític al Mesolític en el territori valencià. Aportacions de l'estudi zooarqueològic del jaciment de Santa Maira (Castell de Castells, Alacant). In: Sanchís Serra, A. & Pascual Benito, J. L. (Eds.):

- Animals i Arqueologia Hui*. I Jornades d'Arqueozoologia Del Museu de Prehistòria de València. Museu de Prehistòria de València València, pp. 181–202.
- Morales-Pérez J. V., Alcover J. A., Jordá Pardo J. F. y Aura Tortosa J. E. (2020): Avifauna de la cueva de Nerja (30,5-7,2 ka cal BP). Tafonomía, Taxonomía, Paleoclimatología y contextualización arqueológica. In: Real, C., Aura, J. E. y Villaverde, V. (eds.): *Estudios de Arqueozoología y Tafonomía de la península ibérica, Homenaje al Profesor Manuel Pérez Ripoll*. Universitat de València (Sagvntum-Extra 21)., València, pp. 259-276.
- Morales A, y Martín J. M. (1995): Los mamíferos de la cueva de Nerja (análisis de las cuadrículas NM-80A, NM-80B y NT-82). In: Pellicer, M. y Morales, A. (Eds.): *Faunas de la Cueva de Nerja I. Salas de la Mina y de la Torca. Campañas 1980-1982*. Patronato de la Cueva de Nerja (Trabajos sobre la Cueva de Nerja, nº5), Nerja, pp. 59-159
- Morales-Muñiz, A., y Roselló-Izquierdo, E. (2008): Twenty Thousand Years Of Fishing In The Strait Archaeological Fish And Shellfish Assemblages From Southern Iberia. In: Rick, T. C. y Erlandson, J. (Eds.): *Human Impacts on Ancient Marine Ecosystems: A Global Perspective*. University of California Press, pp. 243–277. <https://www.researchgate.net/publication/269688946>
- Moreno, C.E. (2001): *Métodos para medir la biodiversidad*. Manuales y Tesis SEA. Ed, Zaragoza.
- Moreno, C.E., Barragán, F., Pineda, E. y Pavón, N.P. (2011): Reanálisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. *Revista mexicana de biodiversidad* 82, 1249–1261.
- Moreno, R. (1994): *Análisis arqueomalacológicos en la Península Ibérica. Contribución metodológica y biocultural*. Doctoral Dissertation. Departamento de Biología. Universidad Autónoma de Madrid, Madrid (unpublished).
- Moreno-Nuño, R. (2017): Sea molluscs from the shell midden of Pico Ramos. In: Zapata, L. (Ed.): *Humans on the Basque Coast during the 6th and 5th Millennium B.C. The Shell Midden of Pico Ramos (Muskiz, Bizkaia)*. TRRRES, Bilbao, pp. 41–47.
- Morrison, M. (2013): From scatter to mound: A new developmental model for shell mound sites at Weipa. *Queensland Archaeological Research*, 16: 165-184.

- Mujika Alustiza, J.A. & Alday Ruiz, A. (1997): Nuevos datos de cronología absoluta concerniente al holoceno medio en el área vasca. In: *XXIV Congreso Nacional de Arqueología*, Cartagena, pp. 95–106.
- Muñoz, M.A. y Acuña, J.D. (1994): On the taxonomic discrimination between *P. aspera* Röding and *P. caerulea* Linnaeus (Gasteropoda: Patellidae) using conchological traits. *Journal of Conchology* 35, 37–43.
- Muñoz Fernández, E., Morlote, J.M., Santamaria Santamaria, S., Castaños Ugarte, P., Ruiz Zapata, B., Gil García, M.J. y Uzquiano, P. (2013): Sondeo arqueológico en el Abrigo de Barcenilla (TM de Piélagos, Cantabria). *Kobie (Paleoantropología)* 32, 79–112.
- Muñoz Ferrera de Castro, J. L., Sánchez Hernández, J., Ríos Jiménez, F., Martínez Chacón, M., Torrès Alba, J.S. y Meneses Sores, V. (2018): *Guía de los moluscos marinos y continentales del campo de Gibraltar*. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. Junta de Andalucía, Jerez de la Frontera.
- Nadal, J. (1988): *Les faunes del Plistocè final-Holocè a la Catalunya Meridional i de Ponent: interpretacions tafonòmiques i paleoculturals*. Tesis doctoral (inédita)
- Navarrete, V., Colonese, A. C., Tornero, C., Antolín, F., von Tersch, M., Eulàlia Subirà, M., Comes, P., Rosell-Melé, A. y Saña, M. (2017): Feeding Management Strategies among the Early Neolithic Pigs in the NE of the Iberian Peninsula. *International Journal of Osteoarchaeology* 27(5), 839–852. <https://doi.org/10.1002/oa.2598>
- Navarrete, V., Tornero, C., Balasse, M. y Saña, M. (2019): Food management of early introduced caprine and bovine herds in the early Neolithic site of La Draga (Banyoles): An isotopic approach. *International Journal of Osteoarchaeology* 29(6), 986–998. <https://doi.org/10.1002/oa.2812>
- Navarrete, V., Viñerta, A., Clemente-Conte, I., Gassiot, E., Rey Lanaspá, J. y Saña, M. (2023): Early husbandry practices in highland areas during the Neolithic: the case of Coro Trasito cave (Huesca, Spain). *Frontiers in Environmental Archaeology* 2. <https://doi.org/10.3389/fearc.2023.1309907>
- Navarrete, V., Sierra, A., Alcàntara, R., Camalich, M. D., Martín-Socas, D. y Saña, M. (2024): Integrative approaches to the study of animal management practices during the

- Neolithic of South Iberian Peninsula: the case of El Toro cave (Antequera, Málaga, Spain). *Archaeological and Anthropological Sciences* 16(1): 21. <https://doi.org/10.1007/s12520-023-01926-x>
- Nukushina, D. (2016): The Mesolithic-Neolithic transition through the Iberian shell middens: a review of current evidence and interpretations. In: Coelho, I., Torres, J., Gil, L. & Ramos, T. (Eds.): *Entre Ciência e Cultura: Da Interdisciplinaridade à Transversalidade da Arqueologia*. CHAM-IEM, Lisboa, pp. 43–51.
- O’Neil, J. R., Clayton, R. N. y Mayeda, T. K. (1969): Oxygen Isotope Fractionation in Divalent Metal Carbonates. *The Journal of Chemical Physics* 51(12), 5547–5558. <https://doi.org/10.1063/1.1671982>
- Osborn, A. J. (1977). *Aboriginal Exploitation of Marine Food Resources*. University of New Mexico. Albuquerque, Doctoral dissertation
- Parenzan, P. (1970): *Carta d’identità delle conchiglie del Mediterraneo, volume primo Gasteropodi*. Ed. Bios Taras. Taranto.
- Parkington, J. (2010): Coastal Diet, Encephalization, and Innovative Behaviors in the Late Middle Stone Age of Southern Africa. In: *Human Brain Evolution*, Wiley, pp. 189–202. <https://doi.org/10.1002/9780470609880.ch10>
- Pascual Benito, J. L. (2005): Los talleres de cuentas de *Cardium* en el Neolítico peninsular. In: Arias Cabal, P., Ontañón Peredo, R. y García-Moncó Piñeiro, C. (Eds.): *Actas del III Congreso del neolítico en la Península Ibérica*. IIIPC. Santander, pp.277-295.
- Pascual Benito, J.L. (2010): La malacofauna marina en los poblados del Neolítico Final de las comarcas centrales valencianas. *Férvedes* 6, 121–130.
- Pascual Benito, J.L. (2014): El consumo de moluscos marinos durante el Neolítico antiguo en la región central del Mediterráneo peninsular. *Archaeofauna* 23, 207–222.
- Pellicer, M. y Morales, A. (1995): *Faunas de la Cueva de Nerja I. Salas de la Mina y de la Torca. Campañas 1980-1982*. Patronato de la Cueva de Nerja (Trabajos sobre la Cueva de Nerja, nº5), Nerja.

- Pérez-Ripoll, M. (1986): Avance al estudio de mamíferos de la cueva de Nerja. En: Jordá Pardo, J.F. (ed.): *La prehistoria de la Cueva de Nerja (Málaga)*, Trabajos sobre la Cueva de Nerja, I. Málaga, pp. 101-106.
- Perrin, T., Dachy, T., López-Montalvo, E., Manen, C., & Marchand, G. (2022). What relations between North Africa and Europe in the early holocene? *Tabona: Revista de Prehistoria y de Arqueología*, 22, 257–277. <https://doi.org/10.25145/j.tabona.2022.22.13i>
- Petraitis, P.S., Fisher, J.A.D. y Dudgeon, S. (2008): Rocky Intertidal Zone. *Encyclopedia of Ecology*, 3107–3113.
- Pierre, C. (1999): The oxygen and carbon isotope distribution in the Mediterranean water masses. *Marine Geology* 153: 41–55.
- Poppe, G. T. y Goto, Y. (1991): *European Seashells. Vol I. (Polyplacophora, Caudofoveata, Solenogastrea, Gastropoda)*. Verlag Christa Hemmen.
- Prendergast, A. L., Azzopardi, M., O’Connell, T. C., Hunt, C., Barker, G. y Stevens, R. E. (2013): Oxygen isotopes from *Phorcus (Osilinus) turbinatus* shells as a proxy for sea surface temperature in the central Mediterranean: A case study from Malta. *Chemical Geology* 345, 77–86. <https://doi.org/10.1016/J.CHEMGEO.2013.02.026>
- Prendergast, A. L. y Schöne, B. R. (2017): Oxygen isotopes from limpet shells: Implications for palaeothermometry and seasonal shellfish foraging studies in the Mediterranean. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 484, 33–47. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2017.03.007>
- Prendergast, A. L., Stevens, R. E., O’Connell, T. C., Fadlalak, A., Touati, M., al-Mzeine, A., Schöne, B. R., Hunt, C. O. y Barker, G. (2016): Changing patterns of eastern Mediterranean shellfish exploitation in the Late Glacial and Early Holocene: Oxygen isotope evidence from gastropod in Epipaleolithic to Neolithic human occupation layers at the Haua Fteah cave, Libya. *Quaternary International* 407, 80–93. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2015.09.035>.
- Portero, R., Cueto, M., Fernández-Gómez, M.J. y Álvarez-Fernández, E. (2022): Surf and turf. Animal resources in the human diet in Cantabrian Spain during the Mesolithic (11.5

- 7.5 Ky cal. BP). *Journal of Archaeological Science: Reports* 45. doi:10.1016/j.jasrep.2022.103635
- Prusina, I., Sarà, G., Pirro, M. De, Dong, Y.W., Han, G.D., Glamuzina, B. y Williams, G.A. (2014): Variations in physiological responses to thermal stress in congeneric limpets in the Mediterranean Sea. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 456, 34–40. doi:10.1016/j.jembe.2014.03.011
- Ramos Fernández, J. (2004): Los niveles Neolítico del Abrigo 6 del complejo del Humo La Araña-Málaga. In: Pellicer Catalán, M. & Arribas Palau, A. (Eds.): II-III *Simposios de Prehistoria Cueva de Nerja*, Fundación Cueva de Nerja, Málaga, pp. 52–67.
- Ramos Fernández, J., Bañares, M., Lozano, M. C. y Vera, J. L. (2006): Los adornos encontrados en el Abrigo 6 del Complejo del Humo, La Araña (Málaga, España). Campañas 2001/2003-2004. In: Bicho, N. (ed.): *Simbolismo, Arte e Espaços Sagrados na Pré-História da Península Ibérica. Actas do IV Congresso de Arqueologia Peninsular*. Universidade do Algarve, Faro, pp. 11-27.
- Ramos Muñoz, J., & Castañeda Fernández, V. (2005). Excavación en el asentamiento prehistórico del embarcadero del río Palmones (Algeciras, Cádiz) una nueva contribución al estudio de las últimas comunidades cazadoras y recolectoras. Universidad de Cádiz, Servicio de Publicaciones.
- Ramos Muñoz, J., & Lazarich González, M. (2002). El asentamiento de “El Retamar” (Puerto Real, Cádiz): contribución al estudio de la formación social tribal y a los inicios de la economía de producción en la Bahía de Cádiz. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cádiz.
- Ramos Muñoz, J., Domínguez-Bella, S., Cantillo, J.J., Soriguer, M., Pérez, M., Hernando, J., Vijande, E., Zabala, C., Clemente, I. y Bernal, D. (2011): Marine resources exploitation by Palaeolithic hunter-fisher-gatherers and Neolithic tribal societies in the historical region of the Strait of Gibraltar. *Quaternary International* 239, 104–113. doi:10.1016/j.quaint.2011.03.015
- Reimer, P.J., William, E.N.A., Bard, E., Bayliss, A., Blackwell, P.G., Bronk Ramsey, C., Butzin, M., Cheng, H., Lawrence Edwards, R., Friedrich, M., Grootes, P.M., Guilderson,

- T.P., Hajdas, I., Heaton, T.J., Hogg, A.G., Hughen, K.A., Kromer, B., Manning, S.W., Muscheler, R., Palmer, J.G., Pearson, C., Plicht, J. van der, Reimer, R.W., Richards, D.A., Scott, E.M., Southon, J.R., Turney, C.S.M., Wacker, L., Adolphi, F., Büntgen, U., Capano, M., Fahrni, S.M., Fogtman-Schulz, A., Friedrich, R., Köhler, P., Kudsk, S., Miyake, F., Olsen, J., Reinig, F., Sakamoto, M., Sookdeo, A. y Talamo, S. (2020): The IntCal20 Northern Hemisphere radiocarbon age calibration curve (0–55 cal kBP). *Radiocarbon* 62, 725–757. doi:10.1017/RDC.2020.41
- Rick, T. C., y Erlandson, J. M. (2009). Coastal exploitation. *Science* 325 (5943), pp. 952–953). <https://doi.org/10.1126/science.1178539>.
- Rivas-Martínez, S. (1987). *Memoria del mapa de Series de Vegetación de España*. Ministerio Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid.
- Rojo Guerra, M. A., Kunst, M., Garrido Pena, R., Garcia Martinez de Lagran, I., & Morán Dauchez, G. (2008). Paisajes de la Memoria: asentamientos del neolítico antiguo en el Valle de Ambrona (Soria, España). Universidad de Valladolid.
- Román, D., Martínez-Andreu, M., Aguilera, G., Fullola, J.M. y Nadal, J. (2020): Shellfish collectors on the seashore: The exploitation of the marine environment between the end of the Palaeolithic and the Mesolithic in the Mediterranean Iberia. *Journal of Island and Coastal Archaeology* 17, 43–64. doi:10.1080/15564894.2020.1755395
- Romero Vaquero, L. (2001): *Estado y presiones del medio ambiente marino y del litoral del Mediterraneo*. Ministerio de Medio Ambiente, Serie cuestiones medioambientales, 5, Madrid.
- Ruddiman, W. F. (2013): *Earth's Climate: Past and Future*. W. H. Freeman and Company.
- Ruddiman, W.F. y McIntyre, A. (1981): The North Atlantic Ocean during the last deglaciation. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 35, 145–214.
- Salazar-García, D.C., Aura, J.E., Olària, C.R., Talamo, S., Morales, J. V. y Richards, M.P. (2014): Isotope evidence for the use of marine resources in the Eastern iberian mesolithic. *Journal of Archaeological Science* 42, 231–240. doi:10.1016/j.jas.2013.11.006

- Salazar-García, D. C., Pérez-Ripoll, M., García-Borja, P., Jordá Pardo, J. F. y Aura Tortosa, J. E. (2017): A Terrestrial Diet Close to the Coast: A Case Study from the Neolithic Levels of Nerja Cave (Málaga, Spain), pp. 281–307 https://doi.org/10.1007/978-3-319-52939-4_11
- Salazar-García, D.C., Fontanals-Coll, M., Goude, G. y Subirà, M.E., 2018. “To ‘seafood’ or not to ‘seafood’?” An isotopic perspective on dietary preferences at the Mesolithic-Neolithic transition in the Western Mediterranean. *Quaternary International* 470, 497–510. doi:10.1016/j.quaint.2017.12.039
- Saña, M. (2011): La gestió dels recursos animals. In: El poblat lacustre del neolític antic de La Draga. Les campanyes dels anys 2000-2005. Monografies del CASC, pp. 177-212.
- Saña, M. (2013): Domestication of animals in the Iberian Peninsula. In: Colledge, S., Conolly, J., Dobney, K., Manning K. & Shennan, S. (Eds.): *The Origins and Spread of Domestic Animals in Southwest Asia and Europe*. Left Coast Press, California, pp. 195–220.
- Saña, M., Antolín, F., Alcántara, R., Sierra, A. y Tornero, C., (2020): Integrating domesticates: earliest farming experiences in the Iberian Peninsula. In: Gron, K., Rowley-Conwy, P. & Sorensen, L. (Eds.): *Farmers at the Frontier: A Pan-European Perspective on Neolithisation*. Oxbow Books, Oxford, pp. 161–175. doi:10.2307/j.ctv13gvh1g.11
- Sarà, G., Milanese, M., Prusina, I., Sarà, A., Angel, D. L., Glamuzina, B., Nitzan, T., Freeman, S., Rinaldi, A., Palmeri, V., Montalto, V., lo Martire, M., Gianguzza, P., Arizza, V., lo Brutto, S., de Pirro, M., Helmuth, B., Murray, J., de Cantis, S. y Williams, G. A. (2014): The impact of climate change on mediterranean intertidal communities: losses in coastal ecosystem integrity and services. *Regional Environmental Change* 14 (S1), 5–17. <https://doi.org/10.1007/s10113-012-0360-z>
- Schöne, B. R., Dunca, E., Fiebig, J. y Pfeiffer, M. (2005): Mutvei’s solution: An ideal agent for resolving microgrowth structures of biogenic carbonates. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 228(1–2), 149–166. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2005.03.054>

- Schöne, B. R. (2008): The curse of physiology—challenges and opportunities in the interpretation of geochemical data from mollusk shells. *Geo-Marine Letters* 28 (5–6), 269–285. <https://doi.org/10.1007/s00367-008-0114-6>
- Sease, C. (1994): *A conservation manual for the field archaeologist*. Cotsen Institute of Archaeology.
- Sempere-Valverde, J., Ostalé-Valriberas, E., Espinosa, F. y Márquez, F. (2024): Morphometric variations of two patellid limpets between artificial breakwaters and natural reefs. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 297, 108617. <https://doi.org/10.1016/J.ECSS.2024.108617>
- Sénépart, I. (1993): Quelques remarques à propos de l'exploitation de la faune sauvage dans l'industrie des os néolithique du sud-est de la France (Languedoc oriental, basse vallée du Rhône, Provence). In J. Desse & F. Audoin Rouzeau (Eds.), *Exploitation des animaux sauvages à travers le temps* (pp. 293–301). A.P.D.C.A.
- Shackleton, J. C., y van Andel, Tj. H. (1986): Prehistoric shore environments, shellfish availability, and shellfish gathering at Franchthi, Greece. *Geoarchaeology* 1(2), 127–143. <https://doi.org/10.1002/gea.3340010202>
- Siani, G., Paterne, M., Arnold, M., Bard, E., Métivier, B., Tisnerat, N. y Bassinot, F. (2000): Radiocarbon Reservoir Ages in the Mediterranean Sea and Black Sea. *Radiocarbon* 42, 271–280. doi:10.1017/S0033822200059075
- Sidéra, I. (2000): Animaux domestiques, bêtes sauvages et objets en matières animales du Rubané au Michelsberg : de l'économie aux symboles, des techniques à la culture. *Gallia Préhistoire*, 42(1), 107–194. <https://doi.org/10.3406/galip.2000.2172>
- Sierra, A., Bréhard, S., Montes, L., Utrilla, P. y Saña, M. (2019): Sheep exploitation and husbandry in first farming societies: from production to consumption in Central Pyrenees in the Early Neolithic. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 11(10): 5813–5829. <https://doi.org/10.1007/s12520-019-00907-3>
- Sierra, A. (2020): *Domesticación y primeras prácticas ganaderas en los Pirineos centrales. Una aproximación desde la arqueozoología y la biogeoquímica*. Universidad de Zaragoza, tesis doctoral (inédita).

- Sierra, A., Balasse, M., Rivals, F., Fiorillo, D., Utrilla, P. y Saña, M. (2021a). Sheep husbandry in the early Neolithic of the Pyrenees: New data on feeding and reproduction in the cave of Chaves. *Journal of Archaeological Science: Reports* 37: 102935. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2021.102935>
- Sierra, A., Merino, G. O., Rivals, F. y Saña, M. (2021b): Feeding practices and management of domestic mammals during the Neolithic in the Iberian Peninsula through dental microwear. *Historical Biology* 33(12): 3241–3253. <https://doi.org/10.1080/08912963.2020.1860957>
- Sierra, A., Laborda, R., Saña, M. y Montes, L. (2023): Pastos en altura: el Neolítico antiguo de La Espluga de la Puyascada (La Fueva, Huesca). *Treballs d'Arqueologia* 26: 253–275. <https://doi.org/10.5565/rev/tda.151>
- Simón, M^a. D. (2003): Una secuencia con mucha prehistoria. *Mainake* 25: 249-273.
- Schöne, B. R. (2008): The curse of physiology - Challenges and opportunities in the interpretation of geochemical data from mollusk shells. *Geo-Marine Letters* 28(5–6): 269–285. <https://doi.org/10.1007/s00367-008-0114-6>
- Soares, A.M. (2015): Radiocarbon dating of marine shells from the gulf of Cadiz: The marine radiocarbon reservoir effect, its variability during the Holocene and palaeoenvironmental inferences. *Cuaternario y Geomorfología* 29, 19–29. doi:10.17735/cyg.v29i1-2.29541
- Soares, A.M., Gutiérrez-Zugasti, I., González-Morales, M., Matos Martins, J.M., Cuenca-Solana, D. y Bailey, G.N. (2016): Marine Radiocarbon Reservoir Effect in Late Pleistocene and Early Holocene Coastal Waters off Northern Iberia. *Radiocarbon* 58, 869–883. doi:10.1017/RDC.2016.71
- Soares, J. (1996): Settlement and subsistence patterns in the Mesolithic on the South-West Portuguese Coast. *Zephyrus* 49, 109–124.
- Soares, J. (2013) Caçadores-recolectores semi-sedentários do Mesolítico do paleoestuário do Sado (Portugal). *Setúbal Arqueológica-Pré-história das zonas húmidas-Paisagens de Sal* 14, 13–56.

- Soler Díaz, J. A., García, G., Duque, D., Ferrer, C., Gómez, O., Guillem, P. M... y Ximénez de Embún, T. (2013). La primera ocupación neolítica de la Cova d'En Pardo (Planes, Alicante). Avance de estudio pluridisciplinar de los niveles VIII y VIII B. *Sagvntvm* 45: 9-24.
- Somerville, L., Light, J., y Allen, M. J. (2017): Marine molluscs from archaeological contexts: how they can inform interpretations of former economies and environments. *Molluscs in Archaeology: methods, approaches and applications* 3: 214.
- Sousa, R., Delgado, J., Pinto, A.R. y Henriques, P. (2017): Growth and reproduction of the north-eastern Atlantic keystone species *Patella aspera* (Mollusca: Patellogastropoda). *Helgoland Marine Research* 71. doi:10.1186/S10152-017-0488-9
- Sousa, R., Vasconcelos, J., Riera, R., Pinto, A. R., Delgado, J., & Henriques, P. (2019). Potential impact of harvesting management measures on the reproductive parameters of the limpets *Patella aspera* and *Patella candei* from Madeira Island. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 226. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2019.106264>
- Stiner, M. C. (2001): Thirty years on the “Broad Spectrum Revolution” and paleolithic demography. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 98(13), 6993–6996. <https://doi.org/10.1073/pnas.121176198>
- Stiner, M.C. (2002): Zooarchaeological evidence for resource intensification in Algarve, Southern Portugal. *Promontoria* I: 23–58.
- Suárez Revilla, R. (2019): *Identificación de cambios climáticos abruptos durante la transición Pleistoceno-Holoceno y su impacto en las sociedades humanas*. Universidad de Cantabria, Santander: (Tesis Doctoral inédita).
- Such, M. (1920): Avance al estudio de la caverna de “Hoyo de la Mina” en Malaga. *Boletín de la Sociedad Malagueña de Ciencias* 3: 1–23.
- Suchanek, T.H. (1978): The ecology of *Mytilus edulis* L. in exposed Rocky intertidal communities. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 31 (1), 105-120.

- Coll, M., Piroddi, C., Steenbeek, J. Kaschner K, Ben Rais Lasram, F., Aguzzi, J., et al. (2010): The Biodiversity of the Mediterranean Sea: Estimates, Patterns, and Threats. *PLoS ONE* 5 (8): e11842. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0011842>
- Tarifa Mateo, N. (2019): Pottery Use on the Mediterranean Coast of the Iberian Peninsula Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona (PhD Thesis, inédita).
- Tejedor-Rodríguez, C., Moreno-García, M., Tornero, C., Hoffmann, A., García-Martínez de Lagrán, Í., Arcusa-Magallón, H., Garrido-Pena, R., Royo-Guillén, J.I., Díaz-Navarro, S., Peña-Chocarro, L., Alt, K.W., Rojo-Guerra, M. (2021): Investigating Neolithic caprine husbandry in the Central Pyrenees: Insights from a multi-proxy study at Els Trocs cave (Bisaurri, Spain). *PLoS One* 16(1): e0244139. doi: 10.1371/journal.pone.0244139
- Templado, J., Ballesteros, E., Galparsoro, I., Borja, Á., Serrano, A., Martín, L. y Brito, A. (2012): *Guía Interpretativa: Inventario español de hábitats marinos*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Madrid.
- Tornero, C., Balasse, M., Bréhard, S., Carrère, I., Fiorillo, D., Guilaine, J., Vigne, J.-D. y Manen, C. (2020): Early evidence of sheep lambing de-seasoning in the Western Mediterranean in the sixth millennium BCE. *Scientific Reports* 10(1), 12798. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-69576-w>
- Tornero, C. y Saña, M. (2006): Anàlisi d'isòtops estables en arqueologia: aplicació i integració a la recerca arqueològica. *Cota zero: revista d'arqueologia i ciència* 21: 31-46, <https://raco.cat/index.php/CotaZero/article/view/67409>.
- Tornero, C., Aguilera, M., Ferrio, J. P., Arcusa, H., Moreno-García, M., Garcia-Reig, S. y Rojo-Guerra, M. (2018). Vertical sheep mobility along the altitudinal gradient through stable isotope analyses in tooth molar bioapatite, meteoric water and pastures: A reference from the Ebro valley to the Central Pyrenees. *Quaternary International* 484, 94–106. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2016.11.042>
- Turrero, P., Muñoz-Colmenero, A. M., Prado, A. y García-Vázquez, E. (2014). Long-term impacts of human harvesting on shellfish: North Iberian top shells and limpets from the Upper Palaeolithic to the present. *Journal of Marine Systems* 139, 51–57. <https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2014.05.011>

- Tyler, C. L., Leighton, L. R. y Kowalewski, M. (2014): The effects of limpet morphology on predation by adult cancrid crabs. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 451, 9–15. <https://doi.org/10.1016/J.JEMBE.2013.10.022>
- Urey, H. C. (1946): The thermodynamic properties of isotopic substances. *Journal Chemical Society*, 562–581.
- Vafidis, D., Drosou, I., Dimitriou, K. y Klaoudatos, D. (2020): Population characteristics of the Limpet *Patella caerulea* (Linnaeus, 1758) in Eastern Mediterranean (Central Greece). *Water* (Switzerland) 12. doi:10.3390/W12041186
- Valente, M.J. (2010): O Barranco das Quebradas (Vila do Bispo) no contexto dos concheiros mesolíticos no Sudoeste português. *XELB: Revista de Arqueologia, Arte, Etnologia E História* 10, 15–38.
- Valente, M.J. (2012): Mesolithic and Neolithic shell middens in Western Algarve: issues in ecology, taphonomy and economy. In: Detry, C. & Dias, R. (Eds.): *Proceedings of the First Zooarchaeology Conference in Portugal*, BAR International Series 2662, Oxford, pp. 24–32.
- Vargas-Yáñez, M., García-Martínez, M. C., Moya, F., Balbín, R., López-Jurado, J. L., Serra, M., Zunino, P., Pascual, J., & Salat, J. (2017). Updating temperature and salinity mean values and trends in the Western Mediterranean: The RADMED project. *Progress in Oceanography*, 157, 27–46. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2017.09.004>
- Vasconcelos, J., Caamaño, D., Tuset, V. M., Sousa, R. y Riera, R. (2021): The shell phenotypic variability of the keyhole limpet *Fissurella latimarginata*: insights from an experimental approach using a water flow flume. *Journal of Molluscan Studies* 87(4). <https://doi.org/10.1093/mollus/eyab043>
- Vega del Sella, C. de la (1923): *El Asturiense nueva industria preneolítica*. Ed. Comisión de Investigaciones Paleontológicas y Prehistóricas, Madrid.
- Verdún-Castelló, E., Palomo, A., Piqué, R., Saña, M. y Terradas, X. (2019): The consumption of molluscs in the first farming societies: the Neolithic settlement of La Draga (northeast of the Iberian Peninsula). *Archaeological and Anthropological Sciences* 11, 69–86. doi:10.1007/s12520-017-0532-3.

- Vicent, J. M. (1990). El Neolític: transformacions socials i econòmiques. In J. Anfruns & E. Llobet (Eds.), *El canvi cultural a la Prehistòria* (pp. 241–293). Columna.
- Vieira, E. A., & Bueno, M. (2019). Small spatial scale effects of wave action exposure on morphological traits of the limpet *Lottia subrugosa*. *Journal of the marine biological association of the United Kingdom*, 99(6), 1309-1315.
- Vigne J.D. (1993): Domestication ou appropriation pour la chasse: histoire d'un choix socio-culturel depuis le Néolithique. L'exemple des cerfs (*Cervus*). In: Desse, J. y Audouin-Rouzeau, F. (Eds): *Exploitation des animaux sauvages à travers le temps*. Éditions APDCA, Jean-les-Pins, pp. 201-220.
- Villalba M.P., Jordá Pardo J.F. y Aura Tortosa E. (2007): Los equínidos del Pleistoceno superior y del Holoceno del registro arqueológico de la Cueva de Nerja (Málaga, España). *Cuaternario y Geomorfología* 21: 133-148.
- Weber, L. I. y Hawkins, L. I. (2006): Allozymic differentiation among geographically distant populations of *Patella vulgata* (Mollusca, Patellogastropoda). *Hydrobiologia* 553 (1), 267–275. <https://doi.org/10.1007/s10750-005-1179-0>.
- Whitehouse, N. J., & Kirleis, W. (2014). The world reshaped: Practices and impacts of early agrarian societies. *Journal of Archaeological Science*, 51, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2014.08.007>
- WoRMS Editorial Board (2024): World Register of Marine Species <http://www.marinespecies.org> de VLIZ. (accessed 10 January 2024).
- Yanes, Y., Hutterer, R. y Linstädter, J. (2018): On the transition from hunting-gathering to food production in NE Morocco as inferred from archeological *Phorcus turbinatus* shells. *Holocene*, 28 (8), 1301–1312. <https://doi.org/10.1177/0959683618771474>.
- Yousef Pouran, K., Barceló Alvarez, J. A., & Saña Seguí, M. (2023). Biomechanics, behaviour dynamics and archaeology: Integrative attempts to study animal domestication and husbandry [PhD Thesis]. Universitat Autònoma de Barcelona.
- Zapata Peña, L. (1996): Modos de subsistencia en el cantábrico oriental durante el cuarto milenio B.C. *Rubricatum*, 1(1): 101–108.

- Zapata, L. (2002): *Origen de la agricultura en el País Vasco y transformaciones en el paisaje: análisis de restos vegetales arqueológicos*, Diputación Foral de Bizkaia (Kobie, anejo 4), Vitoria.
- Zapata, L., Milner, N. y Roselló, E. (2007): Pico Ramos cave shell midden: the Mesolithic-Neolithic transition in the Bay of Biscay. En Milner, N., Craig, O. E. y Bailey, G. N. (Eds.): *Shell middens in Atlantic Europe*. Oxbow: Oxford, pp. 150-157.
- Zelditch, M. L., Swiderski, D. L., Sheets, H. D., & Fink, W. L. (2004). *Geometric Morphometrics of Biologists: A Primer*. Elsevier.
- Zilhão, J. (1993): The Spread of Agro-Pastoral Economies across Mediterranean Europe: A View from the Far West. *Journal of Mediterranean Archaeology*, 611 (6), 5–63.

ANEXOS

ANEXO 1 – Capítulo 2

Anexo 1 – Tabla 1. Lista de yacimientos analizados. Código de las regiones: A. la costa Cantábrica, B. costa Atlántica portuguesa, C. costa Atlántica del Golfo de Cádiz, D. costa Mediterránea. Tipo de yacimiento: C cueva, AB abrigo y AIR aire-libre. SM: Shell Midden. C14:* y Pico Asturiense:**.

Cd.	Yacimiento	Tipo	Región	Nivel	Cronología (BP)	Periodo	NMI	Biografía
1	El Cierro	C	A	B	7470±38*, **	M	824	(Álvarez-Fernández et al., 2020)
2	Cuetu la Hoz	C	A	SM	7690±130*	M	255	(Fano Martínez, 2004; Arias-Cabal et al., 2007)
3	La Poza l'Egua	C	A	SM	8550±80*	M	1601	(Arias et al., 2007a; Álvarez-Fernández, 2015; Portero et al., 2022)
4	Colomba	C	A	SM	7020±90*	M	782	(Arias Cabal et al., 2007b)
5	Alloru	C	A	SM	8360±70*, **	M	2306	(Álvarez-Fernández, 2015; Arias et al., 2016)
6	Toral III	C	A	13A	7000±40*	M	4744	(Bello Alonso et al., 2015)
7	Toral III	C	A	21	7080±30*	M	8063	(Bello Alonso et al., 2015)
8	La Llana	C	A	SM	**	M	6704	(Gutiérrez-Zugasti, 2009)
9	Mazaculos II	C	A	A3	7030±120*, **	M	1074	(Gutiérrez-Zugasti, 2009)
10	El Pindal	C	A	2	7138±35*, **	M	462	(Álvarez-Fernández, 2015)
11	Toralete	C	A	SM	7890±80*	M	494	(Arias et al., 2007b; Fano, 2008)
12	Barcenillas	AB	A	5	7020±30*	M	234	(Muñoz-Fernández et al., 2013)
13	El Mazo	AB	A	114	7990±38*	M	389	(García-Escárzaga et al., 2017)
14	El Mazo	AB	A	115	8004±39*	M	1849	(García-Escárzaga et al., 2017)
15	La Garma A	C	A	Q	7710±90*	M	2578	(Arias and Ontañón, 2008; Álvarez-Fernández, 2016)
16	El Truchiro	C	A	II	8296±31*	M	1136	(Álvarez-Fernández et al., 2013)
17	La Fragua	C	A	I	6860±60*	M	11900	(Gutiérrez-Zugasti, 2009)
18	Arenillas	C	A	SM	7143±36*	M	9240	(Gutiérrez-Zugasti, 2009)
19	La Chora	C	A	SM	6360±80*	M	159	(Gutiérrez-Zugasti, 2009)
20	Trecha	C	A	SM	5600±310*	M	1505	(Gutiérrez-Zugasti, 2009)
21	Marizulo	C	A	II	6035±100*	M	278	(Mujika Alustiza and Alday, 1997; Álvarez Fernández and Altuna, 2013)
22	J3	AB	A	D	8300±50*	M	5123	(Iriarte-Chiapusso et al., 2010; Álvarez Fernández et al., 2014)
23	La Cativera	C	D	A	7979±60*	M	465	(Morales-Hidalgo, 2010)
24	La Cativera	C	D	B	8230±40*	M	359	(Morales Hidalgo, 2010)
25	Sola del Pep	C	D	SM	6786±34*	M	233	(Álvarez-Fernández et al., 2022)
26	El Collado	AIR	D	IV	9020±40*	M	359	(Fernández-López de Pablo, 2016; Fernández-López de Pablo and Gabriel, 2016)
27	El Collado	AIR	D	II	7610±30*	M	826	(Fernández-López de Pablo, 2016; Fernández-López de Pablo and Gabriel, 2016)
28	El Collado	AIR	D	I	7660±44*	M	358	(Fernández-López de Pablo, 2016; Fernández-López de Pablo and Gabriel, 2016)
29	Santa Maira	C	D	SM3	8890±50*	M	65	(Aura Tortosa et al., 2006; Morales-Pérez, 2013)
30	Barranco das Quebradas 5	AB	B	SM	8035±80*	M	5277	(Carvalho and Valente, 2005; Valente, 2010)
31	Barranco das Quebradas 4	AB	B	SM	8493±57*	M	4184	(Carvalho and Valente, 2005; Valente, 2010)

Cd.	Yacimiento	Tipo	Región	Nivel	Cronología (BP)	Periodo	NMI	Biografía
32	Barranco das Quebradas 3	AB	B	C-1 higher	7980±85*	M	2897	(Carvalho and Valente, 2005; Valente, 2010)
33	Barranco das Quebradas 3	AB	B	C-1 lower	8400±65*	M	5534	(Carvalho and Valente, 2005; Valente, 2010)
34	Barranco das Quebradas 1	AB	B	Capa 3	9473±54*	M	3836	(Carvalho and Valente, 2005; Valente, 2010)
35	Barranco das Quebradas 1	AB	B	Capa 1-2	9020±70*	M	600	(Carvalho and Valente, 2005; Valente, 2010)
36	Rocha das Gaviotas	AIR	B	2c lower	6821±50*	M	9418	(Carvalho et al., 2010)
37	Rocha das Gaviotas	AIR	B	3	8673±78*	M	3817	(Carvalho and Valente, 2005; Carvalho et al., 2010)
38	Toledo	AIR	B	B	9200±70*	M	3454	((Araújo, 2011; Dupont, 2011)
39	Amoreira	AIR	B	SM	7230±40*	M	8040	(Soares, 2013)
40	Les Cendres	C	D	XI-X	6260±80*	N	4271	(Bernabeu and Molina, 2009)
41	Les Cendres	C	D	IX-VIII	5930±80*	N	3306	(Bernabeu and Molina, 2009)
42	Les Cendres	C	D	VII-VI	5640±80*	N	5696	(Bernabeu and Molina, 2009)
43	Les Cendres	C	D	IV	5000±90*	N	1755	(Bernabeu and Molina, 2009)
44	El Retamar	AIR	C	SM	6370±80*	N	2434	(Ramos and Lazarich, 2002)
45	Campo de Hockey	AIR	C	SM	5650±40*	N	1226	(Vijande Vila, 2009; Cuenca-Solana et al., 2013)
46	SET Parralejo	AIR	C	SM	4930±50*	N	203	(Cuenca et al., 2013; Villalpando and Montañés, 2016)
47	La Esparragosa	AIR	C	SM	4644±31*	N	1490	(Vijande Vila et al., 2019)
48	Mazaculos II	C	A	A2	5050±120*	N	422	(Gutiérrez-Zugasti, 2009)
49	Los Gitanos	C	A	A4	5490±200*	N	3990	(Ontañón, 2005; Álvarez-Fernández et al., 2014b)
50	Los Gitanos	C	A	A3	5945±55*	N	3706	(Ontañón, 2005; Álvarez-Fernández et al., 2014b)
51	Los Gitanos	C	A	A2	4370±150*	N	9203	(Ontañón, 2005; Álvarez-Fernández et al., 2014b)
52	Pico Ramos	C	A	4	6040±90*	N	2198	(Zapata et al., 2007; Moreno-Nuño, 2017)
53	Kobaederra	C	A	IV	5375±90*	N	521	(Zapata, 2002; Gutiérrez-Zugasti, 2009)
54	Kobaederra	C	A	III	5820±240*	N	803	(Zapata, 2002; Gutiérrez-Zugasti, 2009)
55	Kobaederra	C	A	II	5460±60*	N	191	(Zapata, 2002; Gutiérrez-Zugasti, 2009)
56	Santimamiñe	C	A	Slm	5450±50*	N	1641	(Gutiérrez-Zugasti, 2011b; López-Quintana and Guenaga, 2011)
57	Padrao I	AIR	B	Capa 2	6440±60*	N	1429	(Gómez et al., 1987; Callapez and Pimentel, 2018)
58	Rocha das Gaviotas	AIR	B	2c higher	6801±39*	N	1342	(Carvalho et al., 2010)
59	Vale Santo	AIR	B	SM	6245±60*	N	746	(Carvalho and Valente, 2005; Carvalho, 2008)

ANEXO 2 – Capítulo 6. Biometría

La cueva de Nerja (Sala de la Mina).

Cuadros de la estadística descriptiva de las medidas biométricas de los ejemplares de la especie del género *Patella* por nivel arqueológico.

NM16

Medidas	Longitud			Anchura			Altura		
	<i>Patella</i> sp.	<i>P. caerulea</i>	<i>P. ulyssiponensis</i>	<i>Patella</i> sp.	<i>P. caerulea</i>	<i>P. ulyssiponensis</i>	<i>Patella</i> sp.	<i>P. caerulea</i>	<i>P. ulyssiponensis</i>
N	34	17	15	32	15	15	32	16	14
Mínimo	17,81	23,95	17,81	15,53	18,7	15,53	4,4	5,85	4,4
Máximo	39,54	39,53	39,54	33,31	33,31	30,68	12,16	11,59	12,16
Rango	21,73	15,58	21,73	17,78	14,61	15,15	7,76	5,74	7,76
Mediana	28,67	28,88	28,18	24,33	23,67	24,77	7,61	7,24	7,67
Media	29,05	30,00	27,67	24,27	24,79	23,39	7,98	7,91	7,95
Error estandar	0,93	1,24	1,54	0,76	1,20	1,07	0,37	0,46	0,67
Desv. estandar	5,42	5,10	5,98	4,31	4,67	4,14	2,09	1,82	2,51
Curtosis	-0,07	-0,59	-0,21	-0,14	-0,69	-0,01	-0,82	0,01	-1,34
Asimetría	0,12	0,75	0,04	0,17	0,68	-0,38	0,42	0,96	0,28
25 prentil	25,22	25,69	24,14	21,04	20,65	20,92	6,28	6,36	5,56
75 prentil	31,66	34,04	31,65	26,69	29,64	26,15	9,66	9,05	10,63

NM15

Medidas	Longitud			Anchura			Altura		
	<i>Patella sp.</i>	<i>P. caerulea</i>	<i>P. ulyssiponensis</i>	<i>Patella sp.</i>	<i>P. caerulea</i>	<i>P. ulyssiponensis</i>	<i>Patella sp.</i>	<i>P. caerulea</i>	<i>P. ulyssiponensis</i>
N	3	2	7	5	3	2	5	3	2
Mínimo	33,26	26,33	25,94	21,58	28,58	21,58	8,19	8,97	8,19
Máximo	37,04	30,61	37,04	31,05	31,05	23,71	11,88	11,88	9,15
Rango	3,78	4,28	11,1	9,47	2,47	2,13	3,69	2,91	0,96
Mediana	33,93	28,47	30,61	28,58	28,97	22,65	9,15	10,38	8,67
Media	34,74	28,47	30,69	26,78	29,53	22,65	9,71	10,41	8,67
Error estandar	1,16	2,14	1,60	1,77	0,77	1,07	0,65	0,84	0,48
Desv. estandar	2,02	3,03	4,24	3,96	1,33	1,51	1,44	1,46	0,68
Curtosis	-2,33	-2,75	-1,45	-1,98	-2,33	-2,75	0,07	-2,33	-2,75
Asimetría	1,52	0	0,28	-0,50	1,57	0	0,88	0,09	0
25 prcntil	33,26	26,33	26,33	22,65	28,58	21,58	8,58	8,97	8,19
75 prcntil	37,04	30,61	33,93	30,01	31,05	23,71	11,13	11,88	9,15

NM14

Medidas	Longitud			Anchura			Altura		
	<i>Patella sp.</i>	<i>P. caerulea</i>	<i>P. ulyssiponensis</i>	<i>Patella sp.</i>	<i>P. caerulea</i>	<i>P. ulyssiponensis</i>	<i>Patella sp.</i>	<i>P. caerulea</i>	<i>P. ulyssiponensis</i>
N	38	12	23	35	12	19	35	11	20
Mínimo	18,21	20,44	18,21	15,32	17,27	15,95	4,65	5,83	4,65
Máximo	42,36	42,36	40,96	36,24	36,24	31,27	13,57	10,5	13,57
Rango	24,15	21,92	22,75	20,92	18,97	15,32	8,92	4,67	8,92
Mediana	26,69	29,72	24,79	21	25,45	19,69	6,83	7,84	6,5
Media	27,17	30,93	25,52	22,20	26,03	20,20	7,19	7,79	6,86
Error estandar	0,94	1,63	1,06	0,85	1,46	0,86	0,32	0,43	0,48
Desv. estandar	5,80	5,64	5,10	5,06	5,05	3,77	1,90	1,42	2,14
Curtosis	0,50	0,88	2,91	0,34	0,39	2,99	2,33	-0,03	3,99
Asimetría	0,78	0,34	1,29	0,86	0,33	1,52	1,16	0,66	1,66
25 prcntil	22,97	27,69	22,59	17,59	22,6	17,26	5,83	6,8	5,05
75 prcntil	30,16	34,80	27,64	25	29,85	21	8,1	8,54	8,08

NM13

Medidas	Longitud			Anchura			Altura		
	<i>Patella</i> sp.	<i>P. caerulea</i>	<i>P. ulyssiponensis</i>	<i>Patella</i> sp.	<i>P. caerulea</i>	<i>P. ulyssiponensis</i>	<i>Patella</i> sp.	<i>P. caerulea</i>	<i>P. ulyssiponensis</i>
N	46	14	27	43	13	26	40	13	24
Mínimo	14,71	14,71	23,11	17,81	22,81	19,23	5,33	7,55	5,33
Máximo	43,39	43,36	43,39	35,93	35,93	33,34	14,67	14,67	10,87
Rango	28,68	28,65	20,28	18,12	13,12	14,11	9,34	7,12	5,54
Mediana	29,62	31,63	29,02	24,74	29,02	23,23	8,08	9,32	7,54
Media	30,11	31,45	29,31	25,49	28,06	24,02	8,45	9,71	7,73
Error estandar	0,82	1,81	0,89	0,71	1,18	0,78	0,29	0,55	0,27
Desv. estandar	5,55	6,76	4,60	4,66	4,25	3,97	1,86	1,98	1,33
Curtosis	0,94	2,16	2,03	-0,44	-0,81	0,44	2,02	2,38	0,77
Asimetría	0,22	-0,82	1,15	0,56	0,41	0,96	1,11	1,44	0,76
25 prentil	26,30	27,70	25,75	22,21	23,94	21,01	7,34	8,40	6,66
75 prentil	33,58	35,75	31,76	29,02	30,50	26,25	9,43	10,63	8,35

NM12

Medidas	Longitud			Anchura			Altura		
	<i>Patella</i> sp.	<i>P. caerulea</i>	<i>P. ulyssiponensis</i>	<i>Patella</i> sp.	<i>P. caerulea</i>	<i>P. ulyssiponensis</i>	<i>Patella</i> sp.	<i>P. caerulea</i>	<i>P. ulyssiponensis</i>
N	234	131	154	327	121	134	320	110	136
Mínimo	15,65	19,12	18,7	12,61	14,69	14,67	4,27	4,79	4,27
Máximo	47,79	51,17	47,79	58,27	39,32	58,27	15,54	14,92	15,54
Rango	32,14	32,05	29,09	45,66	24,63	43,6	11,27	10,13	11,27
Mediana	27,90	31,36	28,66	23,86	26,22	22,71	7,61	8,02	7,54
Media	28,66	31,87	29,43	24,54	26,94	23,73	7,91	8,18	8,03
Error estandar	0,36	0,46	0,46	0,30	0,42	0,49	0,11	0,17	0,20
Desv. estandar	5,49	5,21	5,66	5,41	4,64	5,69	2,02	1,76	2,37
Curtosis	1,15	1,23	1,14	4,27	0,46	9,66	1,96	1,43	1,56
Asimetría	0,81	0,57	0,89	1,16	0,54	2,18	1,10	0,82	1,19
25 prentil	25,05	28,4	25,29	21,04	23,95	19,99	6,48	6,96	6,28
75 prentil	31,5	35,1	32,29	27,46	29,48	26,17	9,08	9,23	9,34

NM11

Medidas	Longitud			Anchura			Altura		
	<i>Patella</i> sp.	<i>P. caerulea</i>	<i>P. ulyssiponensis</i>	<i>Patella</i> sp.	<i>P. caerulea</i>	<i>P. ulyssiponensis</i>	<i>Patella</i> sp.	<i>P. caerulea</i>	<i>P. ulyssiponensis</i>
N	110	35	59	99	30	53	103	33	55
Mínimo	17,31	22,46	17,31	13,88	18,34	13,88	4,43	6,48	4,43
Máximo	43,23	42,97	43,23	38,07	38,07	36,56	14,37	12,18	14,37
Rango	25,92	20,51	25,92	24,19	19,73	22,68	9,94	5,7	9,94
Mediana	27,23	30,9	26,03	21,81	24,93	20,72	7,26	8,42	6,63
Media	28,41	31,62	27,12	22,92	26,55	21,21	7,49	8,35	7,09
Error estandar	0,56	0,89	0,76	0,52	1,00	0,59	0,18	0,24	0,28
Desv. estandar	5,87	5,29	5,81	5,22	5,46	4,27	1,86	1,40	2,05
Curtosis	-0,26	-0,74	0,64	0,48	-0,79	2,95	1,27	-0,11	2,67
Asimetría	0,62	0,34	1,02	0,96	0,52	1,44	0,90	0,53	1,47
25 prentil	23,73	27,06	22,75	19,13	22,33	18,39	6,12	7,10	5,58
75 prentil	31,74	35,61	29,64	24,69	31,34	22,53	8,5	9,55	7,92

NM10

Medidas	Longitud			Anchura			Altura		
	<i>Patella</i> sp.	<i>P. caerulea</i>	<i>P. ulyssiponensis</i>	<i>Patella</i> sp.	<i>P. caerulea</i>	<i>P. ulyssiponensis</i>	<i>Patella</i> sp.	<i>P. caerulea</i>	<i>P. ulyssiponensis</i>
N	35	13	12	32	12	11	30	12	8
Mínimo	7,47	18,83	12,58	5,76	15,42	9,86	2,6	4,47	3,78
Máximo	42,49	42,49	31,76	36,63	35,93	26,33	15,14	15,14	10,18
Rango	35,02	23,66	19,18	30,87	20,51	16,47	12,54	10,67	6,4
Mediana	25,93	29	23,24	20,65	25,86	17,69	6,89	7,59	5,42
Media	26,19	30,21	22,63	21,44	25,60	17,63	7,21	8,03	6,17
Error estandar	1,32	2,03	1,63	1,27	1,91	1,43	0,45	0,80	0,83
Desv. estandar	7,79	7,32	5,63	7,20	6,62	4,74	2,46	2,76	2,34
Curtosis	0,49	-0,92	-0,62	0,10	-1,22	-0,25	2,45	3,49	-0,42
Asimetría	0,13	0,23	-0,27	0,30	0,01	0,14	0,91	1,56	0,97
25 prentil	22,26	24,71	17,40	17,23	19,55	13,47	5,47	6,13	4,34
75 prentil	30,25	36,48	27,23	25,98	32,20	21,27	8,785	9,21	8,51

NM9

Medidas	Longitud			Anchura			Altura		
	<i>Patella</i> sp.	<i>P. caerulea</i>	<i>P. ulyssiponensis</i>	<i>Patella</i> sp.	<i>P. caerulea</i>	<i>P. ulyssiponensis</i>	<i>Patella</i> sp.	<i>P. caerulea</i>	<i>P. ulyssiponensis</i>
N	48	19	12	44	17	11	41	17	11
Mínimo	17,83	23,79	17,87	12,8	19,34	13,69	4,1	5,96	4,26
Máximo	53,11	53,11	33,74	47,97	47,97	27,2	16,65	16,65	10,77
Rango	35,28	29,32	15,87	35,17	28,63	13,51	12,55	10,69	6,51
Mediana	26,22	30,53	24,74	21,55	26,69	18,18	6,85	8,15	6,54
Media	27,99	32,12	26,18	22,65	27,09	19,67	7,74	8,82	6,85
Error estandar	0,94	1,73	1,37	0,95	1,81	1,21	0,39	0,74	0,53
Desv. estandar	6,52	7,54	4,74	6,31	7,46	4,00	2,50	3,03	1,77
Curtosis	4,20	2,20	-0,40	5,50	2,77	-0,21	3,23	1,50	1,77
Asimetría	1,62	1,44	0,22	1,88	1,56	0,57	1,52	1,30	1,11
25 prentil	24,34	25,89	22,97	19,39	21,62	16,96	6,09	6,24	6,1
75 prentil	30,725	36,05	29,94	24,52	30,39	22,74	9,10	10,63	7,01

NM8

Medidas	Longitud			Anchura			Altura		
	<i>Patella</i> sp.	<i>P. caerulea</i>	<i>P. ulyssiponensis</i>	<i>Patella</i> sp.	<i>P. caerulea</i>	<i>P. ulyssiponensis</i>	<i>Patella</i> sp.	<i>P. caerulea</i>	<i>P. ulyssiponensis</i>
N	8	4	4	7	4	3	7	4	3
Mínimo	22,26	25,72	22,26	20,01	20,16	20,01	6,05	6,05	6,4
Máximo	40,99	40,99	30,79	35,42	35,42	23,19	9,44	9,44	9,32
Rango	18,73	15,27	8,53	15,41	15,26	3,18	3,39	3,39	2,92
Mediana	29,02	31,28	26,4	23,19	27,74	22,32	8,5	8,05	8,65
Media	29,39	32,32	26,46	25,23	27,77	21,84	7,99	7,90	8,12
Error estandar	2,07	3,25	1,94	2,15	3,27	0,95	0,51	0,72	0,88
Desv. estandar	5,87	6,51	3,89	5,68	6,54	1,64	1,35	1,44	1,53
Curtosis	1,39	0,65	-3,26	0,37	-0,99	-2,33	-1,45	-0,07	-2,33
Asimetría	1,01	0,83	0,06	1,11	0,02	-1,20	-0,54	-0,54	-1,37
25 prentil	24,64	26,67	22,77	20,16	21,45	20,01	6,4	6,44	6,4
75 prentil	32,47	39	30,22	30,16	34,105	23,19	9,32	9,21	9,32

NM7

Medidas	Longitud			Anchura			Altura		
	<i>Patella sp.</i>	<i>P. caerulea</i>	<i>P. ulyssiponensis</i>	<i>Patella sp.</i>	<i>P. caerulea</i>	<i>P. ulyssiponensis</i>	<i>Patella sp.</i>	<i>P. caerulea</i>	<i>P. ulyssiponensis</i>
N	174	63	91	167	62	86	157	57	84
Mínimo	13,46	14,55	14,97	10,07	10,68	11,71	3,46	3,46	3,5
Máximo	48,89	47,4	48,89	42,39	42,39	36,17	13,73	13,73	12,56
Rango	35,43	32,85	33,92	32,32	31,71	24,46	10,27	10,27	9,06
Mediana	27,50	29,91	26,37	23,01	25,19	21,04	7,21	7,52	6,75
Media	28,19	30,00	27,21	23,19	25,31	21,80	7,44	7,82	7,15
Error estandar	0,45	0,77	0,62	0,40	0,66	0,52	0,15	0,27	0,20
Desv. estandar	5,96	6,08	5,91	5,14	5,22	4,84	1,89	2,04	1,85
Curtosis	0,88	0,84	1,10	0,83	1,70	0,29	1,16	1,75	0,20
Asimetría	0,40	0,22	0,65	0,32	0,19	0,53	0,76	0,99	0,58
25 prentil	24,60	26,32	23,35	19,83	22,51	18,69	6,05	6,45	5,81
75 prentil	32,19	33,54	31,02	26,42	27,95	24,29	8,61	8,64	8,58

NM6

Medidas	Longitud			Anchura			Altura		
	<i>Patella sp.</i>	<i>P. caerulea</i>	<i>P. ulyssiponensis</i>	<i>Patella sp.</i>	<i>P. caerulea</i>	<i>P. ulyssiponensis</i>	<i>Patella sp.</i>	<i>P. caerulea</i>	<i>P. ulyssiponensis</i>
N	93	27	55	81	23	46	73	22	43
Mínimo	14,19	20,74	14,19	10,34	16,76	10,34	2,92	5,51	3,14
Máximo	54,92	38,88	54,92	34,66	31,32	34,66	18,94	9,92	18,94
Rango	40,73	18,14	40,73	24,32	14,56	24,32	16,02	4,41	15,8
Mediana	26,72	28,53	25,9	21,11	22,78	20,71	6,89	7,79	6,49
Media	27,23	29,55	26,80	21,25	24,10	20,15	7,03	7,70	6,89
Error estandar	0,68	0,91	0,96	0,53	0,78	0,67	0,26	0,28	0,39
Desv. estandar	6,60	4,74	7,11	4,81	3,72	4,52	2,21	1,31	2,58
Curtosis	2,88	-0,43	4,28	0,51	-0,46	2,66	10,69	-1,01	10,46
Asimetría	1,13	0,36	1,67	0,47	0,28	0,94	2,02	0,00	2,39
25 prentil	23,07	26,72	22,71	17,65	21,83	17,20	5,58	6,73	5,34
75 prentil	29,73	33,72	29,08	23,3	26,43	22,14	8,11	8,70	8,02

NM5

Medidas	Longitud			Anchura			Altura		
	<i>Patella sp.</i>	<i>P. caerulea</i>	<i>P. ulyssiponensis</i>	<i>Patella sp.</i>	<i>P. caerulea</i>	<i>P. ulyssiponensis</i>	<i>Patella sp.</i>	<i>P. caerulea</i>	<i>P. ulyssiponensis</i>
N	600	237	211	536	214	181	528	213	182
Mínimo	8,35	16,95	8,35	3,37	12,95	3,37	3,03	3,55	3,49
Máximo	53,82	53,82	47,81	46,11	46,11	36,44	26,95	26,95	14,21
Rango	45,47	36,87	39,46	42,74	33,16	33,07	23,92	23,4	10,72
Mediana	25,48	28,01	24,42	20,31	22,87	19,08	6,57	7,19	6,51
Media	26,54	29,57	25,44	21,31	24,25	19,94	7,03	7,71	6,95
Error estandar	0,28	0,50	0,42	0,26	0,46	0,37	0,10	0,18	0,17
Desv. estandar	6,95	7,62	6,12	6,03	6,73	4,98	2,35	2,56	2,23
Curtosis	1,55	0,60	1,16	2,20	0,97	1,21	9,73	14,31	0,29
Asimetría	1,11	0,98	0,87	1,23	1,09	0,72	1,86	2,50	0,80
25 prcentil	21,50	24,41	20,96	17,18	19,69	16,51	5,37	6,03	5,31
75 prcentil	29,59	32,90	28,96	24,09	27,06	22,24	8,18	8,94	8,28

NM4

Medidas	Longitud			Anchura			Altura		
	<i>Patella sp.</i>	<i>P. caerulea</i>	<i>P. ulyssiponensis</i>	<i>Patella sp.</i>	<i>P. caerulea</i>	<i>P. ulyssiponensis</i>	<i>Patella sp.</i>	<i>P. caerulea</i>	<i>P. ulyssiponensis</i>
N	17	8	5	17	8	5	16	8	5
Mínimo	14,93	23,73	20,28	11,35	23,73	20,28	3,52	6,1	4,43
Máximo	35,4	35,4	27,26	35,4	35,4	27,26	11,35	9,71	7,71
Rango	20,47	11,67	6,98	24,05	11,67	6,98	7,83	3,61	3,28
Mediana	26,9	29,58	24,9	26,9	29,58	24,9	6,65	7,32	6,5
Media	26,21	29,97	24,21	25,15	29,97	24,21	7,12	7,75	6,29
Error estandar	1,27	1,36	1,39	1,59	1,36	1,39	0,50	0,50	0,53
Desv. estandar	5,24	3,85	3,11	6,55	3,85	3,11	1,99	1,41	1,19
Curtosis	0,10	-0,69	-2,43	-0,14	-0,69	-2,43	0,32	-1,74	2,10
Asimetría	-0,17	-0,14	-0,39	-0,47	-0,14	-0,39	0,38	0,43	-0,90
25 prcentil	22,45	27,68	21	21	27,68	21	6,13	6,55	5,32
75 prcentil	29,58	33,44	27,08	29,58	33,44	27,08	8,60	9,33	7,18

NM3

Medidas	Longitud			Anchura			Altura		
	<i>Patella</i> sp.	<i>P. caerulea</i>	<i>P. ulyssiponensis</i>	<i>Patella</i> sp.	<i>P. caerulea</i>	<i>P. ulyssiponensis</i>	<i>Patella</i> sp.	<i>P. caerulea</i>	<i>P. ulyssiponensis</i>
N	32	9	14	27	9	12	27	9	12
Mínimo	17,24	26,01	17,24	14,03	21,89	14,03	4,35	6,51	4,37
Máximo	47,97	36,25	47,97	39,55	31,18	39,55	16,5	9,99	16,5
Rango	30,73	10,24	30,73	25,52	9,29	25,52	12,15	3,48	12,13
Mediana	26,07	31,19	24,25	21,89	25,77	17,95	7,91	7,93	6,1
Media	27,72	31,14	27,04	22,93	26,72	21,09	7,75	8,13	7,75
Error estandar	1,29	1,23	2,46	1,31	1,08	2,28	0,53	0,34	1,12
Desv. estandar	7,28	3,69	9,22	6,81	3,23	7,91	2,77	1,01	3,88
Curtosis	0,95	-1,32	1,32	-0,43	-1,15	1,80	3,20	0,94	1,35
Asimetría	0,97	0,00	1,40	0,62	0,12	1,65	1,45	0,57	1,45
25 pcentil	22,32	27,40	20,47	17,29	24,31	16,61	5,47	7,68	4,87
75 pcentil	31,29	34,81	30,63	27,76	30,03	24,57	8,79	8,78	8,96

NM2

Medidas	Longitud			Anchura			Altura		
	<i>Patella</i> sp.	<i>P. caerulea</i>	<i>P. ulyssiponensis</i>	<i>Patella</i> sp.	<i>P. caerulea</i>	<i>P. ulyssiponensis</i>	<i>Patella</i> sp.	<i>P. caerulea</i>	<i>P. ulyssiponensis</i>
N	22	8	12	21	8	12	20	8	11
Mínimo	14,52	19,03	15,32	11,83	15,1	11,83	4,16	4,9	4,16
Máximo	40,28	33,5	40,28	30,78	30,16	30,78	20,88	10,12	12,75
Rango	25,76	14,47	24,96	18,95	15,06	18,95	16,72	5,22	8,59
Mediana	23,96	25,00	23,01	19,87	20,55	17,64	6,4	6,3	6,43
Media	24,78	24,97	25,42	19,96	20,77	19,82	7,76	6,63	7,39
Error estandar	1,43	1,52	2,31	1,22	1,55	1,86	0,88	0,58	0,92
Desv. estandar	6,70	4,29	8,00	5,58	4,39	6,46	3,95	1,64	3,05
Curtosis	0,30	1,92	-0,44	-0,69	3,37	-1,42	5,76	2,71	-0,61
Asimetría	0,62	0,89	0,61	0,47	1,36	0,35	2,23	1,53	0,97
25 pcentil	20,84	21,85	18,95	15,23	17,90	13,60	5,56	5,51	5,63
75 pcentil	28,16	26,47	30,89	24,52	21,63	25,97	9,50	7,41	10,96

NM1

Medidas	Longitud			Anchura			Altura		
	<i>Patella</i> sp.	<i>P. caerulea</i>	<i>P. ubyssiponensis</i>	<i>Patella</i> sp.	<i>P. caerulea</i>	<i>P. ubyssiponensis</i>	<i>Patella</i> sp.	<i>P. caerulea</i>	<i>P. ubyssiponensis</i>
N	19	11	8	18	11	7	19	11	8
Mínimo	23,9	25,74	23,9	18,43	21,27	18,43	6,03	7,08	6,03
Máximo	51,83	51,83	44,96	46,05	46,05	32,07	13,16	12,91	13,16
Rango	27,93	26,09	21,06	27,62	24,78	13,64	7,13	5,83	7,13
Mediana	32,17	32,17	32,04	25,63	26,03	23,46	8,31	8,45	8,27
Media	34,32	35,50	32,69	27,84	30,20	24,14	9,27	9,52	8,94
Error estandar	1,77	2,67	2,11	1,75	2,47	1,63	0,51	0,71	0,78
Desv. estandar	7,71	8,87	5,96	7,44	8,20	4,31	2,24	2,34	2,20
Curtosis	0,07	-0,77	2,93	0,93	-0,39	1,56	-1,12	-1,86	1,14
Asimetría	0,94	0,74	1,03	1,24	0,91	0,83	0,57	0,38	1,02
25 prcntil	29,67	29,44	29,95	22,98	24,56	20,9	7,48	7,47	7,85
75 prcntil	41,73	42,43	34,51	32,75	36,36	25,92	11,07	12,11	10,53

El abrigo de Zacatín.

Cuadros de la estadística descriptiva de las medidas biométricas de los ejemplares de la especie del género *Patella* por fase cronológica.

Fase 1

Medidas	Longitud				Anchura				Altura			
	<i>Patella</i> sp.	<i>P. caerulea</i>	<i>P. ulyssiponensis</i>	<i>P. rustica</i>	<i>Patella</i> sp.	<i>P. caerulea</i>	<i>P. ulyssiponensis</i>	<i>P. rustica</i>	<i>Patella</i> sp.	<i>P. caerulea</i>	<i>P. ulyssiponensis</i>	<i>P. rustica</i>
N	446	113	166	167	569	123	171	194	587	126	176	197
Mínimo	15,51	18,00	16,04	15,51	10,93	14,34	12,54	11,81	3,35	4,39	3,35	4,66
Máximo	46,71	46,71	43,37	34,20	38,50	38,50	32,66	31,17	17,20	17,20	13,97	15,09
Rango	31,20	28,71	27,33	18,69	27,57	24,16	20,12	19,36	13,85	12,81	10,62	10,43
Mediana	24,73	26,51	25,16	23,75	19,38	21,22	19,83	18,95	7,22	7,14	6,76	7,91
Media	25,66	27,75	26,18	23,74	19,99	22,40	20,27	19,14	7,42	7,48	7,19	8,07
Error estandar	0,25	0,58	0,42	0,27	0,18	0,48	0,32	0,22	0,08	0,18	0,14	0,12
Desv. estandar	5,22	6,15	5,35	3,49	4,23	5,31	4,22	3,07	1,87	2,02	1,92	1,70
Curtosis	1,91	1,30	0,22	0,31	2,26	0,91	0,09	1,02	2,11	5,21	0,40	1,51
Asimetría	1,14	1,17	0,71	0,33	1,17	1,07	0,62	0,51	1,03	1,77	0,79	0,82
25 prcntil	22,17	23,36	22,30	21,27	17,08	18,25	17,14	17,11	6,09	6,15	5,78	6,89
75 prcntil	27,88	31,19	29,37	25,82	22,05	24,81	22,69	21,20	8,43	8,25	8,34	8,97

Fase 2

Medidas	Longitud				Anchura				Altura			
	Patella sp.	<i>P. caerulea</i>	<i>P. ulyssiponensis</i>	<i>P. rustica</i>	Patella sp.	<i>P. caerulea</i>	<i>P. ulyssiponensis</i>	<i>P. rustica</i>	Patella sp.	<i>P. caerulea</i>	<i>P. ulyssiponensis</i>	<i>P. rustica</i>
N	705	189	156	247	766	207	169	271	789	207	177	284
Mínimo	14,59	19,20	17,77	14,59	11,09	14,18	12,20	11,09	4,03	4,32	4,11	4,03
Máximo	46,42	46,42	45,27	38,74	40,95	40,95	34,59	39,21	16,53	15,51	13,59	16,53
Rango	31,83	27,22	27,50	24,15	29,86	26,77	22,39	28,12	12,50	11,19	9,48	12,50
Mediana	23,91	26,85	24,57	23,05	19,03	21,19	18,84	18,43	6,91	6,93	6,60	7,73
Media	24,73	27,51	25,46	23,73	19,73	21,98	19,65	19,17	7,31	7,22	6,98	8,14
Error estandar	0,19	0,37	0,40	0,29	0,15	0,31	0,30	0,25	0,07	0,11	0,13	0,13
Desv. estandar	5,04	5,07	4,94	4,64	4,28	4,46	3,89	4,20	1,95	1,65	1,74	2,16
Curtosis	1,70	1,65	2,86	0,51	2,39	2,85	1,67	1,82	2,11	3,38	1,59	1,21
Asimetría	1,05	1,07	1,40	0,78	1,18	1,34	1,10	1,08	1,26	1,36	1,20	1,04
25 prntil	21,10	23,65	21,89	20,41	16,69	18,94	17,26	16,17	5,91	6,04	5,78	6,60
75 prntil	27,31	30,49	27,73	26,29	21,91	23,95	21,67	21,00	8,27	7,99	7,73	9,22

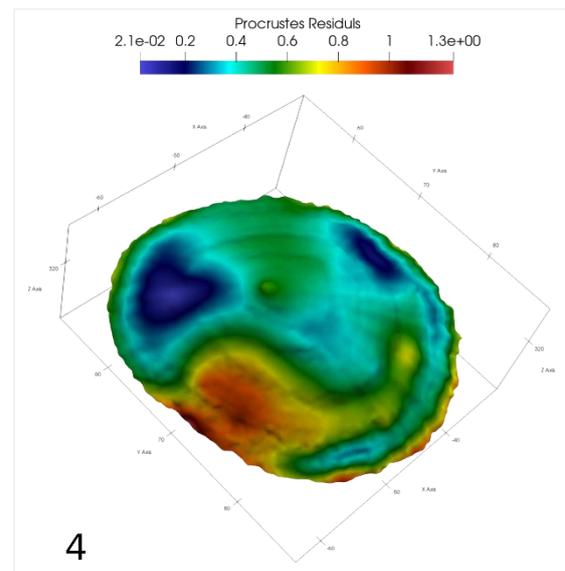
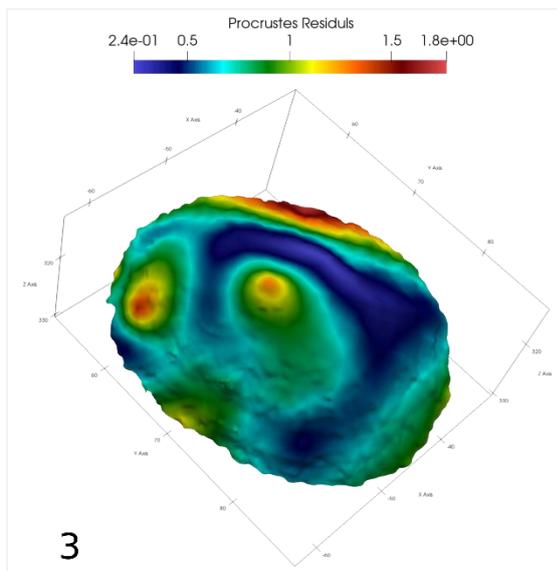
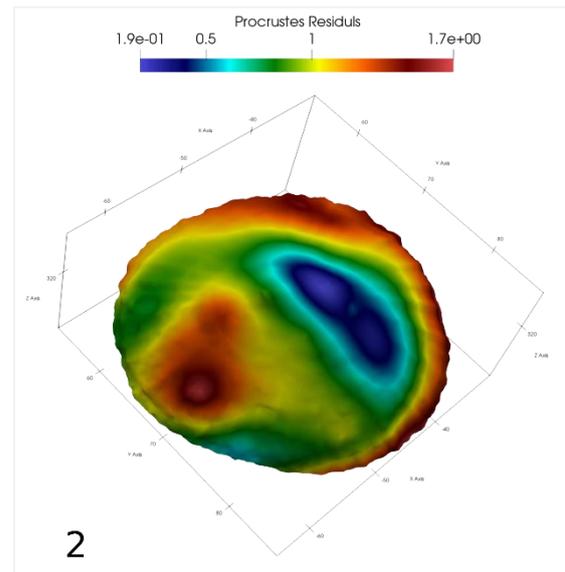
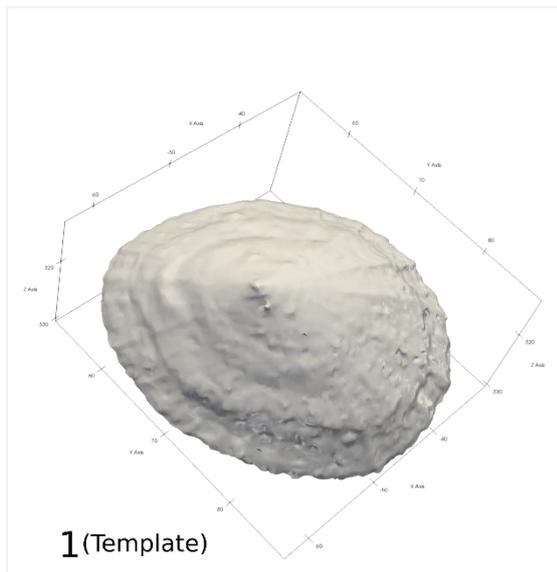
Fase 3

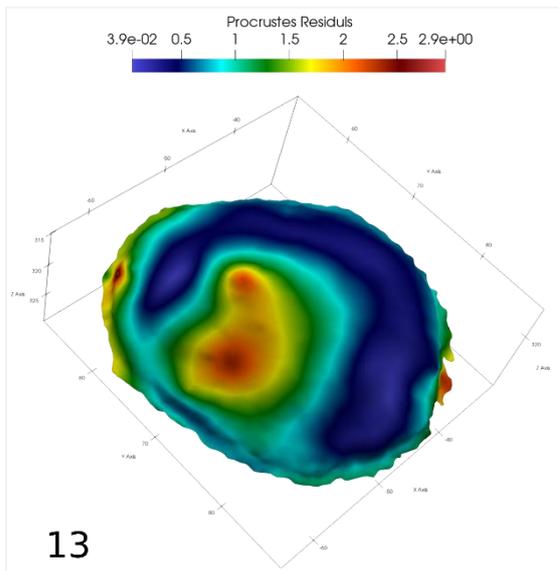
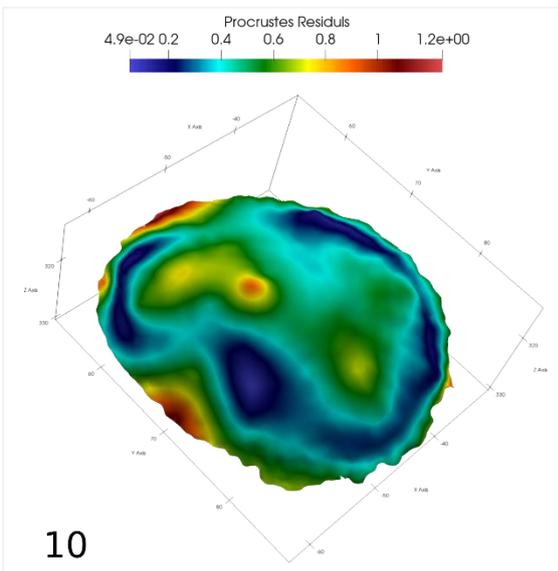
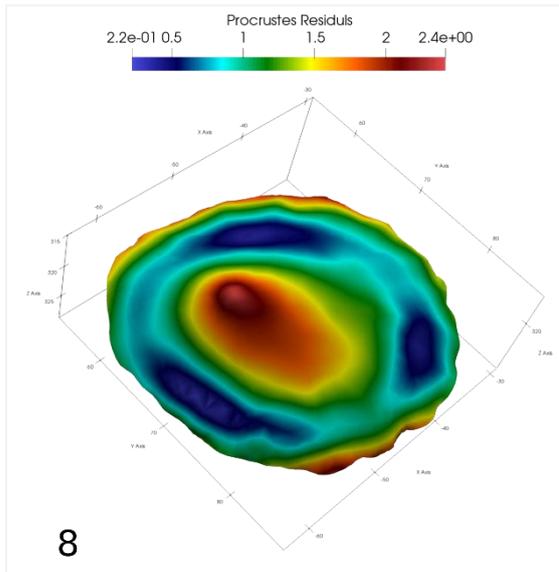
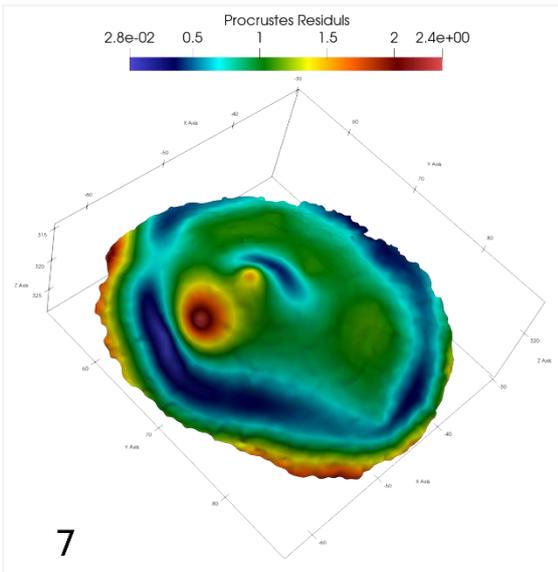
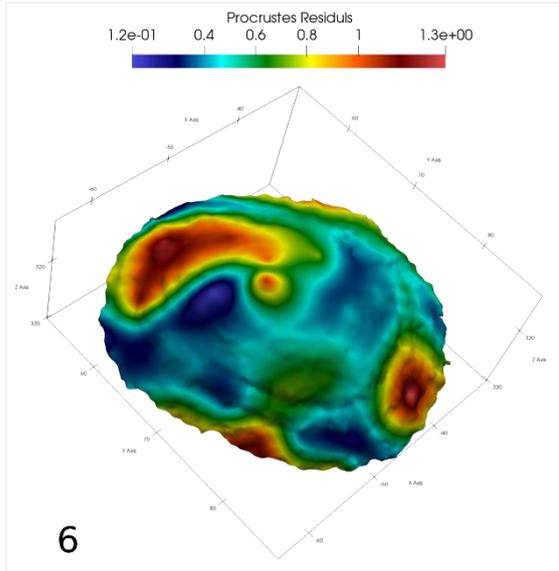
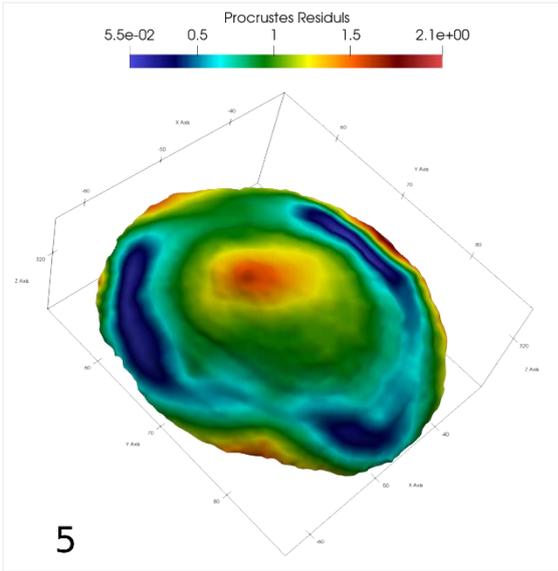
Medidas	Longitud				Anchura				Altura			
	Patella sp.	<i>P. caerulea</i>	<i>P. ulyssiponensis</i>	<i>P. rustica</i>	Patella sp.	<i>P. caerulea</i>	<i>P. ulyssiponensis</i>	<i>P. rustica</i>	Patella sp.	<i>P. caerulea</i>	<i>P. ulyssiponensis</i>	<i>P. rustica</i>
N	361	105	60	128	397	110	70	137	408	114	71	143
Mínimo	2,54	17,03	16,03	2,54	10,62	13,03	11,74	12,23	2,98	4,59	4,04	3,91
Máximo	46,72	43,46	41,36	37,79	42,62	36,47	35,61	35,45	22,98	12,96	14,38	14,45
Rango	44,18	26,43	25,33	35,25	32,00	23,44	23,87	23,22	20,00	8,37	10,34	10,54
Mediana	23,90	26,56	24,69	23,74	19,21	21,53	19,46	18,59	7,14	7,09	7,17	7,70
Media	24,76	26,76	26,15	23,83	19,86	22,11	20,27	18,97	7,41	7,43	7,39	8,07
Error estandar	0,28	0,50	0,75	0,42	0,23	0,45	0,57	0,32	0,11	0,18	0,26	0,16
Desv. estandar	5,27	5,10	5,82	4,76	4,56	4,76	4,80	3,71	2,14	1,91	2,20	1,92
Curtosis	2,00	0,80	0,19	2,72	2,54	0,50	1,20	2,43	6,79	0,01	1,27	0,74
Asimetría	0,73	0,81	0,83	-0,13	1,19	0,75	1,01	1,03	1,57	0,63	1,07	0,79
25 prntil	21,23	23,18	22,05	20,53	16,90	18,49	16,86	16,53	7,14	6,02	5,59	6,66
75 prntil	27,54	29,34	29,44	26,84	22,11	24,58	22,92	21,16	28,86	8,85	8,42	9,09

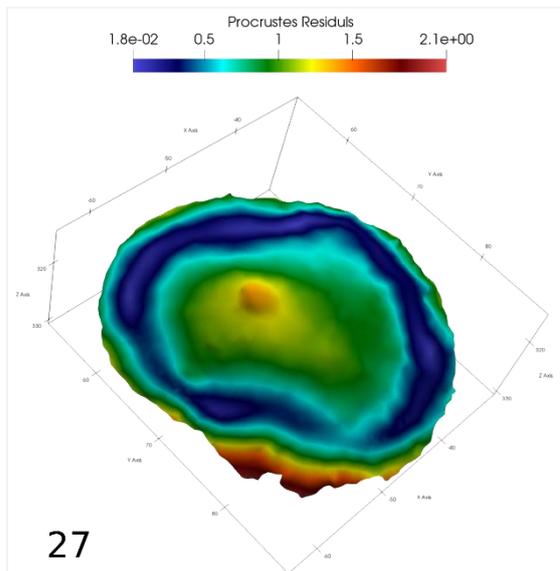
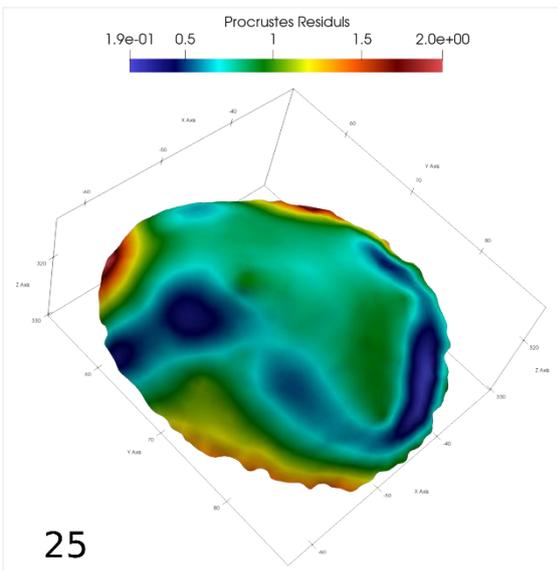
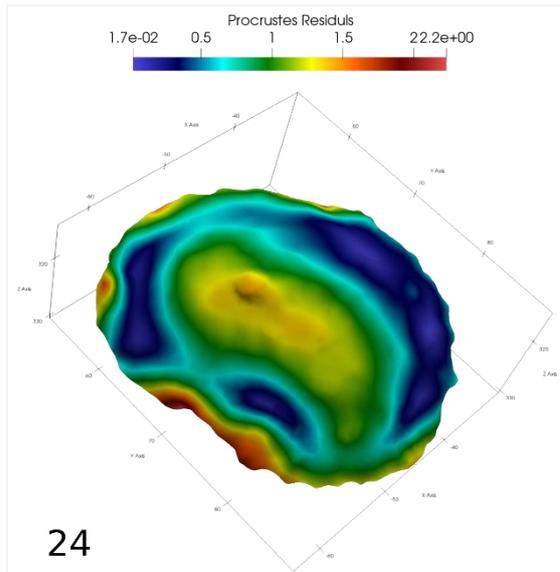
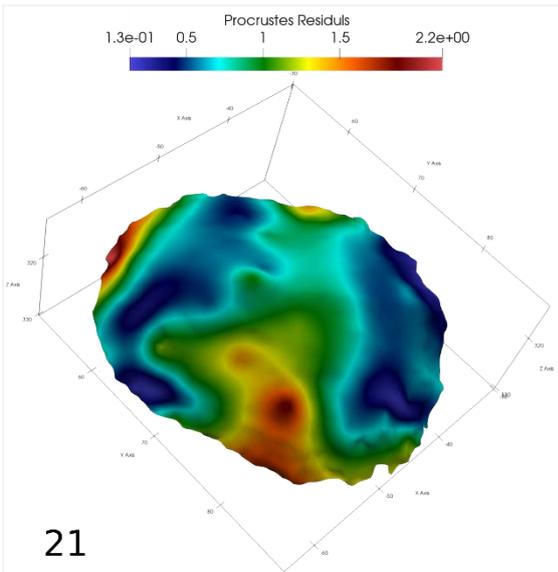
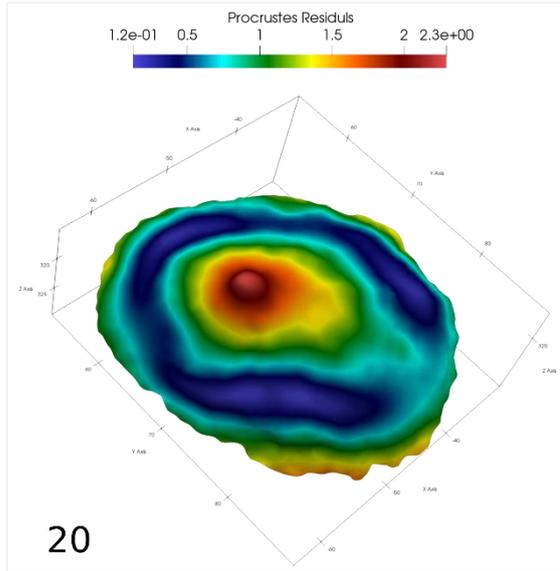
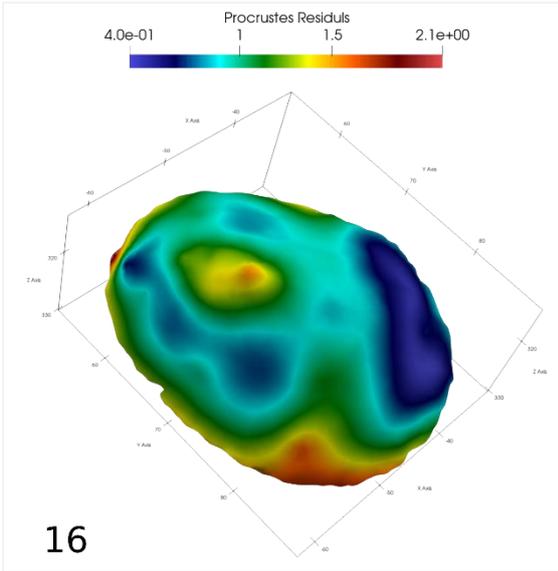
ANEXO 3 – Capítulo 7. Morfometría geométrica

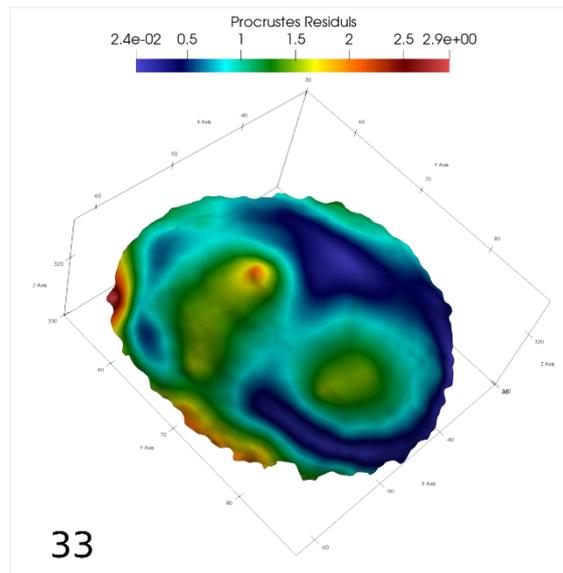
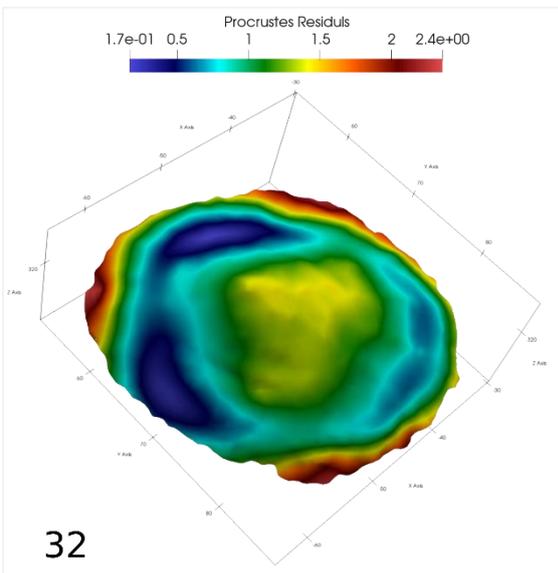
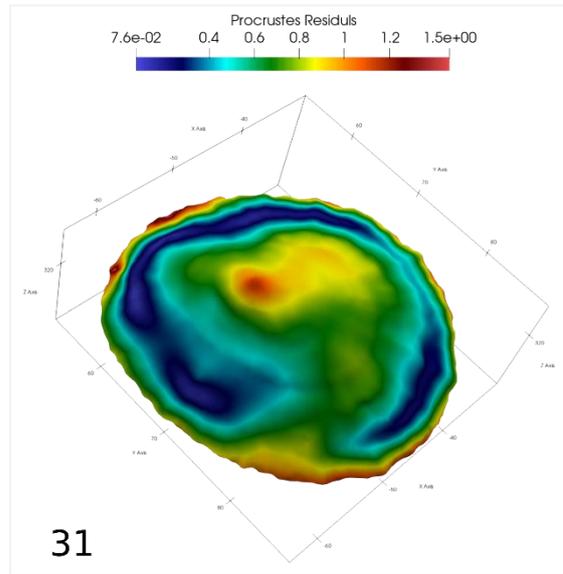
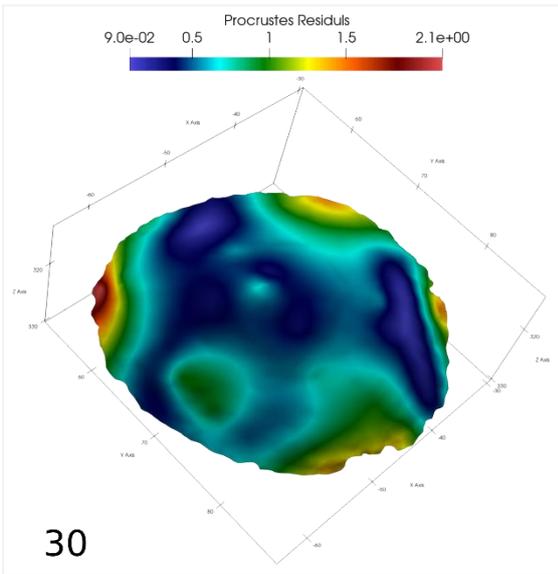
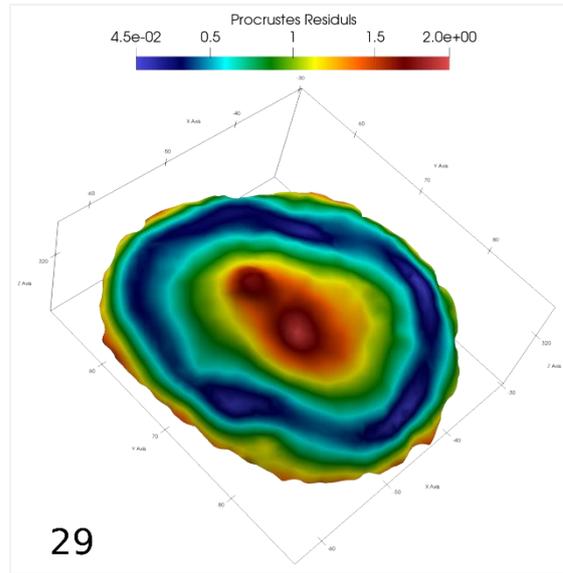
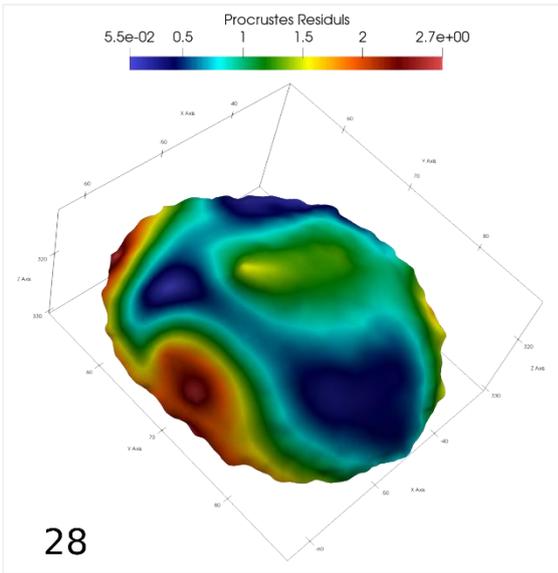
Colección de referencia.

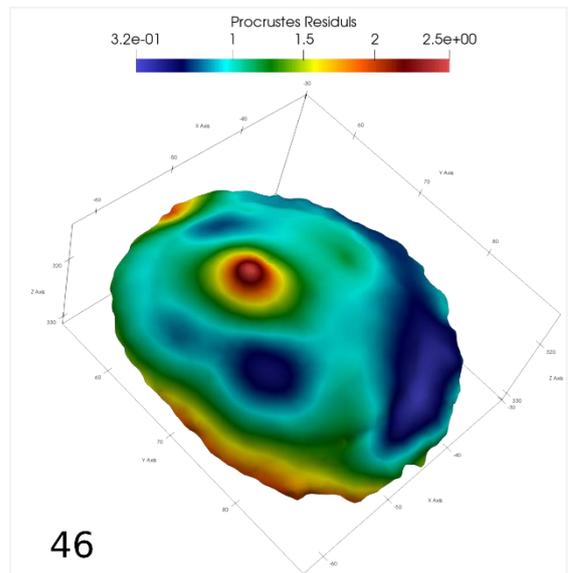
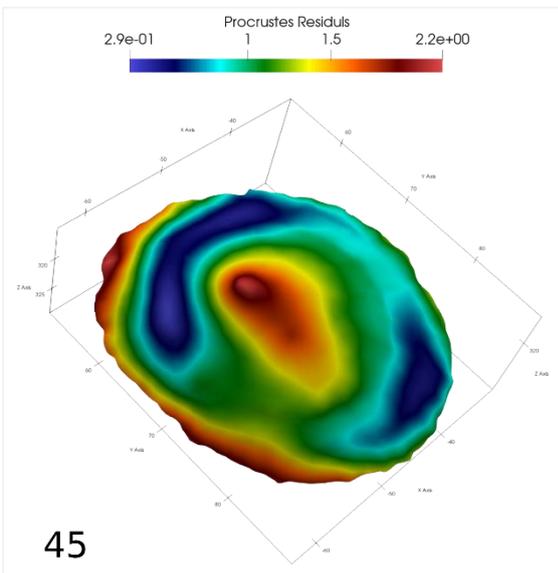
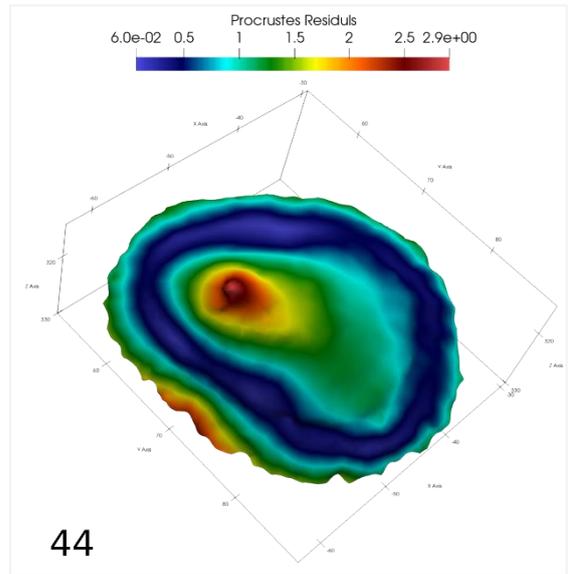
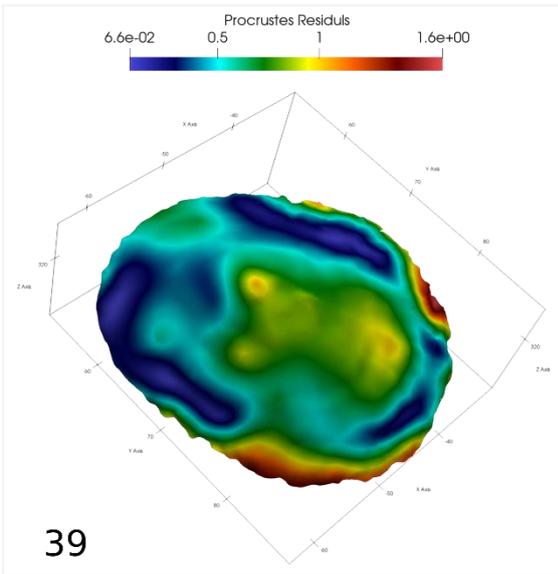
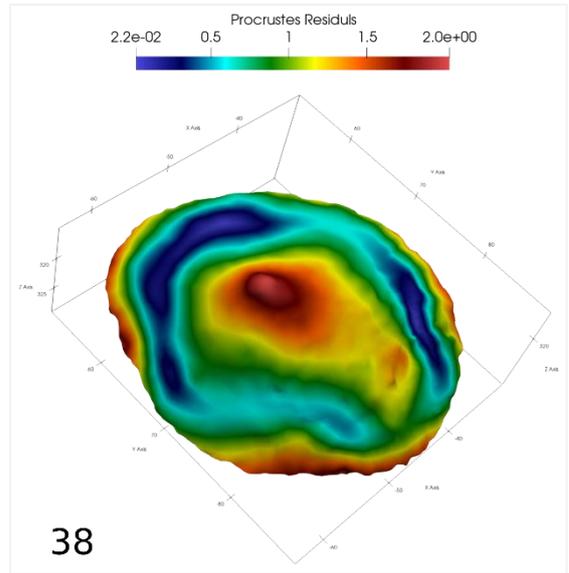
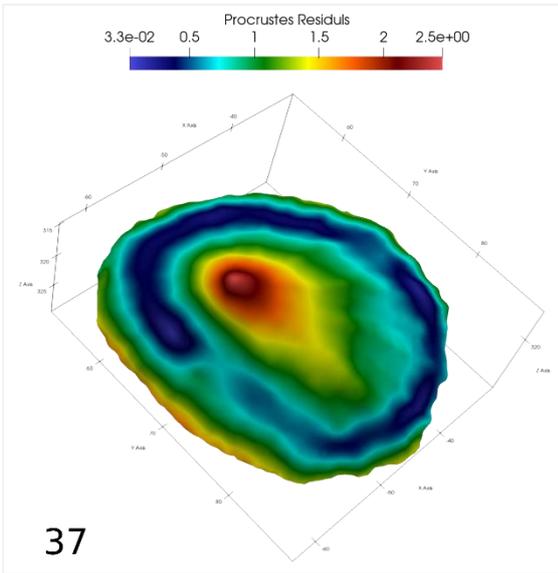
Datos del análisis de morfometría geométrica (Residuos Procrustes) de los especímenes actuales de *Patella caerulea*. Del 1 al 55 ejemplares de la zona inferior del intermareal y desde el 55 al 88 del intermareal superior.

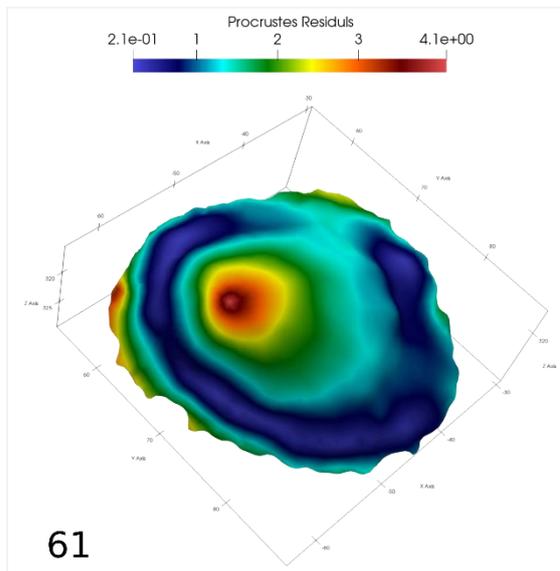
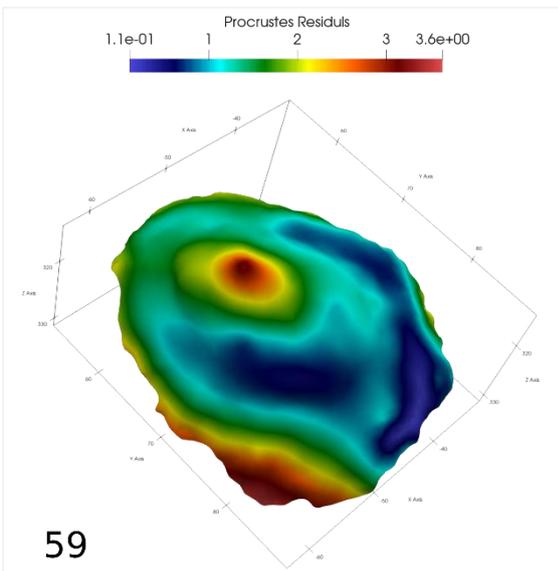
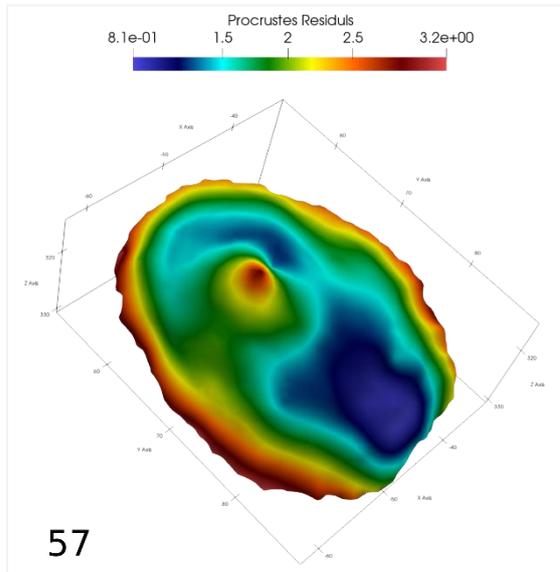
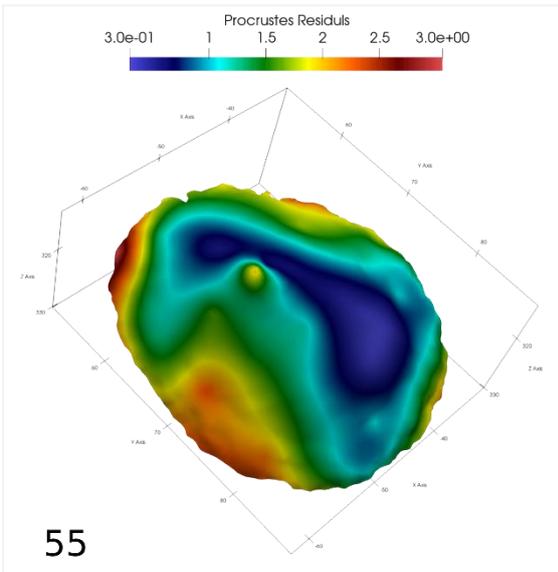
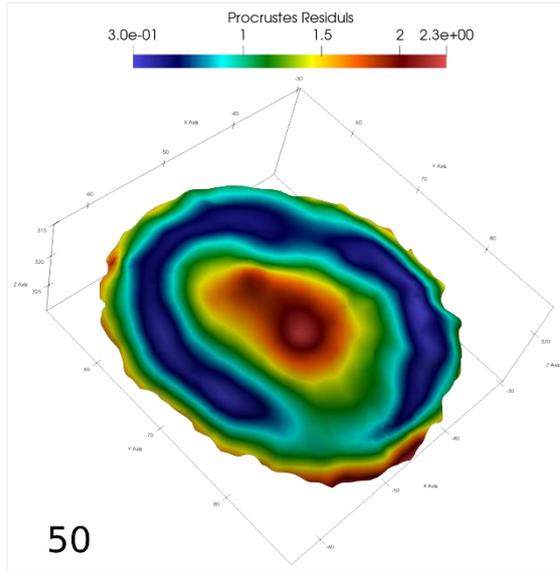
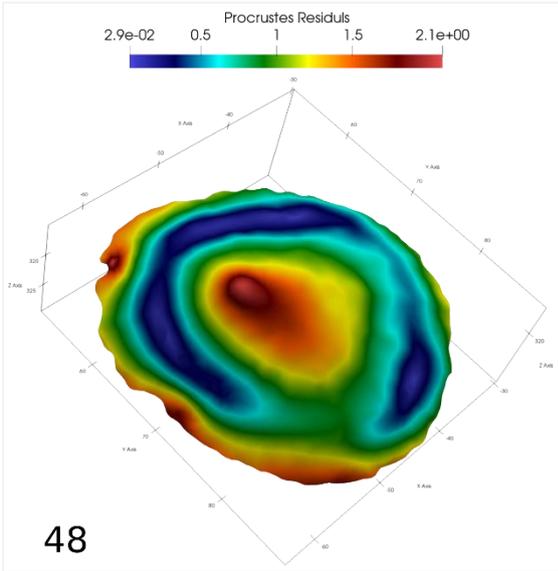


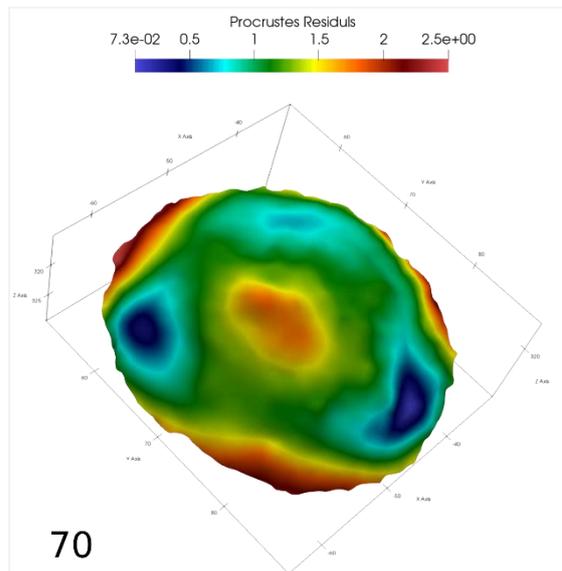
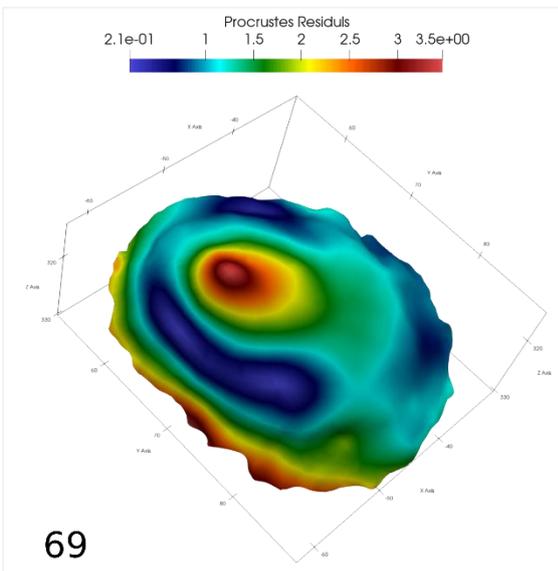
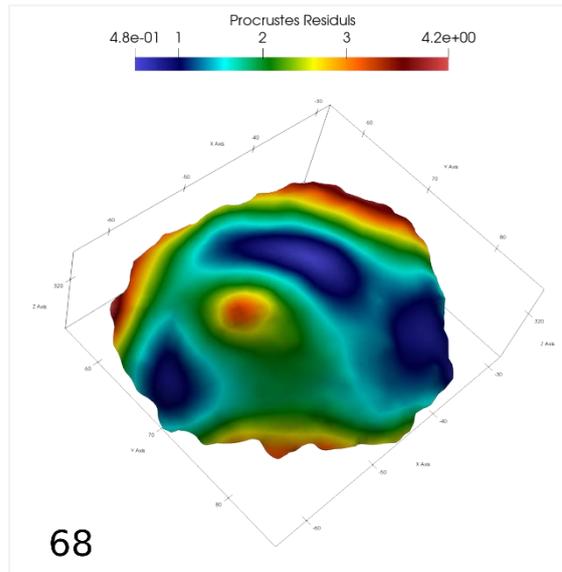
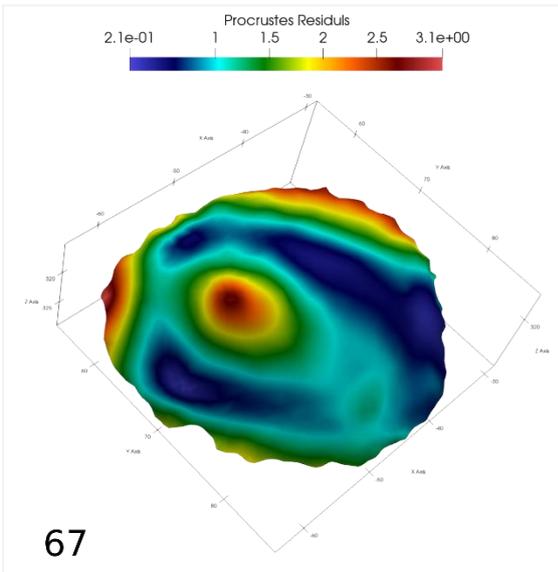
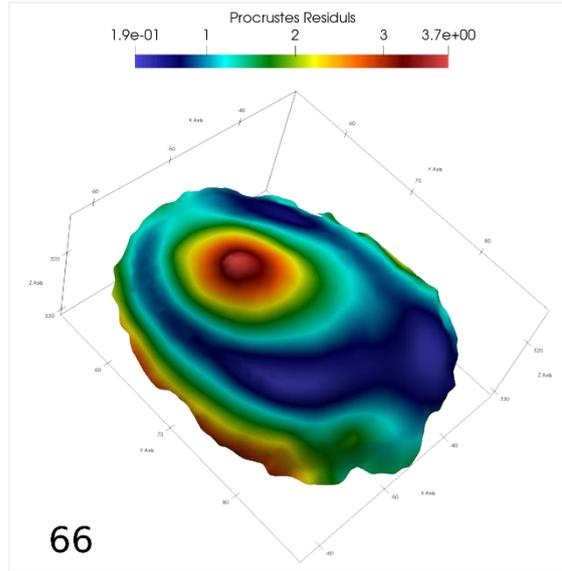
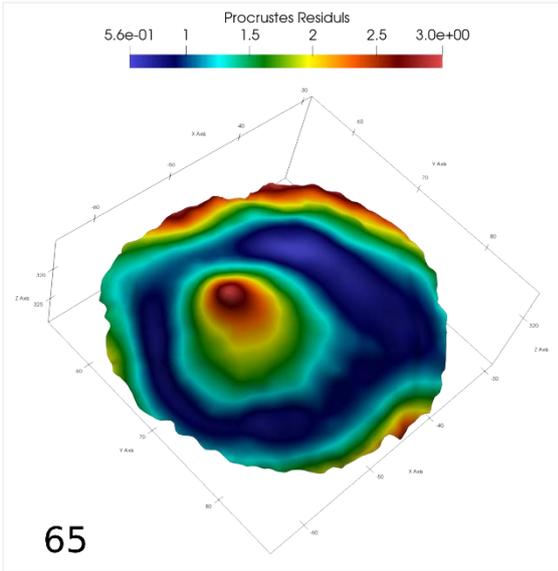


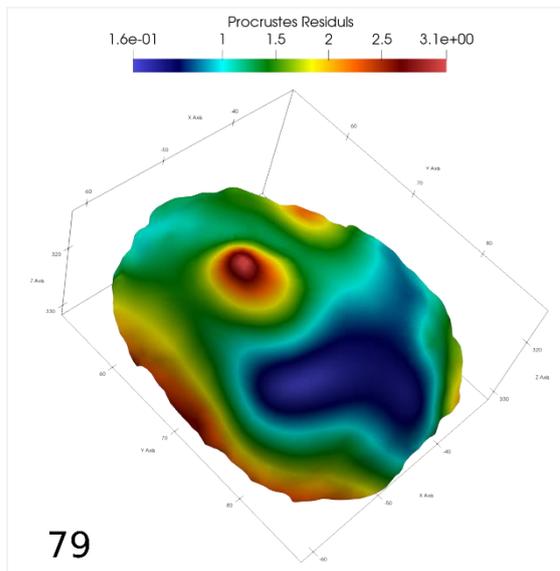
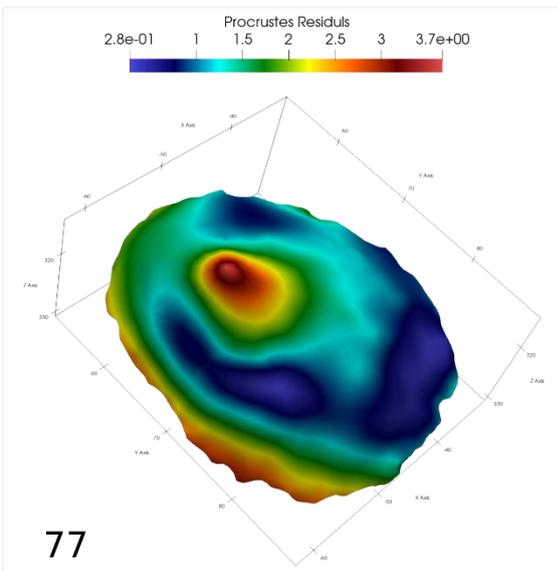
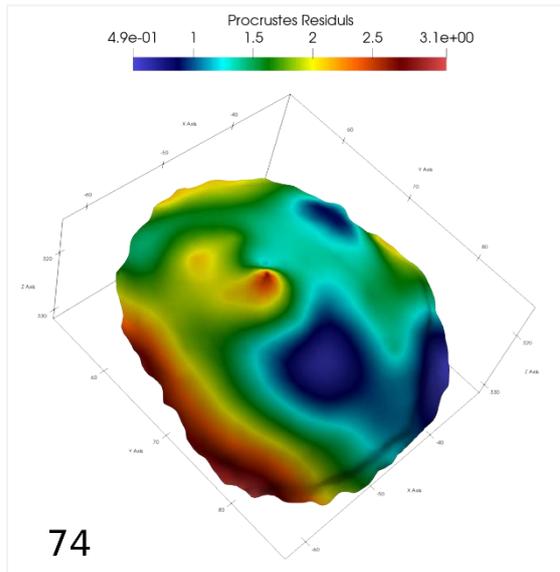
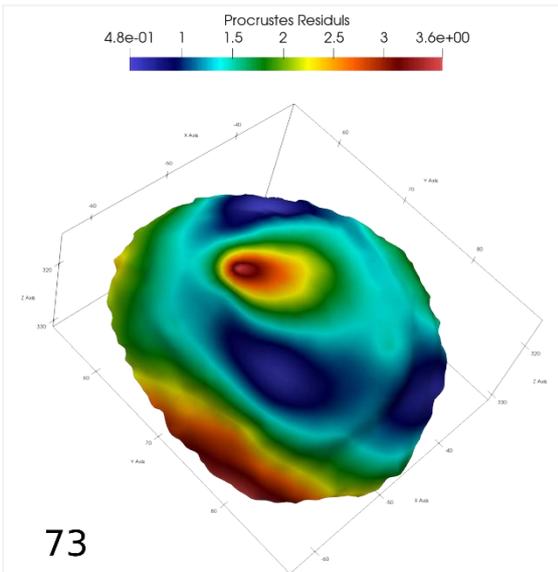
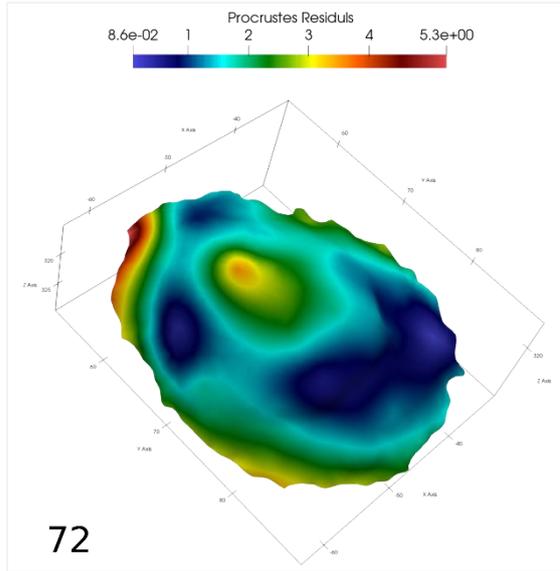
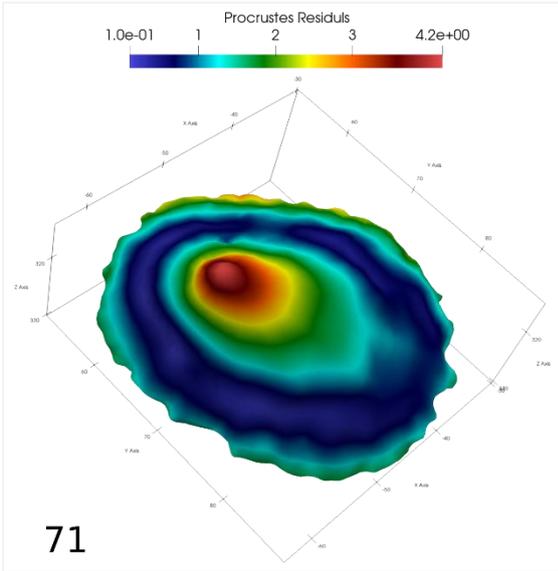


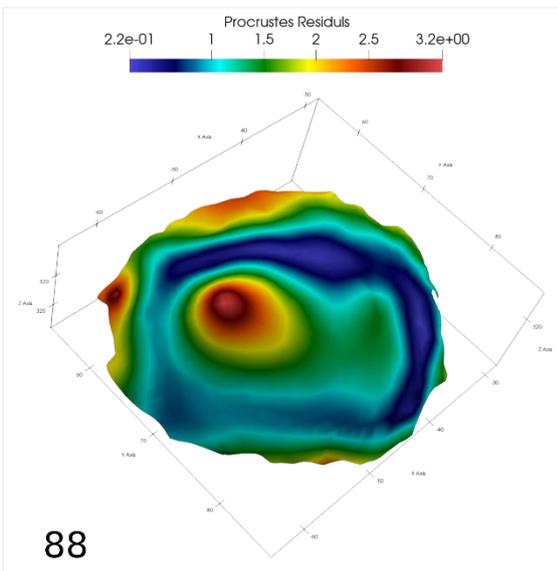
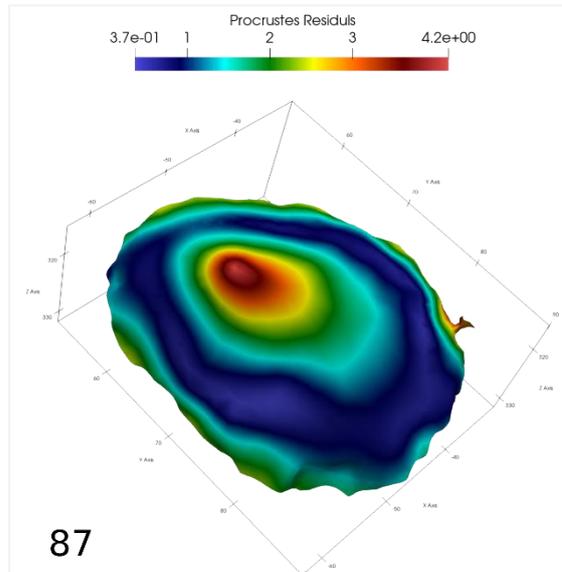
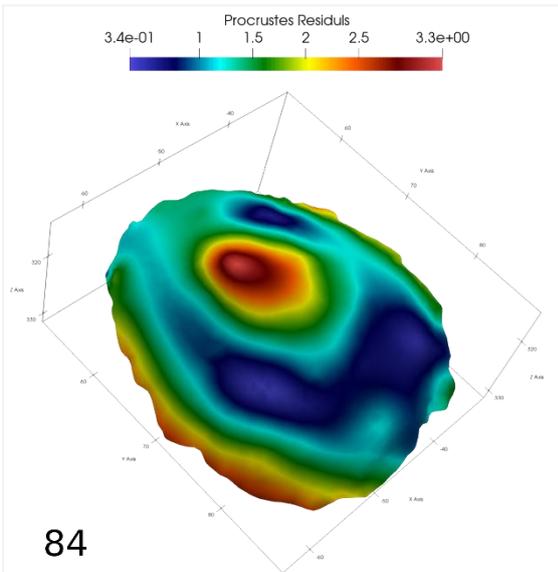
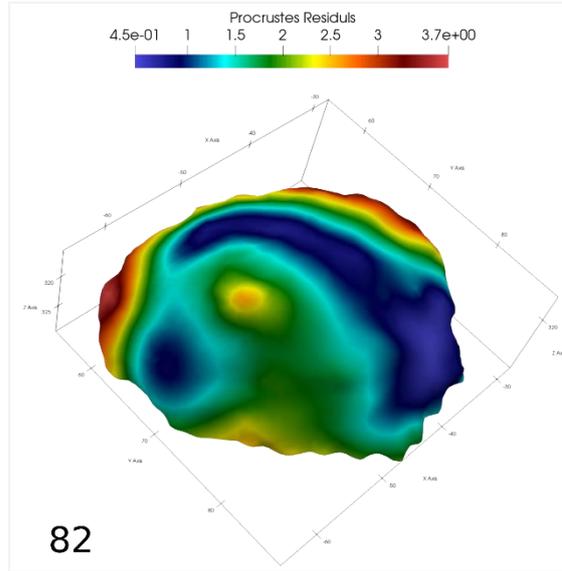
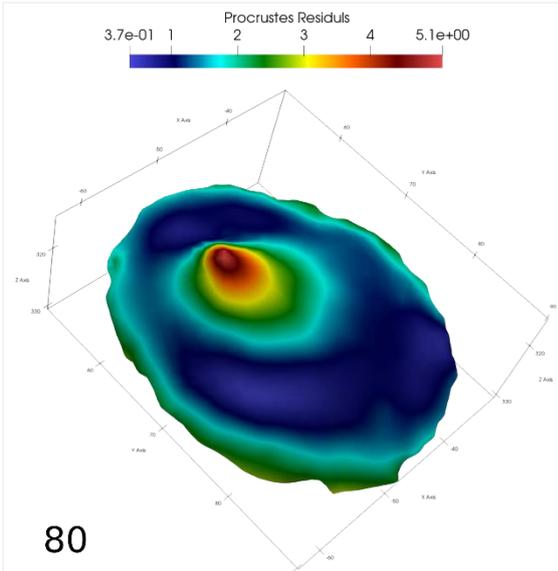












ANEXO 4 – Capítulo 8. Análisis secuencial de isótopos de Oxígeno y Carbono.

La cueva de Nerja (Sala de la Mina).

Datos de los valores isotópicos de Oxígeno y de Carbono obtenidos en el estudio isotópico de la Cueva de Nerja por nivel arqueológico.

Códigos de las tablas

- **Código.** Número identificador de la concha.

e.g. NM16 31.1

NM16 – La cueva de Nerja (Sala de la Mina). Nivel arqueológico 16

31.1 – Concha número 31. Muestra número 1.

- **Distancia.** Distancia del punto de toma de la muestra al umbo de la concha.
- **$\delta^{18}\text{O}$.** Valor isotópico del oxígeno correspondiente a la muestra. Expresado en ‰.
- **$\delta^{13}\text{C}$.** Valor isotópico del carbono correspondiente a la muestra. Expresado en ‰

NM16

Código	Distancia	$\delta^{18}\text{O}$	$\delta^{13}\text{C}$
NM16 31.1	0	0,87	2,28
NM16 31.2	0,10	-0,03	1,97
NM16 31.3	0,18	-0,92	2,25
NM16 31.4	0,26	-0,83	2,18
NM16 31.5	0,33	-0,74	2,12
NM16 32.1	0	1,78	1,55
NM16 32.2	0,10	1,64	1,41
NM16 32.3	0,20	1,53	1,48
NM16 32.4	0,27	1,56	1,69
NM16 32.5	0,35	1,40	1,35
NM16 33.1	0	-1,08	1,36
NM16 33.2	0,12	-0,78	1,51
NM16 33.3	0,18	-0,59	1,69
NM16 33.4	0,27	-0,19	1,79
NM16 33.5	0,41	0,31	1,28
NM16 34.1	0	-0,94	1,72
NM16 34.2	0,13	-0,95	1,14
NM16 34.3	0,25	-0,76	0,06
NM16 34.4	0,34	-1,09	0,18
NM16 34.5	0,46	-0,84	0,31
NM16 35.1	0	-1,02	2,09
NM16 35.2	0,12	-0,80	1,93
NM16 35.3	0,21	-0,84	1,90
NM16 35.4	0,30	-0,55	2,01
NM16 35.5	0,39	0,02	1,56
NM16 36.1	0	1,67	1,07
NM16 36.2	0,13	1,75	0,62
NM16 36.3	0,23	1,56	0,58
NM16 36.4	0,31	1,53	0,46
NM16 36.5	0,39	1,78	0,57
NM16 37.1	0	1,49	0,91
NM16 37.2	0,12	1,43	0,61
NM16 37.3	0,23	1,70	-0,42
NM16 37.4	0,34	1,71	-0,29
NM16 37.5	0,46	1,45	0,15

Código	Distancia	$\delta^{18}\text{O}$	$\delta^{13}\text{C}$
NM16 38.1	0	1,98	-0,25
NM16 38.2	0,11	2,17	-0,11
NM16 38.3	0,27	2,15	0,22
NM16 38.4	0,38	2,02	0,06
NM16 38.5	0,49	2,04	-0,65
NM16 39.1	0	-0,35	1,67
NM16 39.2	0,20	-0,18	1,27
NM16 39.3	0,32	-0,01	0,70
NM16 39.4	0,44	0,10	0,85
NM16 39.5	0,56	0,16	0,84
NM16 40.1	0	-0,95	0,60
NM16 40.2	0,15	-1,10	-0,35
NM16 40.3	0,20	-0,95	0,09
NM16 40.4	0,28	-0,87	-0,72
NM16 40.5	0,34	-0,82	-1,82
NM16 40.6	0,40	-0,87	-0,24
NM16 40.7	0,44	-0,22	-1,96
NM16 40.8	0,50	-0,44	-1,67
NM16 40.9	0,57	0,67	-1,24
NM16 40.10	0,63	0,44	-1,22
NM16 40.11	0,68	0,67	-0,52
NM16 40.12	0,75	1,00	-0,30
NM16 40.13	0,80	1,30	-0,12
NM16 40.14	0,86	1,29	-0,07
NM16 40.15	0,92	1,25	-0,04
NM16 40.16	0,98	1,31	0,26
NM16 40.17	1,05	1,05	0,26
NM16 40.18	1,13	1,15	0,16
NM16 40.19	1,19	1,24	0,21
NM16 40.20	1,27	1,55	0,71
NM16 40.21	1,34	1,48	0,63
NM16 40.22	1,40	1,41	0,57
NM16 40.23	1,47	1,67	0,66

NM12

Código	Distancia	$\delta^{18}\text{O}$	$\delta^{13}\text{C}$
NM12 11.1	0	0,50	3,06
NM12 11.2	0,13	0,60	2,93
NM12 11.3	0,27	1,77	1,34
NM12 11.4	0,39	1,92	1,86
NM12 11.5	0,48	1,84	1,37
NM12 12.1	0	0,87	2,35
NM12 12.2	0,07	0,03	2,51
NM12 12.3	0,18	-0,12	2,42
NM12 12.4	0,23	-0,25	1,83
NM12 12.5	0,31	-0,69	2,27
NM12 12.6	0,38	-0,62	2,48
NM12 12.7	0,46	-0,61	3,10
NM12 12.8	0,53	-0,52	2,45
NM12 12.9	0,62	-0,25	2,95
NM12 12.10	0,68	-0,10	2,31
NM12 12.11	0,76	0,11	2,31
NM12 12.12	0,84	0,18	2,44
NM12 12.13	0,91	0,28	1,95
NM12 12.14	0,97	0,39	1,91
NM12 12.15	1,04	0,52	2,31
NM12 12.16	1,10	0,31	1,71
NM12 12.17	1,16	0,03	1,73
NM12 12.18	1,23	-0,42	2,00
NM12 12.19	1,29	0,90	1,79
NM12 12.20	1,36	0,89	1,73
NM12 12.21	1,41	1,15	1,44
NM12 13.1	0	1,80	2,76
NM12 13.2	0,14	1,56	2,86
NM12 13.3	0,20	1,69	3,13
NM12 13.4	0,29	1,21	2,75
NM12 13.5	0,43	0,04	3,27
NM12 14.1	0	1,46	1,70
NM12 14.2	0,14	0,01	1,62
NM12 14.3	0,22	0,24	1,00
NM12 14.4	0,30	0,66	0,74
NM12 14.5	0,42	1,74	0,76

Código	Distancia	$\delta^{18}\text{O}$	$\delta^{13}\text{C}$
NM12 15.1	0	1,87	2,64
NM12 15.2	0,10	0,39	2,97
NM12 15.3	0,21	0,10	2,68
NM12 15.4	0,31	0,03	2,39
NM12 15.5	0,39	0,25	2,61
NM12 16.1	0	2,12	-0,62
NM12 16.2	0,17	1,96	-0,59
NM12 16.3	0,29	1,44	-0,25
NM12 16.4	0,35	1,16	0,25
NM12 16.5	0,47	0,28	1,00
NM12 17.1	0	1,75	2,62
NM12 17.2	0,14	1,21	2,69
NM12 17.3	0,25	-0,12	3,64
NM12 17.4	0,32	-0,08	3,01
NM12 17.5	0,39	0,11	2,56
NM12 18.1	0	-0,01	1,33
NM12 18.2	0,15	0,15	1,52
NM12 18.3	0,22	1,36	1,05
NM12 18.4	0,30	1,81	2,06
NM12 18.5	0,38	1,95	2,40
NM12 19.1	0	1,89	0,18
NM12 19.2	0,11	2,01	0,43
NM12 19.3	0,21	1,40	1,56
NM12 19.4	0,30	0,21	1,67
NM12 19.5	0,41	-0,62	0,97
NM12 20.1	0	1,76	1,77
NM12 20.2	0,14	1,41	1,16
NM12 20.3	0,23	1,58	1,41
NM12 20.4	0,32	1,67	1,90
NM12 20.5	0,41	1,40	2,08

NM7

Código	Distancia	$\delta^{18}\text{O}$	$\delta^{13}\text{C}$
NM7 21.1	0	2,21	0,28
NM7 21.2	0,06	1,92	-0,02
NM7 21.3	0,16	1,90	0,07
NM7 21.4	0,38	2,00	0,08
NM7 21.5	0,45	1,44	0,11
NM7 22.1	0	-0,48	0,82
NM7 22.2	0,05	-0,97	1,26
NM7 22.3	0,12	-0,89	1,23
NM7 22.4	0,19	-0,77	0,87
NM7 22.5	0,27	-0,72	0,69
NM7 22.6	0,33	-0,35	0,93
NM7 22.7	0,40	-0,22	0,51
NM7 22.8	0,47	-0,32	0,46
NM7 22.9	0,53	-0,19	0,34
NM7 22.10	0,60	0,17	0,34
NM7 22.11	0,67	0,48	0,31
NM7 22.12	0,74	0,78	0,31
NM7 22.13	0,81	1,37	-0,08
NM7 22.14	0,88	1,39	-0,39
NM7 22.15	1,01	1,48	-0,31
NM7 22.16	1,07	1,31	-0,39
NM7 22.17	1,14	1,53	-0,54
NM7 22.18	1,22	1,51	-0,09
NM7 22.19	1,28	1,40	0,20
NM7 23.1	0	1,70	0,56
NM7 23.2	0,18	1,74	0,77
NM7 23.3	0,34	0,90	1,85
NM7 23.4	0,44	-0,04	1,84
NM7 23.5	0,57	0,75	1,99
NM7 24.1	0	-1,06	0,75
NM7 24.2	0,11	-0,85	0,40
NM7 24.3	0,30	-0,98	0,24
NM7 24.4	0,39	0,07	-0,35
NM7 24.5	0,50	0,79	-0,49

Código	Distancia	$\delta^{18}\text{O}$	$\delta^{13}\text{C}$
NM7 25.1	0	1,65	0,98
NM7 25.2	0,05	1,55	1,14
NM7 25.3	0,13	1,46	1,19
NM7 25.4	0,27	1,36	1,03
NM7 25.5	0,36	1,33	1,37
NM7 26.1	0	1,03	1,59
NM7 26.2	0,06	0,88	1,57
NM7 26.3	0,27	-0,23	2,59
NM7 26.4	0,34	-0,92	2,85
NM7 26.5	0,43	-0,55	1,69
NM7 27.1	0	1,88	0,07
NM7 27.2	0,12	1,70	-0,51
NM7 27.3	0,19	1,78	-0,11
NM7 27.4	0,28	1,55	0,31
NM7 27.5	0,35	1,29	0,96
NM7 28.1	0	0,68	-0,25
NM7 28.2	0,09	0,16	0,54
NM7 28.3	0,17	-0,30	0,58
NM7 28.4	0,27	-0,90	0,92
NM7 28.5	0,37	-0,90	1,09
NM7 29.1	0	-0,19	2,26
NM7 29.2	0,12	0,05	2,27
NM7 29.3	0,22	0,33	1,40
NM7 29.4	0,30	0,64	0,83
NM7 29.5	0,42	1,04	0,38
NM7 30.1	0	1,07	-0,16
NM7 30.2	0,11	0,56	0,01
NM7 30.3	0,23	0,43	-0,50
NM7 30.4	0,30	0,49	-0,28
NM7 30.5	0,39	0,12	0,60

NM5

Código	Distancia	δ18O	δ13C
NM5 1.1	0	-1,17	1,57
NM5 1.2	0,15	-0,82	2,61
NM5 1.3	0,25	-0,41	2,10
NM5 1.4	0,34	-0,16	1,77
NM5 1.5	0,46	-0,42	1,10
NM5 2.1	0	0,04	1,46
NM5 2.2	0,15	0,69	1,60
NM5 2.3	0,25	1,23	1,50
NM5 2.4	0,34	-0,16	-0,76
NM5 2.5	0,46	1,86	1,12
NM5 3.1	0	1,66	3,62
NM5 3.2	0,09	1,15	3,21
NM5 3.3	0,18	0,05	1,52
NM5 3.4	0,30	-0,44	1,34
NM5 3.5	0,38	-0,72	0,59
NM5 4.1	0	1,66	1,36
NM5 4.2	0,18	1,48	0,56
NM5 4.3	0,27	1,68	0,58
NM5 4.4	0,37	1,58	1,21
NM5 4.5	0,48	1,94	1,31
NM5 5.1	0	2,13	-0,64
NM5 5.2	0,05	1,96	-0,73
NM5 5.3	0,24	1,36	-1,22
NM5 5.4	0,40	1,81	-1,14
NM5 5.5	0,51	1,10	-1,15
NM5 6.1	0	1,60	0,25
NM5 6.2	0,09	1,35	-0,40
NM5 6.3	0,20	1,22	-0,03
NM5 6.4	0,31	1,09	-0,38
NM5 6.5	0,41	1,09	0,26

Código	Distancia	δ18O	δ13C
NM5 7.1	0	1,95	0,71
NM5 7.2	0,10	1,79	0,16
NM5 7.3	0,17	2,10	0,45
NM5 7.4	0,24	1,98	0,27
NM5 7.5	0,32	1,70	0,57
NM5 7.6	0,40	0,97	1,00
NM5 7.7	0,49	0,69	0,98
NM5 7.8	0,56	-0,36	1,38
NM5 7.9	0,65	-0,53	1,49
NM5 7.10	0,72	0,66	0,28
NM5 7.11	0,79	0,39	1,64
NM5 7.12	0,86	0,06	1,73
NM5 7.13	0,95	0,32	1,81
NM5 7.14	1,00	0,52	1,64
NM5 7.15	1,09	1,28	1,41
NM5 7.16	1,20	1,53	1,26
NM5 7.17	1,29	1,51	1,21
NM5 7.18	1,36	1,84	1,33
NM5 7.19	1,44	1,79	1,46
NM5 7.20	1,53	1,54	1,62
NM5 7.21	1,61	1,79	1,66
NM5 7.22	1,70	1,73	1,74
NM5 7.23	1,77	1,59	1,76
NM5 8.1	0	-0,72	1,90
NM5 8.2	0,11	-1,26	1,71
NM5 8.3	0,20	-0,52	2,73
NM5 8.4	0,38	0,03	2,56
NM5 8.5	0,48	0,13	1,88
NM5 9.1	0	1,54	0,91
NM5 9.2	0,07	1,61	1,08
NM5 9.3	0,25	1,29	1,22
NM5 9.4	0,34	0,65	1,65
NM5 9.5	0,47	-0,24	1,98
NM5 10.1	0	1,62	0,06
NM5 10.2	0,18	1,52	0,13
NM5 10.3	0,31	1,61	0,27
NM5 10.4	0,42	1,78	0,15
NM5 10.5	0,54	1,28	0,49

El abrigo de Zacatín.

Datos de los valores isotópicos de Oxígeno y de Carbono obtenidos en el estudio isotópico de El abrigo de Zacatín por fase cronológica

Códigos de las tablas

- **Código.** Número identificador de la concha.

e.g. AZI 21.1

AZ1 – Abrigo de Zacatín. Fase 1

21.1 – Concha número 21. Muestra número 1.

- **Distancia.** Distancia del punto de toma de la muestra al umbo de la concha.
- **$\delta^{18}\text{O}$.** Valor isotópico del oxígeno correspondiente a la muestra. Expresado en ‰.
- **$\delta^{13}\text{C}$.** Valor isotópico del carbono correspondiente a la muestra. Expresado en ‰

Fase 1

Código	Distancia	$\delta^{18}\text{O}$	$\delta^{13}\text{C}$
AZ1 21.1	0	2,07	1,28
AZ1 21.2	0,07	1,45	1,47
AZ1 21.3	0,14	-0,43	1,16
AZ1 21.4	0,24	-0,67	0,60
AZ1 21.5	0,38	0,79	0,24
AZ1 22.1	0	1,68	-2,25
AZ1 22.2	0,13	1,69	-1,74
AZ1 22.3	0,23	1,61	-1,43
AZ1 22.4	0,33	1,99	-1,49
AZ1 22.5	0,41	0,69	0,08
AZ1 23.1	0	-1,10	2,79
AZ1 23.2	0,11	-0,98	2,04
AZ1 23.3	0,20	-0,33	2,14
AZ1 23.4	0,32	-0,58	2,19
AZ1 23.5	0,41	-1,08	1,73
AZ1 24.1	0	0,77	0,18
AZ1 24.2	0,11	-0,26	0,13
AZ1 24.3	0,19	-0,36	0,13
AZ1 24.4	0,29	0,58	0,26
AZ1 24.5	0,38	1,24	-0,09
AZ1 25.1	0	1,05	1,18
AZ1 25.2	0,08	2,02	0,39
AZ1 25.3	0,17	2,06	0,67
AZ1 25.4	0,25	0,82	1,21
AZ1 25.5	0,35	1,21	1,03
AZ1 26.1	0	1,53	1,73
AZ1 26.2	0,09	-0,31	2,48
AZ1 26.3	0,21	1,25	1,06
AZ1 26.4	0,35	1,16	1,03
AZ1 26.5	0,45	0,48	2,03
AZ1 27.1	0	-0,76	1,18
AZ1 27.2	0,10	0,65	-0,01
AZ1 27.3	0,19	0,77	-0,09
AZ1 27.4	0,27	1,45	-0,57
AZ1 27.5	0,34	1,47	-0,68

Código	Distancia	$\delta^{18}\text{O}$	$\delta^{13}\text{C}$
AZ1 28.1	0	1,30	3,62
AZ1 28.2	0,08	0,13	4,46
AZ1 28.3	0,16	-0,85	2,60
AZ1 28.4	0,27	-1,05	2,22
AZ1 28.5	0,37	-0,86	1,26
AZ1 29.1	0	1,28	2,06
AZ1 29.2	0,06	-0,23	3,02
AZ1 29.3	0,13	-0,37	2,93
AZ1 29.4	0,22	-0,42	2,70
AZ1 29.5	0,30	-0,34	2,62
AZ1 30.1	0	1,56	0,39
AZ1 30.2	0,10	1,56	0,38
AZ1 30.3	0,18	1,49	0,48
AZ1 30.4	0,23	1,47	0,45
AZ1 30.5	0,29	1,27	0,43
AZ1 30.6	0,36	1,24	0,63
AZ1 30.7	0,42	1,19	0,71
AZ1 30.8	0,47	1,34	0,72
AZ1 30.9	0,52	0,88	0,74
AZ1 30.10	0,59	0,59	0,57
AZ1 30.11	0,64	0,62	0,59
AZ1 30.12	0,71	0,35	0,45
AZ1 30.13	0,77	0,20	0,37
AZ1 30.14	0,83	0,15	0,38
AZ1 30.15	0,90	-0,11	0,76
AZ1 30.16	0,97	-0,26	0,75
AZ1 30.17	1,04	-0,43	0,89
AZ1 30.18	1,12	-0,47	0,80
AZ1 30.19	1,19	-0,65	0,80
AZ1 30.20	1,25	-0,46	0,84
AZ1 30.21	1,33	-0,71	0,99
AZ1 30.22	1,39	-0,57	1,21
AZ1 30.23	1,47	-0,63	1,23

Fase 2

Código	Distancia	$\delta^{18}\text{O}$	$\delta^{13}\text{C}$
AZ2 11.1	0	1,59	-0,33
AZ2 11.2	0,16	1,69	-0,37
AZ2 11.3	0,29	1,32	-0,12
AZ2 11.4	0,48	0,19	0,27
AZ2 11.5	0,65	0,92	1,11
AZ2 12.1	0	1,61	1,61
AZ2 12.2	0,09	1,52	1,55
AZ2 12.3	0,18	1,48	1,74
AZ2 12.4	0,26	1,17	2,19
AZ2 12.5	0,33	1,16	2,03
AZ2 12.6	0,41	-0,15	1,74
AZ2 12.7	0,47	-0,61	1,46
AZ2 12.8	0,55	-0,65	1,90
AZ2 12.9	0,64	-0,89	2,45
AZ2 12.10	0,72	-0,53	2,26
AZ2 12.11	0,79	-0,51	2,06
AZ2 12.12	0,86	-0,21	2,02
AZ2 12.13	0,92	-0,25	2,02
AZ2 12.14	0,97	0,26	2,00
AZ2 12.15	1,04	0,51	1,93
AZ2 12.16	1,11	1,20	1,44
AZ2 12.17	1,20	1,17	1,92
AZ2 12.18	1,27	1,21	1,73
AZ2 12.19	1,36	1,32	1,39
AZ2 13.1	0	-0,36	1,76
AZ2 13.2	0,13	-0,91	0,97
AZ2 13.3	0,29	1,01	1,24
AZ2 13.4	0,38	1,01	0,34
AZ2 13.5	0,46	-0,81	0,73
AZ2 14.1	0	1,90	2,07
AZ2 14.2	0,11	1,84	1,62
AZ2 14.3	0,22	2,12	1,18
AZ2 14.4	0,30	0,36	2,00
AZ2 14.5	0,39	-0,36	2,05

Código	Distancia	$\delta^{18}\text{O}$	$\delta^{13}\text{C}$
AZ2 15.1	0	0,45	1,85
AZ2 15.2	0,08	-0,48	1,44
AZ2 15.3	0,18	0,24	0,11
AZ2 15.4	0,27	1,70	0,10
AZ2 15.5	0,35	1,75	-0,01
AZ2 16.1	0	1,91	0,46
AZ2 16.2	0,10	1,81	0,50
AZ2 16.3	0,23	1,39	1,20
AZ2 16.4	0,34	0,90	1,71
AZ2 16.5	0,44	0,52	1,39
AZ2 17.1	0	1,82	0,30
AZ2 17.2	0,11	1,79	0,30
AZ2 17.3	0,23	1,32	1,11
AZ2 17.4	0,32	0,52	1,24
AZ2 17.5	0,41	-0,52	0,75
AZ2 18.1	0	2,06	-0,06
AZ2 18.2	0,09	1,22	0,10
AZ2 18.3	0,22	1,37	0,06
AZ2 18.4	0,35	0,28	1,03
AZ2 18.5	0,52	-0,51	1,50
AZ2 19.1	0	1,17	1,52
AZ2 19.2	0,10	0,74	1,84
AZ2 19.3	0,23	0,26	2,30
AZ2 19.4	0,33	0,02	2,52
AZ2 19.5	0,44	-0,34	2,85
AZ2 20.1	0	-0,94	3,31
AZ2 20.2	0,10	-0,63	2,26
AZ2 20.3	0,21	-0,38	1,58
AZ2 20.4	0,31	-0,29	1,00
AZ2 20.5	0,41	1,10	0,08

Fase 3

Código	Distancia	$\delta^{18}\text{O}$	$\delta^{13}\text{C}$
AZ3 1.1	0	1,90	1,06
AZ3 1.2	0,06	1,83	0,62
AZ3 1.3	0,11	1,45	0,87
AZ3 1.4	0,17	0,97	2,04
AZ3 1.5	0,23	-0,09	1,70
AZ3 1.6	0,30	-0,42	1,43
AZ3 1.7	0,34	-0,85	1,57
AZ3 1.8	0,40	-0,51	1,72
AZ3 1.9	0,45	0,30	1,60
AZ3 1.10	0,50	0,97	1,38
AZ3 1.11	0,61	1,24	1,05
AZ3 1.12	0,69	1,40	0,95
AZ3 1.13	0,75	1,73	1,64
AZ3 1.14	0,81	2,03	1,74
AZ3 1.15	0,88	2,07	1,50
AZ3 1.16	0,94	2,17	1,53
AZ3 1.17	0,99	1,78	1,41
AZ3 1.18	1,05	2,00	1,65
AZ3 1.19	1,14	1,79	1,25
AZ3 1.20	1,18	1,49	0,95
AZ3 1.21	1,26	1,38	0,99
AZ3 1.22	1,33	1,48	1,11
AZ3 1.23	1,39	1,31	1,11
AZ3 1.24	1,44	1,87	1,04
AZ3 1.25	1,50	1,73	1,10
AZ3 1.26	1,56	2,08	1,21
AZ3 1.27	1,62	1,92	1,39
AZ3 1.28	1,70	1,73	1,27
AZ3 2.1	0	1,69	1,29
AZ3 2.2	0,05	1,56	1,10
AZ3 2.3	0,16	0,68	2,01
AZ3 2.4	0,27	-0,05	2,64
AZ3 2.5	0,38	-0,45	2,64
AZ3 3.1	0	1,79	1,46
AZ3 3.2	0,08	1,68	1,68
AZ3 3.3	0,18	1,50	1,75
AZ3 3.4	0,25	1,45	1,83
AZ3 3.5	0,38	1,26	3,42

Código	Distancia	$\delta^{18}\text{O}$	$\delta^{13}\text{C}$
AZ3 4.1	0	1,57	2,11
AZ3 4.2	0,11	0,57	2,37
AZ3 4.3	0,24	-0,41	2,22
AZ3 4.4	0,35	-0,64	2,25
AZ3 4.5	0,46	-0,79	2,03
AZ3 5.1	0	1,25	2,71
AZ3 5.2	0,12	0,34	2,54
AZ3 5.3	0,21	-0,41	1,22
AZ3 5.4	0,32	-0,79	1,70
AZ3 5.5	0,44	-0,73	2,39
AZ3 6.1	0	0,38	2,16
AZ3 6.2	0,09	-0,91	1,42
AZ3 6.3	0,17	-1,04	1,32
AZ3 6.4	0,24	-1,09	1,27
AZ3 6.5	0,33	0,26	1,64
AZ3 7.1	0	-0,65	1,35
AZ3 7.2	0,15	0,76	0,76
AZ3 7.3	0,26	1,42	0,55
AZ3 7.4	0,36	1,77	0,30
AZ3 7.5	0,45	2,13	0,34
AZ3 8.1	0	1,83	2,44
AZ3 8.2	0,11	1,46	2,64
AZ3 8.3	0,20	1,41	2,95
AZ3 8.4	0,29	0,81	2,58
AZ3 8.5	0,39	-0,48	3,10
AZ3 9.1	0	1,76	2,78
AZ3 9.2	0,10	1,16	3,37
AZ3 9.3	0,21	1,65	1,50
AZ3 9.4	0,31	2,04	1,56
AZ3 9.5	0,39	1,23	2,22
AZ3 10.1	0	0,53	3,63
AZ3 10.2	0,08	-0,03	4,69
AZ3 10.3	0,20	-0,53	3,01
AZ3 10.4	0,31	-0,58	2,58
AZ3 10.5	0,38	-0,46	1,93