

PROPIUESTA DE UNA METODOLOGÍA ARQUEOLÓGICA PARA EL ANÁLISIS DE LOS REGISTROS MALACOLÓGICOS DE TALLERES DE TINTE PÚRPURA

PROPOSAL OF AN ARCHAEOLOGICAL METHODOLOGY FOR THE ANALYSIS OF THE MALACOLOGICAL RECORDS OF PURPLE DYE WORKSHOPS

Ramón CEBRIÁN-GUIMERÁ^{1*} y María del Carmen DEL-ARCO-AGUILAR^{2**}

¹ Arqueólogo. Avenida de las Tradiciones Verdeñas 5, edf. Los Cipreses, portal 2, bajo A. 38207, San Cristóbal de La Laguna, Tenerife

² Catedrática de Prehistoria, Profesora Honoraria, Departamento de Geografía e Historia, Campus de Guajara, Universidad de La Laguna, 38200, San Cristóbal de La Laguna, Tenerife

* Correo electrónico: ramoncebrian1966@yahoo.es - <https://orcid.org/0000-0002-7933-5932>

** Correo electrónico: cardarco@ull.edu.es - <https://orcid.org/0000-0002-8336-1092>

Resumen: El descubrimiento en el año 2012 de un taller de púrpura romano en el islote de Lobos supuso pensar y diseñar la constitución de una metodología de análisis cuantitativa, descriptiva, comparativa e interpretativa de los concheros de púrpura. Una metodología arqueológica en su base y constructo, que puede ser aplicada a otros talleres análogos y que nace de la observación y estudio del registro arqueológico del taller canario que se encontraba intacto y en posición primaria. Estas características y la realización de tres procedimientos experimentales sobre la cadena operativa de los trabajadores de la púrpura, los murileguli, nos han permitido generar una metodología pautada. Ésta facilita la posibilidad de analizar e inferir los registros desde una perspectiva cuantitativa y económica basada en la eficacia laboral y la productividad de los operarios y ponerlos en perspectiva en el proceso histórico de la producción y el comercio de la púrpura en la antigüedad del Mediterráneo y Atlántico.

Palabras Clave: talleres de tinte púrpura, islote de Lobos, economía romana, metodología, arqueología, Muricidae, *murileguli*.

Abstract: In 2012, the discovery of a Roman purple workshop on the Islote de Lobos meant thinking and designing the constitution of a methodology for quantitative, descriptive, comparative and interpretive analysis of the purple shell-middens. An archaeological methodology in its base and construct. It can be applied to other analogous sites and which is born from the observation and study of the archaeological record of the Canarian workshop that was intact and in primary position. These characteristics and the implementation of three experimental procedures on the operational chain of the purple workers, the murileguli, have allowed us to generate a guideline methodology. This enables the possibility of analyzing and inferring the records from a quantitative and economic perspective based on the work efficiency and productivity of the operators. This puts us in perspective about the historical process of the production and trade of purple in the ancient Mediterranean and Atlantic.

Keywords: purple-dye workshops, islote de Lobos, Roman economy, methodology, archeology, Muricidae, *murileguli*.

Sumario: 1. Introducción. 2. La síntesis de una metodología de estudio para los concheros de tinte púrpura de origen animal. 2.1. La cuantificación de los datos. 2.2. La interpretación de los datos obtenidos. 2.2.1. Cálculo de la *Efectividad Productiva Potencial, Operativa y Reflejada* en yacimientos de talleres de extracción de púrpura. 2.2.2. Fórmula de cálculo de la capacidad de tintado desde el NMI o *Productividad Ejecutada*. 2.2.3. Estimación de la potencia del registro malacológico de los concheros cercenados (EPRC). 3. Aplicación de nuestra metodología de análisis cuantitativo, descriptivo, comparativo e inter-

pretativo al registro malacológico del yacimiento de Lobos 1. 3.1. Conchero Oeste. 3.1.1. Análisis cuantitativo, descriptivo y comparativo del CO. 3.1.2. Análisis de la Productividad y Efectividad del CO. 3.2. Conchero Noroeste. 3.2.1. Análisis cuantitativo, descriptivo y comparativo de CNO. 3.2.2. Análisis de la Productividad y Efectividad del CNO. 3.3. Concheros Noreste (1-2). 3.3.1. Análisis cuantitativo, descriptivo y comparativo de CNE (1-2). 3.3.2. Análisis de la Productividad y Efectividad del CNE1 y 2. 3.4. Conchero Sur. 3.4.1. Análisis cuantitativo, descriptivo y comparativo del CS. 3.4.2. Análisis de la Productividad y Efectividad del CS. 3.5. Conchero Norte. 3.5.1. Análisis cuantitativo, descriptivo y comparativo de CN. 3.6. Cálculo de la *Productividad Ejecutada* de Lobos 1. 4. Conclusiones. 5. Agradecimientos. 6. Bibliografía.

1. Introducción

El descubrimiento casual en el 2012 en la playa de la Calera (islote de Lobos, Fuerteventura, Islas Canarias) de fragmentos cerámicos a torno de filiación romana altoimperial asociados a restos fracturados del murícidio *Stramonita haemastoma* permitió acceder a un yacimiento paradigmático que ha cambiado gran parte del discurso histórico acerca de Canarias en la Antigüedad. Además, ha generado una corriente de información importante y novedosa desde su registro arqueológico intacto y en posición primaria para el conocimiento del proceso del tinte púrpura de origen animal en el Mediterráneo Clásico. Su estudio ha obligado al desarrollo de una metodología específica para la investigación de los concheros desde lo arqueológico para desarrollar análisis cuantitativos, descriptivos, comparativos e interpretativos. Esta metodología se ha construido desde el estudio de la literatura historiográfica especializada, por nuestra propia experiencia y con el desarrollo de procedimientos experimentales que reproducían el proceso de labor de los operarios del tintado púrpura en la antigüedad: los *murileguli*.

Esta labor, como es conocida, consistía en la captura de ejemplares de Muricidae, su fracturación para quebrar su concha y extraer una víscera, la glándula hipobranquial, alojada en su cavidad paleal y que es la que alberga los elementos químicos precursores del tinte púrpura, indoxil y bromoindoxil que generalizamos como porfirógeno (Cardon, 2014: 537). Éste se consigue con un proceso que combina la hidrólisis enzimática producida por la insolación sobre estos precursores que, a la vez, son macerados con agua salada y elementos alcalinizantes como orina o ceniza y calentados a fuego tenue en un proceso que duraba entre una semana y diez días hasta conseguir lo que ahora conocemos en su formulación química como 6'6 dibromoindigo. Transcurridos estos días se testaba el color del tinte introduciendo vellones de lana. Existían numerosas mezclas y procedencias en un

proceso que nos narran, de manera poco precisa, autores como Plinio, Vitrubio, Aristóteles, Eliano u Opiano y que se fue conformando, ya desde la antigüedad de las civilizaciones del Creciente Fértil y el Mediterráneo, como un elemento esencial de la narrativa de las élites en sociedades profundamente disimétricas y jerarquizadas y como una parte esencial en la economía romana imperial (Del-Arco *et al.*, 2016).

El islote de Lobos se encuentra en la zona NNE del archipiélago canario (Figura 1). Su vía marítima en la Antigüedad hay que situarla en el contexto de su proximidad al continente africano (a menos de 97 Km) y por las condiciones naturales favorables de vientos y corrientes. El registro al que nos referimos (Lobos 1) se encontraba sepultado en la línea litoral de la playa, un depósito arenoso rodeado de un entorno volcánico actualmente con escasa vegetación de asociaciones psamófila y xérica (Figura 2). La playa está cerrada al SSO por una rasa litoral intermareal, que forma una gran charca accesible durante la marea alta para embarcaciones de poco calado. En la proximidad se encuentran ubicadas unas salinas, remozadas en el siglo pasado pero en desuso (Del-Arco *et al.*, 2016). En la misma costa de la playa, en dirección SSO, se localizan la zona del mar de calmas y el fondeadero frente al que se hallan otros dos yacimientos denominados Lobos 3, y Lobos 4 (Figura 3) ambos con un registro fértil menos cuantioso que Lobos 1. Lobos 4 quizás se relacione con las faenas de atraque de las embarcaciones ya que se encuentra frente al citado fondeadero del mar de calmas y presenta la base de una estructura turriforme junto a numerosas muestras de cenizas (Del-Arco y Del-Arco, 2020).

Los procedimientos experimentales antes señalados se desarrollaron en la tesis doctoral de uno de los formantes (Cebrián, 2022) y pretendían reproducir la cadena operativa de los operarios de la púrpura en los talleres. Buscábamos respuestas a las múltiples incógnitas que nos surgían por los vacíos y equívocos que nos generaban la lectura

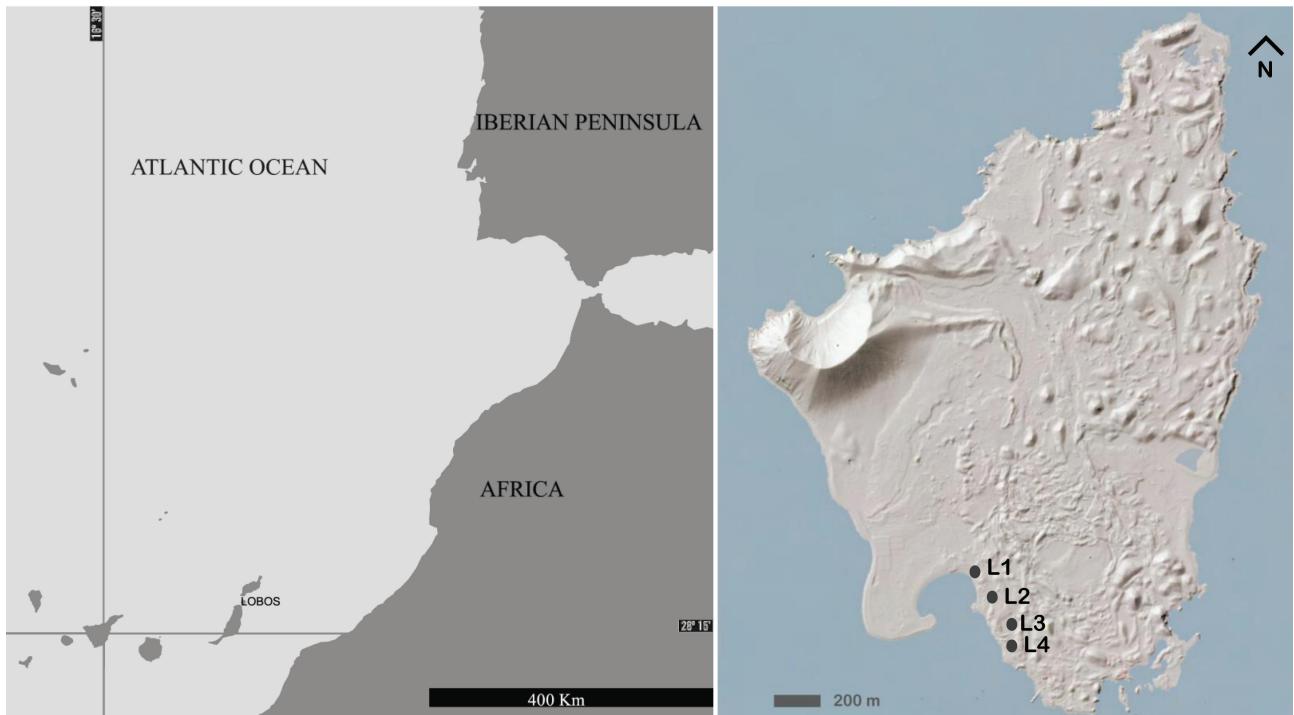


Figura 1. Situación de Lobos (Cartografía autores. Lidar-Grafcan).



Figura 2. Yacimiento de Lobos 1. (Fotografía: M.C. Del-Arco).



Figura 3. Yacimientos de Lobos 3 (izquierda) y Lobos 4 (derecha). (Fotografías: M.C. Del-Arco).

de los autores clásicos de la época. El primero se desarrolló en la Universidad de Cádiz (2018, denominado PEUCA18) codirigido por los doctores Bernal Casasola y Del Arco sobre el taxón *Hexaplex trunculus*. Los dos siguientes (2019 y 2021, denominados PEULL19 y PEULL21) auspiciados por la Universidad de La Laguna y en colaboración con el Museo de la Arqueología y la Naturaleza de Santa Cruz de Tenerife fueron dirigidos por la doctora Del Arco sobre el taxón *Stramonita haemastoma* (Figura 4) y sobre la que se realizó, además, un vídeo denominado PEULL21 (Cebrián *et al.*, 2021). En ellos se desarrollaron distintas estrategias metodológicas de labor que pudieron aplicar los operarios y se observaba el registro que se iba generando, contabilizando y midiendo los restos, cronometrando tiempos de trabajo, comparando la labor de distintos productores (distinto sexo, mano dominante, forma de trabajo) para crear una base de datos en la que buscábamos la comparación del registro generado aquí con el encontrado en los talleres de púrpura y entender si podíamos “leer” en estos últimos por comparación, las estrategias de trabajo usadas por los operarios.

Centrándonos en el trabajo arqueológico del yacimiento, la primera intervención arqueológica cautelar tras el descubrimiento (abril-mayo 2012) confirmó la presencia de fragmentos cerámicos variados a torno de filiación romana procedentes del Bajo Guadalquivir y *Gades* (Del-Arco *et al.*, 2016) asociados a un depósito malacológico de Muricidae que presentaba patrón de fractura antrópica. Esto lo diferenciaba de los concheros de las culturas indígenas canarias conocidos hasta entonces (generalmente poligénicos-nutricionales y asociados a cerámica a mano) así como el resto de su registro, completamente exógeno y medite-

rráneo. Sí que presenta concomitancias culturales y temporales con los yacimientos de El Bebedero y Buenavista, ambos en Lanzarote (Atoche *et al.*, 1995, 2017), aunque éstos muestran un registro artefactual mixto mediterráneo y aborigen.

Desde entonces hasta la actualidad se han realizado cinco campañas sistemáticas (2013, 2014, 2015, 2017 y 2022), habiéndose excavado aproximadamente 500 m² de superficie de Lobos 1 que han confirmado la diagnosis inicial (Figura 5). Estábamos ante un yacimiento constituido por un taller de púrpura romano de cronología Tardorrepublicana-altoimperial (S. I BC - I AD) en posición primaria y en el que se han rescatado seis concheros monogénicos de Muricidae (Oeste, Noroeste, Norte, Noreste 1, Noreste 2 y Sur) de diferente potencia pero de idénticas características y composición (montículos amesetados, de planta circular y lenticular, homogéneos en su composición, mayoritariamente de Muricidae) y asociados a seis construcciones de planta cuadrangular-rectangular (posiblemente multifuncionales) que conforman un conjunto sobre los ejes N y E y al que los concheros rodean tanto en su exterior como en su interior, conformando un espacio al abrigo de los vientos dominantes gracias a su trazado con paredes continuadas en los lados E y N, y áreas de acceso al O y S, así como a la presencia cercana de un hornito volcánico (Del-Arco *et al.*, 2016; Del-Arco y Del Arco, 2020). También existen dos construcciones turriformes, una en Lobos 1 y otra en Lobos 4, así como un espacio de derrumbe, por determinar aún su conformación, en la zona sur de Lobos 1.

A parte de los Muricidae, el registro rescatado en Lobos 1 (Del-Arco *et al.*, 2016, 2020, 2021; Del-Arco y Del-Arco, 2020) está compuesto por los restos cerámicos de transporte, mayoritariamen-

Propuesta de una metodología arqueológica para el análisis de los registros malacológicos de talleres de tinte púrpura



Figura 4. Fases de los procesos experimentales: muestra, pesaje, biometría, instrumental, yunque y residuos, extracción y almacenaje. (Fotografías: R. Cebrián y M.C. Del-Arco).

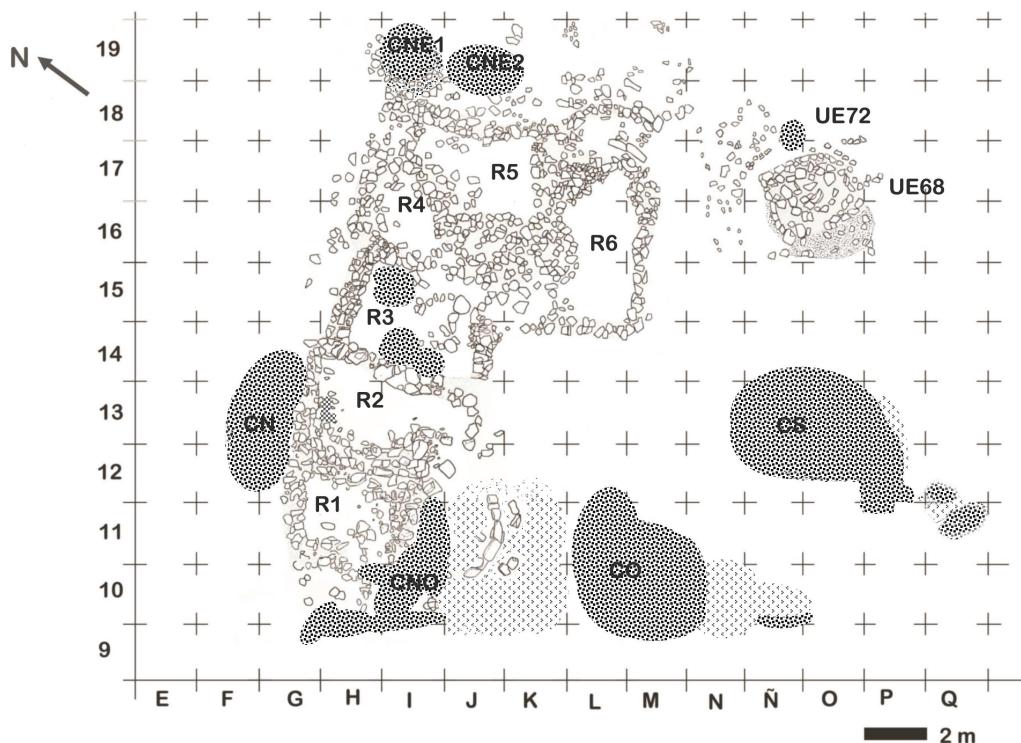


Figura 5. Planimetría del yacimiento de Lobos 1 hasta las campañas del 2022. (Elaboración: M.C. Del-Arco).

te Dressel 7-11 y Haltern 70, junto a morteros, de mesa-cocina, *sigillata*, barniz negro, lucernas, etc. (Garrido *et al.*, 2021a, 2021b, 2021c). Así mismo, se constata la presencia de material lítico y metálico que pudieron funcionar como útiles en el proceso industrial y la vida cotidiana (Del-Arco *et al.*, 2022). También otros restos faunísticos (Del-Arco, 2020, Siverio, 2017, Siverio *et al.*, 2021) tanto terrestres (ovicápridos, suidos, moluscos terrestres y avifauna) como marinas (ictiofauna varia, moluscos no muríidos, cetáceos, quelonios y lobos marinos).

2. La síntesis de una metodología de estudio para los concheros de tinte púrpura de origen animal

Definimos nuestra metodología como cuantitativa, descriptiva, comparativa e interpretativa. Parte de distintas visiones y análisis de la realidad. Fundamentalmente es arqueológica porque parte de un proceso de estudio desde ese campo y utiliza su metodología básica de intervención, recuperación y análisis de ítems. Es materialista porque usa la materia rescatada por la arqueología como objeto de estudio. Es histórica porque inferimos desde el registro, pero enfocándonos en la realidad del momento histórico en el que se produjo el proceso estudiado. Es objetiva porque nuestro análisis e inferencia parten y nacen del objeto de estudio. Y también es interpretativa desde la misma proyección de datos y experiencia recabados gracias a los procedimientos experimentales realizados que han permitido entender las cifras y humanizarlas.

El desarrollo y aplicación de nuestra metodología de análisis de los yacimientos de taller de extracción de púrpura tiene como objetivo la interpretación de los datos recabados en los registros arqueológicos para llegar a conclusiones acerca de los distintos procesos relacionados con éstos en cuanto a la obtención de la materia prima como de su sacrificio para la producción de tinte púrpura. Estas conclusiones, extraídas de la observación de los distintos registros y de los datos obtenidos, conforman y definen la propia metodología desarrollada y empleada. Así mismo, pretende ser un elemento que pueda aplicarse en cualquier contexto análogo desde su perspectiva eminentemente arqueológica y, además, ser parte de proyectos transversales que estudien desde una perspectiva global los yacimientos de taller y el proceso de la púrpura de origen animal de la Antigüedad. Mos-

traremos, a continuación, la aplicación de nuestra metodología de trabajo analítico en el yacimiento del islote de Lobos y los pasos seguidos para su constitución y puesta en práctica.

La actuación básica, de donde parte toda nuestra metodología, es de la identificación del yacimiento como un taller de tinte púrpura. Para ello contamos con elementos diagnósticos básicos o primarios (Bernal *et al.*, 2008: 215) para su determinación como espacio de producción de la púrpura, diagnosis que asumimos como parte de nuestra metodología de trabajo analítico. Estos son:

A. Concheros homogéneos o monogénicos, con mayoría de Muricidae (*Stramonita haemastoma* y testimonialmente *Hexaplex duplex*) en su composición, en el caso de los espacios arqueológicos de Lobos por encima del 95% en todos los casos (Del-Arco *et al.*, 2016).

B. Presencia de patrón de fractura antrópica y deliberada (Figura 6) de la estructura calcárea de los ejemplares para la extracción de la glándula hipobranquial y su secreción (Del-Arco *et al.*, 2016, 2020, 2021).

C. Existencia de estructuras de combustión asociadas al conchero (Figura 7), imprescindibles para el calentado de los elementos que compondrán el futuro tinte y distribuidas por todo el yacimiento (Del-Arco y Del-Arco, 2020; Del-Arco *et al.*, 2016).

El primer paso a la hora de la identificación de un conchero es su delimitación en el caso de que hubiera más de uno porque cada registro malacológico puede albergar datos que los identifiquen con realidades temporales o metodológicas diferentes. Entendiendo que las circunstancias tafonómicas posteriores pueden afectar a los yacimientos apareciendo un primigenio y único conchero como diferenciado o, *ex adverso*, registros distintos en su formación que aparecen como una unidad; en todo caso, cada registro diferenciado en su localización debe ser tratado como una unidad en sí misma hasta que los análisis que se realicen a los elementos asociados al registro (análisis edafológicos y cronológicos relativos o absolutos) determinen su correcta identificación. Por tanto, los análisis deben buscar cualquier rasgo distintivo o común a las distintas realidades del taller que nos proporcione una visión de su configuración, de las formas de trabajo de sus operarios y del producto que pudo ofrecer para ponerlo en situación dentro del contexto del mundo de la púrpura de la antigüedad.



Figura 6. Elementos extraídos del análisis anatómico en los que se observa el patrón de fractura antrópico. De izquierda a derecha: conchas de *Hexaplex trunculus*, ejemplares íntegros de *Stramonita haemastoma*, concha-columela, conchas, columelas y ápices de *Stramonita haemastoma*. (Fotografía: M.C. Del-Arco).



Figura 7. Estructuras de combustión infrapuestas y en la matriz del Conchero 0, compuesto de murícidos con patrón de fractura. (Fotografía: M.C. Del-Arco).

Aparte de los elementos diagnósticos primarios, contamos con otros elementos que aparecen asociados al registro malacológico y que se relacionan con la actividad de la púrpura (Figura 8) y que denominamos secundarios. Lo son no porque carezcan de importancia, sino porque pueden aparecer o no por diversas razones en el yacimiento (desaparición, expolio, reutilización, desintegración...). En los concheros de Lobos 1 o en su entorno inmediato aparece asociado el instrumental especializado para la cadena de explotación de estos moluscos (percutores, yunque, restos de calderos de plomo y laminillas metálicas). También aparece la cerámica relacionada tanto con el transporte de víveres y otros elementos como para su procesado o uso y para la vida cotidiana en el taller: diversos tipos de ánforas, ollas, calderos, vasos, lucernas... (Del-Arco y Del-Arco, 2020; Garrido *et al.*, 2021a, 2021b).

Por ello, tras el rescate del registro malacológico del taller y su identificación como tal, el primer paso es el trabajo cuantitativo, la toma de todos los datos posibles que nos devuelve el registro rescatado. Con ellos, iniciaremos un proceso de interpretación de éstos y de inferencia estimativa de la metodología de labor de los operarios, de la productividad del taller, y de las circunstancias ambientales que los rodeaban.

2.1. La cuantificación de los datos

Los concheros son un conjunto caótico de elementos malacológicos calcáreos, generalmente fragmentados, que forman masas de mayor o menor volumen y de diversas formas: lenticular, monticular o anular (Bonomo *et al.*, 2006). Son registros que pudieran tener un origen relacionado con actividades antrópicas, aunque también se en-



Figura 8. Presencia de presuntos útiles (percutores líticos) y cerámica en la matriz del Conchero Oeste. (Fotografía: M.C. Del-Arco).

cuentran los que tienen su génesis en circunstancias tafonómicas naturales varias. Para analizar un conchero se necesita utilizar una metodología determinada, con criterios discriminatorios de los datos obtenidos en función de diversas categorías que confieran una lógica en su composición, origen y número y que permiten la interpretación e inferencia posterior.

Estos criterios comienzan con la discriminación de su composición por especies (análisis taxonómico), por elementos (análisis anatómico), búsqueda de huellas o de uso o patrón de fractura (análisis de su origen antrópico o natural), por número (cálculo del Número Mínimo de Individuos por especies e Índice de Fragmentación) y por volumen (biometría de los ápices para proyectar el tamaño del ejemplar y pesaje de todos los elementos anteriores). Además, discriminación de la presencia de otros elementos no malacológicos como estructuras de combustión o artefactos varios. El conchero se configura, de esta manera, como unidad arqueológica y nos proporcionará datos que permitan su categorización y habilitan la comparación con otros análogos o de diferente naturaleza.

El análisis taxonómico determina la categorización del conchero en fabril o en nutricional. Planteamos que si supera el 60% de especímenes de Muricidae podemos considerarlo un potencial taller de púrpura, lo cual confirmaremos con la presencia de los elementos diagnósticos primarios. Para la realización de este análisis, separaremos y contabilizaremos los especímenes malacológicos en dos rangos: murícidios y otras especies subdividiendo esta última posteriormente.

La separación de los restos de Muricidae por elementos o análisis anatómico nos determinará dos cálculos básicos: el Número Mínimo de Individuos (NMI) y el Índice de Fragmentación (IF). Profundizaremos en ellos más adelante. El análisis anatómico consiste en separar los elementos en los que se fragmentan los murícidios tras su fracturación: cuatro para *Stramonita haemastoma* que son holóstomas y cinco para *Hexaplex trunculus* y *Bolinus brandaris* que son sifonóstomas. Estos son ápice, conchas, columela, concha-columela y, en el caso de Ht y Bb, el canal sifonal.

Mientras hacemos la separación anatómica vamos observando cualquier elemento que se relacione con la presencia de huellas de uso (fracturación) o de manchas de púrpura en los distintos rangos anatómicos. Esto nos da información acer-

ca de los procedimientos de trabajo de los operarios (método de fracturación) y de la composición química de la mancha (si fuera posible su extracción y posterior análisis). El método de fracturación se observa de manera directa en la presencia del rango anatómico concha-columela, sobre todo en aquellas que mantienen una mayor estructura sin fracturar.

Entrando en los análisis numéricos desde la separación y contabilización anatómica (Figura 6), el ápice es el elemento básico de contabilización de ejemplares y su recuento es la base del NMI: $NMI = X$ ápices. Las conchas son, junto al ápice, el elemento externo, el caparazón calcáreo de los murícidios y los fragmentos más abundantes que nos vamos a encontrar en la composición de los concheros ya que son el objeto del golpeo para su fracturación y acceso a la glándula hipobranquial. La columela es un elemento interno, duro, con forma de columna, donde se adhiere el animal. La concha-columela es un fragmento que presenta la continuidad de parte de la concha y de la columela unidas. Ésta, como hemos comentado anteriormente, ha terminado por ser un elemento diagnóstico muy importante porque muestra la superficie de impacto habitual en las conchas (en su zona dorsal) lo cual nos ha descubierto esa parte fundamental de la metodología de los operarios. El canal sifonal es una prolongación de la concha en forma de tubo en su región distal por el que transcurre el sifón del animal. Es un elemento diagnóstico de importancia porque nos señala en concheros donde hay mayoría de taxones holostomas la presencia de ejemplares sifonostomas ya que si las conchas están muy fragmentadas apenas hay diferencias (como de hecho ocurre en Lobos 1). El IF se calcula con el sumatorio de todos los fragmentos de todos los elementos anatómicos y dividirlos por el número de ápices IF (holostomas).

$$IF = \frac{\Sigma \text{áp} + \Sigma \text{conch} + \Sigma \text{col} + \Sigma \text{coco}}{\Sigma \text{áp}}$$

El cálculo para los sifonostomas es igual añadiendo el sumatorio de los canales sifonales.

En Lobos 1 hicimos un cálculo de restos integral, salvo en el conchero Norte, porque entendemos que al ser un yacimiento intacto y primario en su registro era un esfuerzo necesario para extraer cuantos datos pudiéramos dada su condición paradigmática por las características antes mencionadas. Esto ha conllevado un trabajo extremo que ha

ralentizado la investigación en muchas ocasiones. Sabemos que existen diversas fórmulas de proyección para un cálculo de los registros malacológicos como el Índice de Dominancia o el Índice de Similaridad de Jaccard. Sin embargo, entendemos que el registro íntegro y de la observación de éste en su totalidad sólo generan beneficios siempre y cuando las posibilidades del equipo de investigación lo permitan. Ofrece una comprensión global del registro, la observación de irregularidades y peculiaridades, la presencia de manchas o huellas de uso etc....

Adentrándonos en el análisis volumétrico, éste comienza con la medición de los ápices para hacer una proyección del tamaño del ejemplar (Hmax) en su integridad perdida. Para ello, haremos una biometría apical midiendo los ápices desde distintos puntos del total de la espira. En realidad, prácticamente se hace al unísono que el anterior. Los valores para Hmax (altura del individuo desde el ápice al canal sifonal) se calcularon en relación a muestras comparadas de Lobos 1 y El Cotillo (Fuerteventura) obtenidos en campañas de prospección de zonas comprendidas entre Corralejo (Fuerteventura) y El Cotillo dentro del marco de los estudios realizados en el proyecto ARQPY-CAC-PATRI17, Fundación Caja Canarias y Bank-Caixa (2019/00000012, IP: M^a del Carmen Del Arco Aguilar) *Prospección Arqueológica Superficial en la Zona N de Fuerteventura, comprensiva del área costera entre el límite N de Corralejo al SSO de El Cotillo (Fuerteventura) 2019 y Prospección Arqueológica Superficial en la Zona N de Fuerteventura, comprensiva del área costera entre el límite N de Corralejo al SSO de El Cotillo (Fuerteventura) 2021.*

Las medidas se tomaron en relación con:

- Hesp= altura de la espira o ápice.
- Hvuel= altura de la vuelta o dos últimos cordones que unen ápice y concha.
- Amax= anchura máxima del ejemplar.

De aquí se construyó una fórmula de regresión estimada que es la siguiente:

$$Hmax = 0,662 + 0,869 * Hesp + 0,312 * Hvuel + 0,850 * Amax$$

Esto nos dio la posibilidad de separar volumétricamente los especímenes de Muricidae (*Stramonita haemastoma* como componente mayoritario del conchero) en tres categorías objetivamente cuantificables en relación con el tamaño de su ápice:

- 1.- Pequeños: <10 mm = <3,5 cm Hmáx.
- 2.- Medianos: >10 y <15 = >3,5 y <4,5 cm Hmáx.
- 3.- Grandes: >15 = >4,5 cm Hmáx.

Uno de los elementos que fue cobrando importancia hasta tornarse en absolutamente fundamental y diagnóstico en nuestra experiencia en los análisis del registro malacológico fue el pesaje de los restos. Esta variable nos permite entender la coherencia de los datos obtenidos desde el análisis biométrico y la categorización de los ejemplares por tamaño. Si existe discordancia entre el tamaño y el peso podrían existir elementos que hubieran alterado el registro, algo que podría ocurrir a causa de:

1. Una preponderancia de los ejemplares pequeños o frágiles en el registro a causa de una posible pérdida de potencia de los caladeros lo cual es un elemento esencial para entender las circunstancias ambientales en las que se desarrolló el taller.

2. Circunstancias tafonómicas relacionadas con la conformación de los concheros debido a las propias dinámicas de trabajo del taller que hubieran generado un reparto desigual de restos (mayor o menor proporción de ápices) a la hora de despejar el espacio y hacer profilaxis en las superficies de trabajo alterando la composición original de los concheros. Para conocer esta circunstancia los concheros deben estar en posición primaria.

3. Alteración y pérdida de restos por circunstancias erosivas (desintegración) y que pudieran concentrarse en unos concheros u otros alterando su composición original.

4. La posibilidad de que se procesaran sistemáticamente los ejemplares por tamaños porque llevaría a una mayor rentabilidad en una economía de gestos en aras a una mayor productividad.

5. La constatación, en los procedimientos experimentales, de que existe una suprafragmentación que afecta a la zona de la espira produciendo que la parte superior del ápice se separe del resto quedando con la apariencia y medidas de un ejemplar Pequeño. Esto provoca que, al ser analizado biométricamente bajo los parámetros de la fórmula de regresión antes presentada, sea categorizado como Pequeño cuando pertenecería a un ejemplar de mayor tamaño y volumen.

Es pues, imprescindible observar los distintos resultados del peso que encontramos en los concheros que configuran el yacimiento que se esté estudiando como elemento corroborador del resto de datos biométricos para entender las circunstancias a las que estuvieron sometidos el taller y sus operarios.

Recapitulando, el producto de estudio cuanti-

tativo que hemos extraído de los distintos análisis (taxonómico, anatómico, volumétrico, y el NMI e IF) nos devuelve la realidad compositiva del conchero. Es el producto del trabajo de los operarios, fruto de las circunstancias ambientales, laborales y, alteradas *a posteriori* por las circunstancias tafonómicas que sucedieron sobre el registro generado.

Es, en este sentido, donde Lobos 1 se convierte en un yacimiento paradigmático porque está en posición primaria e íntegro, sin alteración salvo por las fuerzas erosivas desde el abandono del taller.

2.2. La interpretación de los datos obtenidos

Entender un conchero, su formación, naturaleza y origen significa barajar distintas interpretaciones. Por ello, hemos pretendido formalizar éstas desde un análisis propio y comparativo de la realidad malacológica de cada registro con fórmulas de interpretación aproximativas que nos aportaran una estimación coherente del conchero analizado. Buscamos tener una visión lo más cercana a la realidad del taller analizado desde lo arqueológico y cuantitativo. Esto se reflejará, así mismo, en la posibilidad de la interpretación comparativa entre los registros de los distintos talleres.

Esta interpretación de los datos se realiza bajo dos criterios de productividad: la productividad metodológica de los operarios (*Efectividad Productiva Potencial, Efectividad Productiva Operativa y Efectividad Productiva Reflejada*) y la productividad final del taller (*Productividad Ejecutada*).

La productividad metodológica de los trabajadores se constituye desde fundamentos de ahorro de tiempo y energía, es decir, en la economía de gestos en el procesado para trabajar sobre un mayor número de ejemplares en menos tiempo y con un menor gasto energético. Pudimos ver reflejado esto en el registro gracias a los procedimientos experimentales cronometrando distintos métodos de trabajo con distintos operarios y métodos de labor y comparando los resultados.

La productividad final se calcula sobre la potencial cantidad de tinte producido en relación con la naturaleza de los ejemplares usados y al número total de individuos sacrificados (NMI) y a la estimación de cifras de los textiles potencialmente trabajados en relación con el tinte producido. Gracias también a los procedimientos experimentales entendimos que esta productividad se relacionaba directamente con la buena operatividad en el método laboral de los trabajadores y que esto se

reflejaba en el registro en el IF desde el cual podíamos valorar la eficacia del método de trabajo de los operarios: a menor IF, más eficacia laboral y mayor productividad potencial; a mayor IF, menor eficacia y menor productividad. Profundizaremos en ello posteriormente.

Señalamos que podemos entender la productividad metodológica desde el análisis de la propia composición numérica de los registros. Sin embargo, encontramos que éstos vienen en ocasiones mutilados por la actividad antrópica y erosivas naturales varias que impiden una visión real de ellos en su génesis. Por ello, es importante el recuento integral de yacimientos paradigmáticos como Lobos 1 (recordamos: íntegro y en posición primaria) para tener una estimación de base desde la que hemos propuesto una fórmula de cálculo de estimación del total del registro malacológico para los yacimientos cercenados por las distintas razones antes expuestas.

También señalamos que, aparte de poder calcular mediante los ápices el tamaño de los ejemplares, en éstos aparecían las huellas de uso, lo que llamamos patrón de fractura, que es la evidencia de la fracturación realizada para la extracción de la glándula hipobranquial. Esta fracturación se reflejaba en la visión de distintas formas de los restos, en concreto de la mayor o menor continuidad del ápice con la columela y la concha. Clasificamos esto en la *Categorización Morfológica*. Formalizamos nueve categorías en relación con las formas que la columela y la concha formaban en continuidad con los ápices (Figura 9). Gracias a los procedimientos experimentales entendimos que tenían relación con el mayor o menor Índice de Fragmentación del conchero y, por tanto, con la productividad metodológica de los operarios y con la productividad final. Estas categorías se definían por el mayor o menor IF que generaban. Entendemos que si el IF de un taller es alto y hay una mayoría de CCMM que tienen un IF propio alto y *ex adverso* habrá una “concordancia positiva”. Si observamos que no concuerdan hablaríamos de una “concordancia negativa” lo cual alertaría de posibles anomalías en la metodología de los trabajadores o en la conservación de los registros.

Por tanto, los procedimientos experimentales nos dieron claves para entender cómo se producían los registros de los concheros y la posibilidad de leer los datos desde el conocimiento teórico-práctico de cómo podían haberse generado y la relación que deberían tener con una metodología

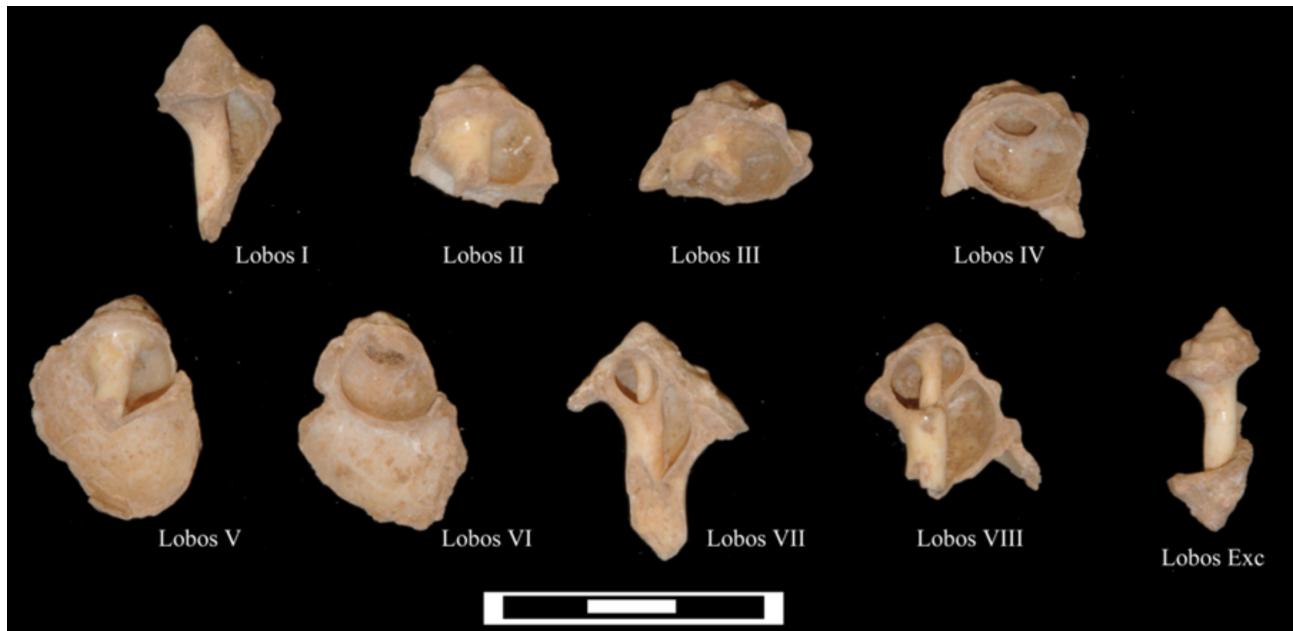


Figura 9. Categorías Morfológicas (CCMM) de los ápices en relación a la continuidad o no de la columela y la concha.(Fotografía: M.C. Del-Arco).

de labor eficaz para una mejor productividad. Desde entonces enfocamos también la interpretación de los datos desde la perspectiva de analizar con estos la metodología de trabajo de los *murileguli* desde la óptica de la mayor o menor operatividad de su labor en la correlación de dos variables: el NMI y el IF. El NMI lo conocemos pero desconocemos si su valor va en relación con la capacidad de captación de materia prima o con la capacidad de procesado porque faltan variables para su cálculo. Pero sí sabemos que el IF se relaciona con la metodología de trabajo y que un alto IF va en detrimento del tiempo y la energía del operario a la hora del procesado por lo que influirá siempre en el resultado final. Por tanto, entendemos que un IF alto irá en perjuicio de la productividad final fuera cual fuera el NMI.

2.2.1. Cálculo de la *Efectividad Productiva Potencial, Operativa y Reflejada* en yacimientos de talleres de extracción de púrpura

Cuando afrontamos la realización del primer Procedimiento Experimental (PEUCA18) pudimos comprobar que en el acto de la fracturación de los moluscos y de la extracción de la glándula hipobranquial se generaba una correlatividad entre el método de trabajo y la temporalidad debido a la mayor o menor fragmentación producida en la citada fracturación. A mayor fragmentación, el acceso a la glándula se hacía más difícil, au-

mentando de esa manera el tiempo global de la operación.

También observamos que parecía existir una correlación entre las Categorías Morfológicas (CCMM) y el Índice de Fragmentación (IF), teniendo cada CM un IF propio. Cada categoría tenía un subproducto más o menos determinado de restos que iba directamente relacionado con el punto anterior.

La lógica de cualquier metodología productiva buscará aplicar criterios de trabajo basados en una baja temporalidad y un mínimo esfuerzo en pro de una mayor rapidez en la labor y una mayor productividad. Menos tiempo + Menos energía = Mayor eficacia = Mayor capacidad productiva.

Señalábamos que hay variables que se manejan en una fórmula de cálculo de una metodología adecuada para esta actuación pero que resultan indefinibles. Ni el factor "tiempo cronológico" dentro de la labor, ni el "gasto energético" se pueden convertir en cifras por la cantidad de factores de los que dependerían. Por un lado, la experiencia del operario, cansancio, tiempo atmosférico etc.... Por otro dependería de las tasas metabólicas del operario y al tiempo empleado en la jornada laboral, lo que además sería un factor acumulativo por jornada. Por tanto, hablamos de un conjunto de circunstancias que daban a la extracción el carácter de trabajo penoso y que son imposibles de emular en un procedimiento experimental, aunque se repitan similares gestos. Pero, sí tenemos la constatación de que a mayor número de resi-

duos producidos se produce mayor dificultad para la labor de extracción, lo cual es factor clave en la retención temporal en el proceso extractivo y de pérdida de efectividad.

Por ello, debemos centrarnos en cálculos sobre este proceso que nos permitan un acercamiento mensurado (se basa en los datos del registro) al conocimiento de las metodologías de trabajo y sus características desde la perspectiva de la efectividad productiva. Estos cálculos nos darían una estimación aproximada pero objetiva acerca de la forma de trabajo de los operarios y nos permite establecer una tabla comparativa que ponga en relación un método de labor empleado con análogos.

El cálculo se hará en base a la “tasa de rendimiento negativo”. Se trata de un término económico que expresa “... la ganancia o pérdida neta de una inversión durante un período de tiempo específico, que se expresa como un porcentaje del costo inicial de la inversión” (Sy Corvo, Helmut 10 de junio de 2019). En nuestro caso, el costo inicial se convierte en la mejor fragmentación esperada (IF = 2) y la inversión se traduce en la pérdida de eficacia. Se entiende que el máximo rendimiento sólo puede ser uno y, por tanto, sólo puede ser igualado (IF = 2, IF áureo) apareciendo el resto de los resultados obtenidos divergentes en forma de “rendimiento decreciente”. Esta idea de “máxima efectividad” = IF = 2 fue constatada en el primer procedimiento experimental que se realizó en nuestra investigación (PEUCA18). La decisión de uso del dato IF = 2 en vez de una media de los IIFF de los talleres estudiados se debe a que el valor de esta media iría variando conforme se fueran incorporando talleres al estudio lo que haría modificar constantemente el valor apreciado. Y este valor 2 es inmutable.

Este criterio de efectividad en el trabajo lo identificaríamos con una *Efectividad Productiva Operativa* (EPRO) y con una *Efectividad Productiva Potencial* (EPOT) de cada uno de los talleres o bolsadas individuales de éstos y que se observaría en datos cuantificables del registro arqueológico basándonos en dos elementos observables: el IF áureo y el IF general. Esto nos indicaría un *Grado de Mejora de la Efectividad* (GRAME). A la vez, la *Efectividad Productiva Reflejada* se relacionaría con las CCMM y debería ir en consonancia con el IF global.

- **Efectividad Productiva Operativa** (EPRO) es el grado en el que está el método de trabajo de un taller con respecto a la máxima eficacia que equi-

valdría a despedazar cada molusco en un mínimo de 2 fragmentos (IF áureo) observado en el procedimiento PEUCA18.

$$\text{EPRO} = \text{IF áureo-IF real} = \text{Efectividad Productiva Operativa de un taller}$$

EPRO dará una cifra que refleje el rendimiento decreciente en relación con el rendimiento ideal o áureo que, a medida que se acerque a 0 se considerará más eficaz y, al contrario, más ineficaz.

- El *Grado de Mejora de la Efectividad* (GRAME) es el factor o cantidad que expresaría la mejora del rendimiento de un taller hasta su máxima efectividad.

$$\text{GRAME} = \text{IF real/IF áureo} = \text{Grado de Mejora de la Efectividad de un taller}$$

GRAME dará una cifra de mejora de la productividad que se considerará más efectiva a medida que se acerque a 1.

- **Efectividad Productiva Potencial** (EPOT) es el porcentaje de eficacia en el trabajo que demuestra un taller con respecto al ideal.

$$\text{EPOT} = 100 - \left(\frac{\text{IF real}}{\frac{\text{EPRO}}{\text{IFreal}} * 100} * -100 \right) = \text{Efectividad Productiva Potencial de un taller}$$

El resultado de EPOT expresa el porcentaje en el que se encuentra la efectividad metodológica de labor de los operarios. A medida que se aleja del 100% menor efectividad en el trabajo. La dificultad de expresar esta efectividad porcentual es que los datos son decrecientes con respecto al ideal. Por eso desarrollamos esta fórmula basándonos en el “Rendimiento Negativo”, pero poniéndola en relación con lo calculado en la EPRO ya que este incluye al IF áureo = 2, nuestro dato de referencia inmutable.

- **Efectividad Productiva Reflejada** (EPRE) es la equivalencia entre las tendencias a mayor o menor fragmentación presentes en el IF global y de las CCMM, lo que definiría una mayor o menor efectividad en el trabajo. Si coincidieran, se habría de Eficacia Reflejada positiva o, por el contrario, negativa. La *Efectividad Productiva Reflejada* negativa podría mostrarnos alteraciones en la metodología como preponderancia de una categoría volumétrica sobre el resto u otras circunstancias.

La idea de *Eficacia Productiva Operativa* y *Eficacia Productiva Potencial* es la búsqueda en el registro del producto que refleje la efectividad

del método de trabajo en relación con el tiempo y energía empleadas por el operario en la extracción de la secreción del molusco en un ejercicio comparativo con una extracción ideal. Tendríamos una tabla de valores previos que aplicaríamos al IF de los registros arqueológicos lo cual nos ayudaría al cálculo, no sólo de esa efectividad productiva nombrada sino, al cálculo de la Productividad Ejecutada o número de baños de tinte producidos en cada yacimiento que se calcula desde $NMI = 15000$ y ponerlos en relación (Wilson y Tébar, 2008). El resultado de los análisis sobre los yacimientos trabajados aún da resultados dispares en la *Eficacia Productiva Reflejada* sobre todo con los registros donde la categoría biométrica de ápices Pequeños es alta.

Por tanto, las premisas son, "si la *Efectividad Productiva Operativa* es baja (relacionada con un mayor IF) podría incidir en una *Producción Ejecutada* menor (menor cantidad de baños de tinte) y una *Producción Potencial menor*" o, por el contrario, "si la *Eficacia Productiva Operativa* es alta (relacionada con un menor IF) debería relacionarse con una *Productividad Ejecutada* mayor (más cantidad de individuos para hacer un número de baños de tinte mayor) y una *Producción Potencial mayor*".

2.2.2. Fórmula de cálculo de la capacidad de tintado desde el NMI o *Productividad Ejecutada*

Una vez recabados todos los datos posibles desde el análisis cuantitativo del registro analizado aplicamos una tabla para interpretar y estimar una productividad virtual ejecutada, es decir, la productividad final de cada taller, su capacidad de tintado en relación con el trabajo de los operarios (Figuras 10 y 11). Esta productividad ejecutada es meramente un cálculo aproximativo ya que desconocemos habitualmente la variable temporal de cada taller (cuantas campañas se acumulan en su registro) y se basa en el NMI global, en el producto de todas las campañas trabajadas. Salvo casos extraordinarios de muestras aisladas o de elementos diagnósticos cronológicos específicos, no conocemos la cantidad exacta de campañas anuales que se realizaron en los talleres. Sabemos de sus cronologías pero, básicamente, hablamos de una horquilla para supuestos inicios y abandonos y momentos supuestamente intermedios. Por tanto, el registro nos devuelve una capacidad potencial de tintado global. Sin embargo, esto nos permite en-

tender, aplicando una metodología comparativa, esa productividad global de los talleres y la importancia que tuvieran en el proceso de la púrpura.

Para la construcción de esta tabla de estimación de la producción usamos la información de autores, básicamente Cardon y Koren, que intentaron recrear el proceso del tintado descrito por Plinio en su *Historia Natural*. Los resultados serán significativos cuando hagamos un ejercicio comparativo con las cifras de otros talleres. Hay que tener en cuenta que los registros de muchos de estos están alterados o son depósitos secundarios, lo que altera la percepción de su producción. Es aquí donde la comparación con talleres análogos que no hubieran sufrido esa pérdida (como es el caso de Lobos 1) puede crear una estimación de su magnitud real al proyectar un método de cálculo ponderado desde estos. La tabla para realizar esta estimación la hemos construido en relación con completar fórmulas basándonos en los datos proporcionados por Koren, Cardon, Wilson & Tébar, Plinio y St.-Denis y Konig-Winkler (éstos últimos en Plinio), completándolos con un cálculo medio de 5 g de masa de ejemplar sobre el NMI que es la media aproximada de la masa blanda de los ejemplares usados en los procedimientos experimentales.

- Cálculo de mínimo de número de ejemplares en relación con el tintado tomando como base los necesarios para 1 g de tejido. Koren (2006): 7 ejemplares teñían 1 g de lana (1 libra romana= 322-329 g) utilizando 70 ml de alcalino. 1 g de lana por 7 moluscos medios (*Hexaplex trunculus*, *Stramonita haemastoma* o *Bolinus brandaris*, en adelante *Ht*, *Sh* y *Bb*).

- Cantidad de porfirógeno (conjunto de precursores del índigo) por ejemplar imprescindible para el tintado. Cardon (2014): porfirógeno o materia tintórea (precursores) para *Ht* y *St* y *Bs* = 0,9, 0,8 y 0,4 mg, respectivamente (por ejemplar o por g de masa).

Ht → 0,9 mg de porfirógeno x 15000 = 13500 mg (12 g para 15000 moluscos).

Sh → 0,8 mg de porfirógeno x 15000 = 12000 mg (12 g para 15000).

Bb → 0,4 porfirógeno x 15000 = 6000 mg (6 g para 15000).

- Medida estándar de capacidad para el tintado. Wilson-Tébar (2008): 15000 ejemplares para un baño de tinte.

- Cantidad de animales sacrificados para teñir (dato que debe concordar con el primero expuesto). Plinio (*NH*: 315-316 y 317): la cantidad de *Sh* y

Propuesta de una metodología arqueológica para el análisis de los registros malacológicos de talleres de tinte púrpura

Bb (buccino y pelágico) necesarios para teñir aproximadamente 9-10 lb de vellón.

- Cantidad mínima de alcalino. Koren (2006): 7 ejemplares teñían 1 g de lana utilizando 70 ml de alcalino.

- Cantidad de agua necesaria para el desarrollo del proceso. St.-Denis, Konig y Winkler en Plinio (*NH*: 315-316): la cantidad de ánfora de agua necesaria para procesar 500 lb de tintura, siendo 1 lb 327 g y un ánfora 26,364 litros.

$65 \text{ murex} = 325 \text{ g de murex (cuerpo blando)} \rightarrow 1 \text{ lb} = 260 \text{ mg porfirógeno} = 9,28 \text{ de lana teñida} = \text{Alcalino: Sextario} = 0,576 \text{ litros (debería ser 0,65 pero la diferencia es escasa)} = \text{agua 1 ánfora (26 litros)}.$

De Plinio: *X de vellón se tiñen con 200 buccino y 111 de pelágico*. Plinio no indica la cantidad exacta. La edición incluye una cita: 331 *Laguna en los manuscritos: falta la cantidad de libras de lana. Algunos editores han conjeturado que la cifra podría ser mil (M)*.

$0,791 \text{ kg de lana} = 200 \text{ Sh} + 111 \text{ Bb} = 1.5 \text{ kg masa} = 124 \text{ mg porfirógeno.}$

La fórmula de mínimos es, tomando el referente 1 g de lana a tintar:

$\text{NMI 7 (mínimo tintado para un gr de lana)} = \text{NMI/7} = X$, siendo X el multiplicador de esta relación.

Para calcular otras series hay que dividir $\text{NMI/7} = X$, siendo X el multiplicador con el resto de datos (5,6; 2,8; 1; 70; 0,5643).

También podríamos usar como fórmula tomando como unidad a un solo ejemplar.

2.2.3. Estimación de la potencia del registro malacológico de los concheros cercenados (EPRC)

Habitualmente, los talleres de púrpura tienen una localización costera. Esto propicia la mutilación de parte del registro de muchos yacimientos por diversas causas. A veces la acción antrópica, actuando sobre el suelo de las riberas. Otras, el uso de los restos de los concheros para fines industriales o arquitectónicos. En otras ocasiones, son las distintas acciones erosivas en las costas: el embate de las mareas, fenómenos meteorológicos, así como distintas circunstancias tafonómicas como la acción de la vegetación, la actividad zoológica etc. Lo cierto es que esto termina por generar dinámicas que afectan al registro malacológico alterando la percepción y análisis posterior en el momento de su estudio.

Señalábamos anteriormente que el registro arqueológico del taller de púrpura del Islote de Lobos estaba prácticamente intacto (aún lejos de acabar

NMI	Masa (ca. 5g/ej.)	Porfirógeno (mg) $Ht = 0,9$ $Sh = 0,8$ $Bb = 0,4$	Lana teñida (g)	Alcalino (ml)	Aqua (l)
7	35	$Ht = 6,3$ $Sh = 5,6$ $Bb = 2,8$	1	70	0,5643

Figura 10. Fórmula de cálculo de la capacidad de tintado con el NMI o *Productividad Ejecutada con operativo * 7*. (Elaboración: R. Cebrián).

NMI	Masa (ca. 5g/ej.)	Porfirógeno (mg) $Ht = 0,9$ $Sh = 0,8$ $Bb = 0,4$	Lana teñida (g)	Alcalino (ml)	Aqua (l)
1	5	$Ht = 0,9$ $Sh = 0,8$ $Bb = 0,4$	0,14285	10	0,08062

Figura 11. Fórmula de cálculo de la capacidad de tintado con el NMI o *Productividad Ejecutada con operativo * 1*. (Elaboración: R. Cebrián).

su completo rescate y delimitación del espacio) pero tenemos zonas en las que se ha completado una intervención exhaustiva recuperando todos los vestigios malacológicos y a los que hemos aplicado un análisis cuantitativo completo. Esto nos permite plantear una interpolación con los datos de nuestro conchero para realizar una proyección o estimación cuantitativa del registro malacológico del taller analizado entendiendo lo aleatorio que puede ser el comportamiento de un conchero en el que nos podemos encontrar con cotas y picos en su superficie, alturas y profundidades variables en todo su espacio, y que han estado sometidos a diferentes dinámicas relacionadas con los aspectos tafonómicos y postdeposicionales. Entre otras, las necesidades de espacio para la labor de los operarios, del depósito de las capturas, de las capacidades volumétricas del propio registro y todo marcado por la volubilidad de la matriz arenosa.

Por ello, establecer fórmulas interpretativas o interpolaciones de un conchero a otro sólo puede ser un ejercicio de estimación y reconstrucción, pero entendemos que tener una apreciación de la cuantificación arqueológica del conchero antes de su mutilación nos ayudará a interpretarlo.

Para construir la fórmula hemos extraído los siguientes datos:

A. De los datos conocidos del registro arqueológico de Lobos: NMI global; NMI parciales por cuadrículas (2x2 m); Profundidades de cada UE trabajada en cada cuadrícula.

B. En el taller con registro cercenado: estimación de la ocupación espacial en relación a las huellas de las potencias estratigráficas e indicios de sus límites en extensión relacionada con el registro malacológico en extensión y profundidad.

Construcción de la fórmula:

$$\text{NMI total} = 184636$$

NMI medio por m^2 = 1846 por cada uno de los 100 m^2 ocupados por los concheros del taller de Lobos.

Potencia media trabajada en matriz de conchero = 27 cm

$$\text{NMI por } \text{m}^2 (\text{A}) \text{ por cada } 27 \text{ cm (h)} = 1846$$

$$\text{NMI por } \text{cm}^2 = 1846/27 = 68,4; \text{ NMI por } \text{cm}^2 * 10 \text{ cm} = 684$$

A = Área estimada del conchero cercenado

$$\text{EPRC (27 cm)} = \text{A} * 1846$$

$$\text{EPRC (10 cm)} = \text{A} * 684$$

De esta manera estableceremos una cantidad media por longitud y profundidad. Se interpolará a los espacios propuestos en los talleres análogos

con registro afectado y nos resultará una estimación aproximada del NMI para poder entender las dinámicas productivas del taller.

Aunque el cálculo primigenio se basa en los 27 cm de media que nos dan los concheros de Lobos 1 proponemos el cálculo de la interpolación en relación con una profundidad de 10 cm. Entendemos que es un cálculo más sencillo y aplicable a una gran mayoría de los yacimientos, aunque partiendo de la fórmula primigenia de 27 cm puede reducirse más o menos esta cantidad a cotas que los arqueólogos estimen necesarias en el cálculo.

3. Aplicación de nuestra metodología de análisis cuantitativo, descriptivo, comparativo e interpretativo al registro malacológico del yacimiento de Lobos 1

Antes de iniciar la presentación de la aplicación de nuestro método de análisis a los concheros de Lobos 1 hay que señalar que se observarán diferencias en la aplicación del método debido a que no han sido estudiados al unísono sino inmediatamente después de cada campaña arqueológica realizada. Desde las campañas del 2012 nuestro método fue creciendo a medida que fue sumando nuestra experiencia tanto en el propio yacimiento como en el laboratorio y al estudio de otras fuentes historiográficas. De esta manera algunos no tienen el estudio de la Categorización Morfológica u otros carecen del Índice de Fragmentación. Por tanto, no hay una completa homogeneidad en la aplicación del método, pero si una idea general y comparativa entre todos los concheros entre sí.

3.1. Conchero Oeste

Primero que trabajamos en las campañas arqueológicas del taller de Lobos. Este conchero nos iba marcando las pautas de las necesidades metodológicas para su análisis. Aquí fuimos ya observando las características básicas del taller de Lobos (Del Arco *et al.*, 2016).

3.1.1. Análisis cuantitativo, descriptivo y comparativo del CO

- Encontramos que no hay concordancia entre el peso medio y las categorías biométricas. Hay un equilibrio entre las tres categorías (Figura 12) pero devolviendo un IF muy elevado. Esto es un contraste con los datos de los procedimientos ex-

Conchero O			
Extensión de su zona nuclear (hasta el momento)	<i>circa</i> 14 m ²		
NMI	66295, media de 4735 ejemplares / m ² . La potencia en la zona nuclear del conchero está en M10 y 11), en contraste con el declinar del registro en su zona septentrional (cuadrícula L) y que lo independiza del CNO		
IF	16,2 (alto)		
Biometría %	Gr = 31,35	Med = 39,83	Peq = 28,81
Peso	8,53 g (bajo)		

Figura 12. Análisis cuantitativo, descriptivo y comparativo del Conchero Oeste.

(Elaboración: R. Cebrián).

perimentales (en especial con PEULL19, IF = 10,74 y Peso Medio = 4,37). Un IF tan elevado se corresponde a una fragmentación muy agresiva, ya sea producida por la metodología de los operarios o a circunstancias tafonómicas posteriores o ambas. En los trabajos de prospección de varios concheros de la isla de Fuerteventura, la media biométrica más habitual de los ejemplares completos está en lo que entendemos como ejemplares Medianos y Grandes (>3,5 y <6 cm de H) y que presentan un peso entre 15 g y los 30 g. Este contraste con los resultados de CO equipara a éste con el actual caladero canario como se puede comprobar en los datos devueltos por los procedimientos experimentales PEULL19 y 21. Aunque ejemplares Pequeños deben fragmentarse de manera similar a un ejemplar Mediano o Grande (como observamos en los procedimientos experimentales) las circunstancias tafonómicas harían desaparecer parte de su registro al ser más grácil. Por tanto, ese IF contrasta negativamente con un peso que categorizamos como bajo en comparación a los ejemplares que nos han llegado íntegros, es decir, sin procesar del propio registro de Lobos 1. Un IF alto correspondería a un registro con una representación porcentual biométrica de ejemplares de mayor tamaño, pero esto no se refleja en el peso.

- La captación de ejemplares Pequeños para el procesado tenía que ser un recurso extremo. Esto ocurriría si la presión sobre los caladeros fuese tan potente que sólo quedara esa categoría biométrica por capturar. En los procedimientos experimentales entendimos que la manipulación de los ejemplares de mayor volumen es más sencilla y rápida por lo que sería esta tipología la prioritaria a la hora de las capturas y selección de individuos para el sacrificio. El análisis de otros talleres, Calle

Luis Milena y El Olivillo, ambos en Cádiz (Bernal *et al.*, 2011, 2018), nos devuelve esta misma realidad apareciendo mayoritariamente los ejemplares más grandes y pesados.

- Analizando el conjunto de datos se podría inferir que:

- El conchero pueda ser el resultado de una disminución o un cambio de sus caladeros, o por la presencia de ejemplares pequeños o de mayor tamaño, pero con mayor gracilidad.
- Que su alto IF se deba a distintas razones:
 - A.** La profilaxis del espacio de trabajo del taller adquiriendo parte del registro de concheros colindantes.
 - B.** Que sea producto de la pérdida de parte de su registro por circunstancias varias, ya fueran antrópicas o naturales, perdiendo las conchas de mayor tamaño destinadas a otros usos industriales (hornos de cal cercanos en el islote y la propia necesidad de ceniza como elemento alcalinizante en el proceso).
 - C.** Que la realidad cuantitativa sea su realidad original y que se formara con ejemplares mayoritariamente de pequeño peso y que fueran hiperfragmentados por circunstancias relacionadas o con la metodología de trabajo o con circunstancias tafonómicas del lugar.
 - D.** Que el poco peso de las conchas corresponda, a la vez, a una mayor disgregación postdeposicional. En todo caso, la presencia de ejemplares Pequeños o de mayor tamaño pero gráciles en su concha significa que todo individuo era susceptible de ser capturado y sacrificado sin menoscabo de su capacidad volumétrica.

- Aplicación del análisis de la *Efectividad Productiva Reflejada* (EPRE) en base a las Categorías Morfológicas (Figura 13).

- Analizando el conjunto de datos relacionados con la CCMM y el EPRE se podría inferir que:

- En cuanto al análisis de la *Efectividad Productiva Reflejada* sobre las Categorías Morfológicas (CCMM) presenta una concordancia negativa. Tienen un IF alto pero peso medio bajo devolviendo la biometría un conjunto con tendencia a los individuos pequeños-medianos mientras que los porcentajes de los CCMM-IF derivan en las CCMM-IF Propio Bajo. Esto nos podría señalar que, remitiéndonos a las hipótesis anteriores sobre el IF, que el CO estaba conformado por ejemplares gráciles que sufrieron una hiperfragmentación postdeposicional debido a la fragilidad de sus conchas.

3.1.2. Análisis de la Productividad y Efectividad del CO

$$IF = 16,2$$

$$EPRO = IF \text{ aureo-IF real} = 2-16,2 = -14,2$$

$$GRAME = IF \text{ real}/IF \text{ aureo} = 16,2/2 = 8,1$$

$$EPOT = 100 - \left(\frac{IFreal}{(EPRO * 100)} * -100 \right) = 100 -$$

$$18,48 = 81,51\%$$

3.2. Conchero Noroeste

Colinda con la zona septentrional del conchero O separándose por el declinar de potencia de la cuadrícula L (periferia del núcleo del conchero NO) y con los Recintos 1 y 2.

3.2.1. Análisis cuantitativo, descriptivo y comparativo del CNO

- Mayor porcentaje de individuos de la categoría de mayor tamaño (Figura 14): Medianos (45%) y un 15 % de ejemplares de la categoría Grande (un 60% del total), similar al conchero O (70 % de individuos de mayor volumen, el CNO sí tiene un peso más elevado de media, 17,31 g por ejemplar. Es contradictorio que ambos concheros con esa diferencia de peso den cifras tan similares volumétricas y de IF. Sólo puede explicarse desde un trasvase del registro de CNO a otros concheros o desde la presencia de ejemplares de gran tamaño gráciles en el CO.

- La forma lenticular del conchero NO tiene la peculiaridad de que uno de sus extremos, la zona de la cuadrícula K colindante con el CO, es el más alto desconociéndose por ahora la causa.

- Analizando el conjunto de datos se podría inferir que:

- Parece que los datos del CNO tienen una

LOBOS 1. CONCHERO O % CCMM								
Biometría (mm)	LI	LII	LIII	LIV	LV	LVI	LVII	LVIII
>15	20,34	34,32	12,71	2,12	23,73	4,24	1,69	0,85
10 < x < 15	17,91	30,07	11,49	3,38	27,36	5,07	1,35	3,38
<10	23,02	20,14	8,27	11,15	21,22	12,95	0,36	2,88
Total %	20,42	28,18	10,82	5,55	24,10	7,42	1,13	2,37

Figura 13. Proyección porcentual realizada desde el conteo y análisis morfológico de los ápices del registro de *Stramonita haemastoma* de L1.12.M10.II. Este análisis aún no incluía la CCMM de L.Excep. (Elaboración: R. Cebrián).

Conchero NO		
Extensión de su zona nuclear (hasta el momento)	<i>circa</i> 11 m ²	
NMI	33784 en una potencia de <i>circa</i> 3000 ejemplares/m ²	
IF	16,32 (alto)	
Biometría %	Gr = 15	Med = 45
Peso	Peq = 40 17,31 g (alto)	

Figura 14. Análisis cuantitativo, descriptivo y comparativo del Conchero Noroeste. (Elaboración: R. Cebrián).

similitud mayor con la realidad volumétrica que devuelven otros concheros fosilizados de la isla, pero no con la realidad actual.

- El CNO colinda en su lado N con el derrumbe de los muros de dos de los recintos que alberga el taller de Lobos 1 por lo que es coetáneo o posterior a la construcción de éstos. R1 a partir de la profundidad de -13 cm de p0 en la mitad sur, alberga otro conchero, infrapuesto, por lo que R1 sería una construcción posterior a las primeras arribadas que evaluarían su potencialidad productiva y que significarían la inclusión de éste en el circuito de captación de materia prima de la costa africana.

- Aplicación del análisis de la *Efectividad Productiva Reflejada* (EPRE) en base a las Categorías Morfológicas (Figura 14).

- Analizando el conjunto de datos relacionados con la CCMM y el EPRE (Figura 15) se podría inferir que:

- Los datos que devuelve el análisis son muy equilibrados. Hay una ligera preminencia de las CCMM más relacionadas con el IF alto por lo que podemos decir que hay una concordancia positiva. El alto peso y la presencia de una preponderancia de ejemplares Medios y Pequeños nos señalaría que el CNO debe sus características a una hiperfragmentación predeposicional debida, probablemente, a una metodología de trabajo muy agresiva que hacía pasar ejemplares de mayor tamaño por Pequeños.

3.2.2. Análisis de la Productividad y Efectividad del CNO

$$IF = 16,32$$

$$EPRO = IF \text{ áureo} - IF \text{ real} / = 2 - 16,32 = -14,32$$

$$GRAME = 16,32 / 2 = 8,16$$

$$\begin{aligned} EPOT &= 100 - \left(\frac{16,32}{\frac{(-14,32)}{16,32} * 100} * -100 \right) = 100 - \left(\frac{16,32}{(-87,75)} * -100 \right) \\ &= 100 - 18,6 = 81,4\% \end{aligned}$$

EPRO (-14,32) y EPOT (81,402%) son datos inferiores a los de CO que era de -14,2 y 81,51% respectivamente. La EPRO de L1.13 se aleja más de 2 que L1.12 y la EPOT de L1.13 refleja un % inferior al del CO. Podemos inferir una menor efectividad que la de Conchero Oeste en general.

3.3. Concheros Noreste (1-2)

Se estudió esta zona acotada buscando áreas específicas en el yacimiento donde localizar huellas de uso relacionadas con la metodología de trabajo de los operarios. Intentábamos generar un aislamiento espacio/temporal donde delimitar el trabajo de un número reducido de operarios en un momento concreto a diferencia del resto de concheros que parecen el producto de un uso continuado en el tiempo (y de diversos grupos de operarios en campañas distintas) lo que generaría distintos resultados relacionados con distintas metodologías o con el cambio de operarios. La localización de estas dos muestras específicas parece reflejar esta búsqueda tanto por su aislamiento espacial (extramuros del espacio albergado por las construcciones) como por la cantidad de individuos sacrificados (NMI = 2478 entre ambas de ejemplares de *Stramonita haemastoma*) que bien podrían ser el resultado de una jornada de trabajo concreta.

3.3.1. Análisis cuantitativo, descriptivo y comparativo de CNE (1-2)

- En el análisis biométrico (Figura 16) se obser-

LOBOS 1. CONCHERO NO %CCMM									
Biometría (mm)	LI	LII	LIII	LIV	LV	LVI	LVII	LVIII	Excep
>15	21,14	37,14	11,43	0,57	25,14	1,71	0,57	1,14	1,14
10<x<15	18,20	36,40	11,94	2,75	26,07	1,90	0,57	1,90	0,28
<10	17,47	35,89	10,39	3,31	29,16	1,77	0,71	1,30	0
Total %	18,94	36,48	11,25	2,21	26,79	1,79	0,62	1,45	0,48

Figura 15. Datos de la categorización morfológica del Conchero Noroeste. Proyección porcentual realizada desde el conteo y análisis morfológico de los ápices del registro de *Stramonita haemastoma* de una muestra de 2077 individuos procedentes de las UUEE K11.01-II y K11.02. (Elaboración: R. Cebrián).

Concheros NE 1 y 2				
Extensión de su zona nuclear (hasta el momento)	CNE1 = <i>circa</i> 4 m ² CNE2 = <i>circa</i> 4 m ²			
NMI	CNE1 = 1419. Potencia de CNI1 = 354,75 ejemplares/m ² CNE2 = 1059. Potencia de CNE2 = 264,75 ejemplares/m ²			
IF	CNE1 = 15,05 CNE2 = 20,2			
Biometría %	Gr	Med	Peq	
	CNE1	19	56	25
	CNE2	11	36	53
Peso	CNE1 = 25,9 g (alto) CNE2 = 19,64 g (alto)			

Figura 16. Análisis cuantitativo, descriptivo y comparativo de los Concheros Noreste 1 y 2.
(Elaboración: R. Cebrián).

va que los datos de CNE2 podrían ser equívocos si no fuera por el pesaje. No puede haber un porcentaje del 53% de ejemplares Pequeños manteniendo una media de 19,8 g de peso por ejemplar. Recordemos que un ejemplar Pequeño completo está en una horquilla de 4 y 8 g de media como hemos comprobado en los procedimientos experimentales y en las diversas prospecciones de las costas canarias.

- Aplicación del análisis de la *Efectividad Productiva Reflejada* (EPRE) en base a las Categorías Morfológicas (Figura 17).

- Analizando el conjunto de datos relacionados con la CCMM y el EPRE se podría inferir que:

- Es evidente que, o bien las labores de fracturación causaron una mayor fragmentación predeposicional o bien las circunstancias tafónómicas la produjeron de manera postdeposicional. Las circunstancias de ambas bolsadas son idénticas (mismo espacio físico y temporal en el yacimiento y mismas circunstancias) por lo que entendemos que hubo dos trabajadores con distintas metodologías de trabajo (mayor o menor destreza, diferencias anatómicas de los individuos sacrificados, etcétera).

- En el CNE2 parece producto de una metodología de trabajo agresiva que hiperfragmentó los ejemplares haciéndolos pasar por pequeños. La importancia del factor humano.

- El IF de las muestras junto a las contradicciones entre el peso medio por individuos y las categorías biométricas de CNE2 y sus diferencias con CNE1 nos muestra una disimetría entre ambos concheros. El pesaje evidencia también una diferencia volumétrica.

- El CNE2 carece en su registro de otros ta-

xones malacológicos. Tuvo que ser producto de una recogida manual o de la preselección de tazones antes de la fracturación.

- En cuanto al análisis de la *Efectividad Productiva Reflejada* sobre las Categorías Morfológicas (CCMM) vemos que éstas muestran claras diferencias entre los concheros. El CNE1 muestra un alto IF, alto peso medio y una biometría tendente a los ejemplares de medio-gran tamaño. Esto concuerda positivamente con una presencia mayoritaria de los CCMM-IF Propio Alto, es decir, L.II, L.III, y L.VI como así ocurre sumando entre ellos un 48,85 del porcentaje total quedando los CCMM-IF Propio Bajo (L.I, L.V.) en 48,4 y el resto (L.VII, L.VIII y L.Exc.) en un 2,73. Los resultados son muy equilibrados para haber un IF alto. CNE2, por el contrario, presenta una concordancia negativa. Tienen un IF alto, así como alto peso medio g pero la biometría devuelve un conjunto con tendencia a los individuos pequeños-medianos mientras que los porcentajes de los CCMM-IF (que deberían haber sido en la misma tendencia que CNE1) derivan en las CCMM-IF Propio Bajo. Esta tendencia sólo puede explicarse desde una fragmentación extra que sufriría el ápice del que se desprendería su cúspide arrastrando parte de la columela alterando los resultados de la muestra porque eleva el IF, aparecen un número mayor de ápices aparentemente de ejemplares Pequeños y altera el resultado general de la EPRE.

LOBOS 1. CONCHEROS NE 1-2 %CCMM						
CM	CNE1			CNE2		
	Peq	Med	Gr	Peq	Med	Gr
L.I	3,71	7,98	4,55	7,08	7,37	3,68
L.II	9,87	20,78	6,09	15,68	11,18	2,75
L.III	2,31	4,55	1,75	5,38	3,49	0,44
L.IV	0,35	0,7	0,21	1,51	0,28	0,09
L.V	7,91	18,89	5,32	19,07	11,99	2,93
L.VI	0,35	1,54	0,35	2,46	1,32	0,66
L.VII	0,35	0,98	0	0,57	0,19	0,19
L.VIII	0	0,14	0,21	0,47	0	0,09
L.Excep.	0,07	0,35	0,63	0,19	0,47	0,47

Figura 17. Análisis de las Categorías Morfológicas y del EPRE de los Concheros Noreste 1 y 2.
(Elaboración: R. Cebrián).

3.3.2. Análisis de la Productividad y Efectividad del CNE 1 y 2

Conchero NE1

$$IF = 15,05$$

$$EPRO = 2 - 15,05 = -13,05$$

$$GRAME = 15,05 / 2 = 7,525$$

$$EPOT = 100 - \left(\frac{15,02}{\left(\frac{-13,02}{15,02} * 100 \right)} * -100 \right) = 82,67\%$$

Tanto su EPRO (-13,05) como su EPOT (82,67%) son cifras que reflejan una efectividad en el trabajo superior a la del Conchero Oeste que era el que tomamos como ejemplo inicial.

Conchero NE2

$$IF = 20,2$$

$$EPRO = 2 - 20,2 = -18,2$$

$$GRAME = 20,2 / 2 = 10,1$$

$$EPOT = 100 - \left(\frac{20,2}{\left(\frac{-18,2}{20,2} * 100 \right)} * -100 \right) = 77,58\%$$

Al contrario que el CNE1, esta muestra contenía un IF muy alto lo que significa una efectividad productiva baja, con una EPRO alejándose del IF áureo de 2, bajando su GRAME hasta los 10,1 puntos y haciendo disminuir el % de efectividad potencial

(EPOT) 5 puntos en relación con CO, CNO y CNE1.

Los resultados nos permiten inferir que hay una disparidad metodológica en el trabajo realizado de extracción, bien por ser dos trabajadores distintos o por una técnica diferente de trabajo ante taxones volumétricamente diferenciados teóricamente, aunque su peso nos muestre otra realidad. La cercanía de ambos concheros sugiere que se constituyeron al tiempo por lo que toma cuerpo la idea de los dos operarios. Podemos pensar que, partiendo de un mismo método de extracción, la habilidad de los trabajadores (experiencia, fuerza, uso de percutores blandos...) marcó la diferencia resultando que hay una “productividad operativa baja” en el segundo caso (menor NMI, mayor IF).

3.4. Conchero Sur

El CS no está excavado en su totalidad. Muestra potencialidad de registro malacológico hacia el Este y hacia el Oeste del yacimiento por lo que podría formar un superconchero con el CO si llegará mostrarse una continuidad entre ambos.

3.4.1. Análisis cuantitativo, descriptivo y comparativo del CS

- Con el CO (Figura 18) comparte el bajo peso medio (8,51 g de media en el CS por 8,53 g en el

CO). Sin embargo, sí que hay diferencias en la biometría. En CO se observaba un equilibrio entre las tres categorías. En el CS los ejemplares Pequeños son mayoritarios. En ambos casos parece señalarse un agotamiento del caladero, bien por circunstancias naturales o por la presión pesquera. Quizás CO y CS representan los últimos momentos de ocupación y explotación del taller.

- El CS alberga la presencia de un mayor número observable de *Hd* en su registro malacológico. Aparecen juntos un conjunto de ápices y conchas, fácilmente observables incluso en el caos del resto del registro malacológico. Ocurría un caso similar en el CO sólo que aquí eran los canales sifonales. Podría inferirse que fueron separados *ex profeso*, incluso sin descartar un uso ritual.

- No se realizó el análisis de las Categorías Morfológicas por lo que no se puede aplicar el EPRE.

3.4.2. Análisis de la Productividad y Efectividad del CS

$$\text{IF} = 13,15 \quad \left(\frac{13,15}{(-11,15 * 100)} * -100 \right)$$

$$\text{EPRO} = 2 - 13, \quad \left(\frac{13,15}{13,15} * 100 \right)$$

$$\text{GRAME} = 13,15 / 2 = 6,58$$

$$\text{EPOT} = 100 - \quad = 84,5\%$$

El conchero S tiene los mejores datos de efectividad de los rescatados hasta la fecha dado su menor IF (13,15) lo que se refleja en la EPRO más cercana a 1 (-11,85) y la GRAME a 0 (6,58) con un porcentaje de efectividad productiva potencial del 84,5%.

3.5. Conchero Norte

CN adolece de uno de los análisis que sí hemos aplicado al resto, el del IF, ya que no pudo ser realizado. Por esta razón no hemos podido aplicar las fórmulas de inferencia e interpretación de la

eficacia laboral. Sí efectuamos el resto de los análisis de contabilización. El rasgo más importante del conchero N es que se sitúa extramuros Norte de los Recintos 1 y 2 por lo que nos da una nueva perspectiva al espacio de trabajo del taller. Pero, además y como ya ocurriera en el R1, el R2 tiene también infrapuesto a su piso de ocupación un conchero (UE39) en dirección Oeste-Norte. Seguramente, este conchero infrapuesto corresponde a las primeras ocupaciones del taller.

3.5.1. Análisis cuantitativo, descriptivo y comparativo del CN

- El CN (Figura 19) se equipara al CNO en cuanto a su categorización biométrica, con preponderancia de ejemplares Pequeños y Medianos (39,07 y 45,55% respectivamente). Sin embargo, se observa que el peso medio por ejemplar baja notablemente a 10,11 g por los 17,31 g del CNO acercándose a CO que mostró unos guarismos de 8,6 gr por ejemplar y CS con 8,51 g. Esto muestra que cada conchero del yacimiento tiene una realidad biológica concreta relacionada con circunstancias diversas que pueden ser caladeros que sólo ofrecen especímenes gráciles de diversos tamaños, circunstancias tafonómicas que han hecho perder parte del registro o afectar a éste, e, incluso, unas afecciones aleatorias en los concheros en relación a la profilaxis del espacio de trabajo.

- Al situarse el conchero N fuera del espacio de los recintos quizás estemos ante el resultado de una ocupación tardía, con las zonas de captación de materia prima en decadencia.

- Se separaron, contaron y analizaron con exactitud el número de ápices termoalterados en busca de entender si la aparición de ápices quemados debería o no relacionarse con parte del proceso extractivo y tintóreo (Bernal *et al.*, 2008, 2011 donde se niega tal hipótesis) o con otras causas. En los concheros O y NO (los estudiados hasta el momento del análisis del CN) se observaba la es-

Conchero S			
Extensión de su zona nuclear (hasta el momento)	<i>circa</i> 19 m ²		
NMI	34132 en una potencia de <i>circa</i> 1796 ejemplares/m ²		
IF	13,15 (alto)		
Biometría %	Gr = 7,05	Med = 28,3	Peq = 64,65
Peso	8,51 g (bajo)		

Figura 18. Análisis cuantitativo, descriptivo y comparativo del Conchero Sur. (Elaboración: R. Cebrián).

Conchero N					
Extensión de su zona nuclear (hasta el momento)	<i>circa</i> 12 m ²				
NMI	32770 en una potencia de <i>circa</i> 2730 ejemplares/m ²				
IF	13,15 (alto)				
Biometría %	Gr = 15,37	Med = 45,55	Peq = 39,07		
Peso	10,11 g (bajo)				

Figura 19. Análisis cuantitativo, descriptivo y comparativo del Conchero Norte.
(Elaboración: R. Cebrián).

casa presencia de ápices quemados con relación al conjunto. Del total del NMI (32784) sólo 1,19% de la muestra (393) aparecen con signos de termoalteración lo que demuestra la “no relación” de estos ejemplares con la metodología de extracción. Quizás hayan sido producto de la profilaxis de los espacios de trabajo o de quemas casuales sin descartar que hayan sido usados como alcalinizante (cenizas y cal) para la fabricación de tinte.

3.6. Cálculo de la *Productividad Ejecutada de Lobos 1 (Global)*

Este cálculo se realiza sobre la totalidad del registro rescatado de los distintos concheros que conforman el yacimiento de Lobos 1 (Figura 20).

4. Conclusiones

La síntesis de nuestra metodología de análisis de los concheros relacionados con la fabricación de tinte púrpura de origen animal de la Antigüedad proviene de la búsqueda de elementos mensurables que nos ayuden a analizar y entender el proceso. La comprensión y tratamiento de estos datos proviene, por una parte, de nuestra experiencia de análisis en campo y laboratorio del re-

gistro rescatado proveniente del yacimiento de taller romano del islote de Lobos junto a la lectura de trabajos análogos de la historiografía especializada y, por otra, de la recreación en los procedimientos experimentales del proceso de extracción de los precursores del tinte de los moluscos Muricidae. De los primeros aprendimos al manejo de la fuente básica de información: el estudio contabilizado del registro, la deconstrucción de éste en cifras relacionadas con aspectos concretos del proceso extractivo: el Número Mínimo de Individuos y el Índice Fragmentación. De los procedimientos experimentales entendimos el significado de estas cifras y su profunda relación con la operatividad de los trabajadores en relación con la productividad del taller.

Por tanto, la deconstrucción de los concheros en datos busca su categorización y la cuantificación de su registro para su descripción y, también, para la comparación con otros análogos. Además, busca la estimación de su productividad basada no sólo en los datos del NMI, sino en la operatividad o eficacia de los trabajadores. Esta forma de trabajo de los operarios puede ser rastreada en el registro y puede ser también comparada. Para ello hemos propuesto una serie de fórmulas y una tabla de cálculo para estimar esa capacidad de eficacia la-

NMI	Masa (g)	Porfirógeno (mg) <i>Sh</i> = 0,8	Lana teñida (g)	Alcalino (ml)	Agua (l)
7	35	5,6	1	70	0,5643
$181489/7 =$ 25927	$25927*35$	$25927*5,6$	$25927*1$	$25927*70$	$25927*0,5643$
181489	907445	145191,2	25927	1814890	14631

Figura 20. Fórmula de cálculo de la capacidad de tintado desde el NMI o Productividad Ejecutada desde operativo * 7 con los datos del yacimiento de Lobos 1. Se calcula el porfirógeno en relación al 0,8 mg que proporciona Stramonita haemastoma al ser éste el taxón absolutamente preponderante del taller.

NMI 181489 (NMI tomado en septiembre del 2021). (Elaboración: R. Cebrián).

boral y de productividad estimada del taller.

Al ser un método de análisis basado totalmente en el método arqueológico puede aplicarse a cualquier yacimiento que pueda ser susceptible de relacionarse con el proceso de la púrpura de la Antigüedad, incluso en aquellos que hayan sufrido la pérdida de parte de su registro para lo que hemos propuesto otra fórmula de estimación de éste.

Señalábamos que el método fue construyéndose a medida que estudiábamos el registro arqueológico del taller romano de Lobos 1. Se fue constituyendo en relación con la necesidad de contestar las incógnitas que nos fueron surgiendo en su estudio. Básicamente su alto IF, la diferencia de peso entre concheros que señalaba una diferencia sustancial en su propia constitución, la aparición de las CCMM, las dudas sobre el método extractivo. Sin la realización de los procedimientos experimentales no hubiéramos podido dar respuesta a esas preguntas ni hubiéramos recabado en la posibilidad de inferir los criterios de método laboral y productividad desde el registro. Generar nuestro propio conchero, constatar cuál era el método más eficaz de fracturación-extracción y, sobre todo, saberlo “leer” desde el registro deconstruido y cuantificado nos permitió concretar toda nuestra metodología de análisis y aplicarlo a nuestro registro.

De aquí dedujimos que los concheros representaban momentos dispares de las campañas de la púrpura y que se caracterizaban por cambios significativos en los espacios de captación de la materia prima purpurígena. Esto se reflejaban en el tamaño y el volumen en el registro arqueológico rescatado. Entendimos que el IF tan alto de Lobos 1 en relación con otros yacimientos como C/Luis Milena y El Olivillo (Bernal *et al.*, 2011, 2018) correspondería a procesos predeposicionales (una metodología de trabajo muy agresiva, quizás por trabajar especímenes no tan habituales en las costas gaditanas) y postdeposicionales (relacionados con la fragilidad de las conchas de los ejemplares más gráciles). Pudimos calcular, como hemos mostrado *ad supra*, una estimación por conchero de la eficacia en la labor de los operarios que hemos estimado como “poco eficaz” al alejarse sus cifras de las obtenidas en otros yacimientos ya comentados y en los procedimientos experimentales: produjeron mucho pero no de manera efectiva. Así mismo, realizamos una estimación de la producción global del taller con una tabla aplicable a cualquier espacio arqueológico similar.

Nuestro método no sólo persigue conocer el

cálculo aproximado de la productividad de los talleres, compararlos entre sí y entender su impacto en la economía romana. Perseguimos humanizar los concheros, conocer más de y a los operarios que los trabajaron, de cómo era su vida cotidiana, su forma de trabajo, su esfuerzo. Detrás de todo proceso histórico están las personas que lo vivieron e hicieron posible, los verdaderos protagonistas de la Historia.

5. Agradecimientos

A las Instituciones que arropan y financian nuestro trabajo arqueológico en Lobos, Cabildo de Fuerteventura, Cabildo de Tenerife y Universidad de La Laguna, en el marco del Proyecto de Investigación *Poblamiento y Colonización de islas en el Atlántico. Excavación arqueológica sistemática en el lugar de Lobos 1 (Isla de Lobos, La Oliva, Fuerteventura)*. Este estudio se ha efectuado arropado por el Proyecto ARQPYCAC-PATRI17, *Arqueología del Poblamiento y Colonización Antigua de Canarias. Codificando el territorio, recursos insulares y bienes en circulación*, Fundación CajaCanarias y Fundación Bancaria la Caixa-2019 (IP: M.C. Del-Arco-Aguilar), y en el marco de una Beca predoctoral de FPI, por concesión de la ACIISI (Gobierno de Canarias, que disfrutó uno de nosotros (RCG), siendo MCAA la responsable de la dirección.

6. Bibliografía

- ATOCHE-PEÑA Pablo; PAZ-PERALTA, Juan.; RAMÍREZ-RODRÍGUEZ, Ángeles; ORTIZ-PALOMAR, María. 1995: *Evidencias arqueológicas del mundo romano en Lanzarote (Islas Canarias)*. Cabildo Insular de Tenerife. Arrecife.
- ATOCHE-PEÑA, Pablo; RAMÍREZ-RODRÍGUEZ, Ángeles. 2017: “Gentes del ámbito cultural romano en la Protohistoria de Canarias”. En G. SANTANA y L. DEL-PINO (eds.): *Παιδεία καὶ ζήτησις. Homenaje a Marcos Martínez*, pp. 131-140. Ediciones Clásicas. Madrid.
- BERNAL-CASASOLA, Darío. 2008: “Arqueología de los puertos romanos del Fretum Gaditanum: nuevos datos, nuevas perspectivas [Paper]”. Conference: *Bollettino di Archeologia on line I 2010*.
- BERNAL-CASASOLA, Darío; CANTILLO-DUARTE, Juan Jesús; VARGAS-GIRÓN, José. 2018: “Concheros y evidencias de la cadena operativa de producción de púrpura en El Olivillo”. En D.

Propuesta de una metodología arqueológica para el análisis de los registros malacológicos de talleres de tinte púrpura

- BERNAL; J. VARGAS y M. LARA (eds.): *7 metros de la Historia de Cádiz. Arqueología en El Olivillo y en el Colegio Mayor Universitario*, pp.584-591. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cádiz. Cádiz.
- BERNAL-CASASOLA, Darío; EL KHAYARI, Abdellaziz; RAISOUNI, Baraka; DÍAZ-RODÍGUEZ, José; BUSTAMANTE-ÁLVAREZ, Macarena; SÁEZ-ROMERO, Antonio; LARA-MEDINA, Macarena; VARGAS-GIRÓN José; ESCALÓN-PRA-DA, Delia 2011b: "Del poblamiento litoral romano en la Tingitana mediterránea. Excavaciones preventivas en Metrouna y Sidi Bou Hayel". *Arqueología y turismo en el círculo del estrecho. Estrategias para la puesta en valor de los recursos patrimoniales del Norte de Marruecos*, pp. 405-462. Universidad de Cádiz. Cádiz.
- BERNAL-CASASOLA, Darío; ROLDÁN-GÓMEZ, Lourdes; BLÁNQUEZ-PÉREZ, Juan; DÍAZ-RO-DRÍGUEZ, José; PRADOS-MARTÍNEZ, Fernando, 2008: "Un taller de púrpura tardorromano en Carteia (Baetica, Hispania). Avance de las excavaciones preventivas en el conchero de Villa Victoria (2005)". En C. ALFARO y L. KARALI (eds.): *Purpureae Vests II Symposium Internacional sobre Textiles y Tintes del Mediterráneo en el mundo antiguo: vestidos, textiles y tintes. Estudio sobre la producción de bienes de consumo en la Antigüedad*, pp. 209-226. Universitat de València, Servei de Publicacions. Valencia.
- BERNAL-CASASOLA, Darío; SÁEZ-ROMERO, Antonio; BUSTAMANTE-ÁLVAREZ, Macarena. 2011: "Púrpura y pesca en el Gadir tardopúnico. la fossa-conchero de desechos haliéuticos de la C/ Luis Milena (San Fernando, Cádiz)". En C. ALFARO; J. P. BRUN; P. BORGARD y R. PIEROBON (eds.): *Purpureae Vests. III Symposium Internacional sobre Textiles y Tintes del Mediterráneo en el mundo antiguo*, pp. 157-180. Universitat de València, Servei de Publicacions. Valencia.
- BERNAL-CASASOLA, Darío; SÁEZ-ROMERO, Antonio; BUSTAMANTE-ÁLVAREZ, Macarena; CANTILLO-DUARTE, Juan Jesús; CASIMIRO-SORI-GUER, Milagrosa; ZABALA-GIMÉNEZ, Cristina; HERNANDO-CASAL José 2014: "Un taller tardorromano de producción de púrpura getúlica en Septem". En J. J. CANTILLO; D. BERNAL y J. RAMOS (eds.): *Moluscos y púrpura en contextos arqueológicos atlántico-mediterráneos. Nuevos datos y reflexiones en clave de proceso histórico*, pp. 329-345. Universidad de Cádiz, Servicio de Publicaciones. Cádiz.
- BONOMO, Néstor; DE LA VEGA, María; BONGIO-VANNI, Victoria; LANATA, José; ARRIGONI, Gloria, 2006: "Estudios en la factibilidad en la detección de concheros mediante métodos geofísicos". *Arqueo-geofísica: una metodología interdisciplinaria para explorar el pasado*, pp. 131-146. CEBBAD-CONICET. Buenos Aires, Argentina.
- CARDON, Dominique, 2014: *Le monde des teintures naturelles*. Ed. Belin. París.
- CEBRIÁN-GUIMERÁ, Ramón. 2016: "Apéndice 2. Lobos 1, un taller de púrpura. Aportación al estudio de los patrones de fractura de *Stramonita haemastoma*". En C. DEL-ARCO; M. DEL-ARCO; C. BENITO y C. ROSARIO (eds.): *Un taller romano de púrpura en los límites de la Ecúmene, Lobos 1 (Fuerteventura, Islas Canarias). Primeros resultados. Serie Canarias Arqueológica*, pp. 417-425. OAMC, Cabildo de Tenerife. Santa Cruz de Tenerife.
- CEBRIÁN-GUIMERÁ, Ramón. 2022: *Diagnosis del proceso tecnológico de la explotación de la púrpura. Sobre los patrones de fractura de los Muricidae en el taller de Lobos (Fuerteventura) en su contexto del Círculo del Estrecho. Arqueología de análisis y experimental*. Tesis doctoral inédita. Universidad de La Laguna.
- CEBRIÁN-GUIMERÁ, Ramón; DEL-ARCO-AGUILAR, Carmen; DEL-ARCO-AGUILAR, Mercedes. 2021: "Desde los registros de Muricidae del taller de púrpura de Lobos. Aportaciones metodológicas al estudio de enclaves especializados en la producción de púrpura durante la antigüedad". *XVIII Jornadas de Estudios de Fuerteventura y Lanzarote*, pp. 69-93. Cabildo Insular de Fuerteventura y Cabildo Insular de Lanzarote. Puerto del Rosario.
- CEBRIÁN-GUIMERÁ, Ramón; DEL-ARCO-AGUILAR Carmen y DEL-ARCO-AGUILAR, Mercedes. 2022: "Muricidae breakage patterns at: the Roman high imperial period purple dye workshop from Isla de Lobos (Fuerteventura, Islas Canarias). A characterization proposal". *Bulletin d'Archéologie Marocain*, pp. 305-319. <https://insap.ac.ma/?p=30488>.
- CEBRIÁN-GUIMERÁ, Ramón; DEL-ARCO-AGUILAR, Carmen; DEL-ARCO-AGUILAR, Mercedes; BERNAL-CASASOLA, Darío; CANTILLO-DUARTE, Juan Jesús; VARGAS-GIRÓN, José. 2020: "Púrpura romana en El Olivillo (Cádiz) y Lo-

- bos (Canarias): comparativa de los patrones de fracturación y arqueología experimental". En M. BUSTAMANTE-ÁLVAREZ; E. SÁNCHEZ-LÓPEZ y J. JIMÉNEZ-ÁVILA (eds.): *Purpureae Vests VII. Redefining Ancient Textile Handcraft: Structures, Tools and Production Processes (Granada)*, pp. 109-117. Universidad de Granada. Granada.
- DEL-ARCO-AGUILAR, Carmen; DEL-ARCO-AGUILAR, Mercedes. 2020: "Romanos en Canarias. Una visión desde el taller de púrpura de El Islote de Lobos (Fuerteventura)". En A. CARREROS y C. PAPÍ (coords.): *Actualidad de la Investigación Arqueológica en España (2018-19). Conferencias impartidas en el Museo Arqueológico Nacional, I*, pp. 451-467. Museo Arqueológico Nacional, Ministerio de Cultura y Deportes. Madrid.
- DEL-ARCO-AGUILAR, Carmen; DEL-ARCO-AGUILAR, Mercedes; BENITO-MATEO, Carmen; ROSARIO-ADRIÁN, Candelaria. 2016: *Un taller romano de púrpura en los límites de la Ecumeña, Lobos 1 (Fuerteventura, Islas Canarias). Primeros resultados*. Serie Canarias Arqueológica 6. Santa Cruz de Tenerife.
- DEL-ARCO-AGUILAR, Carmen; DEL-ARCO-AGUILAR, Mercedes; CEBRIÁN-GUIMERÁ, Ramón; GARRIDO-CHACÓN, Helia.; SIVERIO-BATISTA, Celia; RODRÍGUEZ-FIDEL, David; RODRÍGUEZ-ÁLVAREZ, Sidney. 2021: "El taller de púrpura de Lobos 1. Estado actual de la investigación". *XVIII Jornadas de Estudios de Fuerteventura y Lanzarote. Puerto del Rosario, 25-27 de septiembre de 2019*, pp. 15-68. Cabildo Insular de Fuerteventura y Cabildo Insular de Lanzarote. Puerto del Rosario.
- DEL-ARCO-AGUILAR, Mercedes. 2020: *Los murileguli del taller romano de púrpura de Lobos también eran pescadores. Museo de la Naturaleza y la Arqueología*. OAMC. Santa Cruz de Tenerife. Publicado el 02/04/2020. <https://www.museosdetenerife.org/muna-museo-de-naturaleza-y-arqueologia/evento/5495>.
- GARRIDO-CHACÓN, Helia; DEL-ARCO-AGUILAR, Carmen; DEL-ARCO-AGUILAR, Mercedes. 2021a: "¡A comer! De la cocina a la mesa. La alimentación de los murileguli a partir de la cerámica común del taller de púrpura de lobos 1 (Fuerteventura, Islas Canarias)". *XVIII Jornadas de Estudios de Fuerteventura y Lanzarote. Puerto del Rosario, 25-27 de septiembre de 2019*, pp. 95-159. Cabildo Insular de Fuerteventura y Cabildo Insular de Lanzarote. Puerto del Rosario.
- Fuerteventura y Cabildo Insular de Lanzarote. Puerto del Rosario.
- GARRIDO-CHACÓN, Helia; DEL-ARCO-AGUILAR, Carmen; DEL-ARCO-AGUILAR, Mercedes, 2021b: "Cooking Ceramic among the murileguli of High Imperial Period Purple Dye Workshop from Lobos (Fuerteventura, Canary Islands). Preliminary results". *Bulletin d' Archéologie Marocain*, 26, pp. 305-327.
- GARRIDO-CHACÓN, Helia; DEL-ARCO-AGUILAR, Mercedes; DEL-ARCO-AGUILAR, Carmen; FERNÁNDEZ-GARCÍA, María. 2021c: "Una aproximación a las cerámicas de importación en el taller romano de púrpura de Lobos 1 (Fuerteventura). Una travesía atlántica con ruta Gades-Fortunatae Insulae". En: C. FERNÁNDEZ-OCHOA; C. HERAS-MARTÍNEZ; A. MORILLO-CERDÁN; M. ZARZALEJOS-PRIETO; C. FERNÁNDEZ-IBÁÑEZ y M. PINA-BURÓN (eds.): *V Congreso Internacional Sociedad de Estudios de la Cerámica Antigua En Hispania, S.E.C.A.H. De la costa al interior. Las cerámicas de importación en Hispania. Alcalá de Henares, 6 a 9 de noviembre de 2019*. pp. 113-124. Museo Arqueológico de la Comunidad de Madrid. Consejería de Cultura, Turismo y Deporte. Madrid.
- KOREN, Zvi. 2006: "HPLC-DAD analysis of brominated indirubinoid, indigoid and isatinil dyes". En L. MEIJER; N. GUYARD; I. SKALTSOUNIS y G. EISENBRAND (eds.): *Indirubin, the red shade of indigo*, pp. 45-53. Life in Progress Editions Ch. 5. Roscoff, Francia.
- SIVERIO-BATISTA, Celia. 2017: "Estudio de las arqueofaunas terrestres en talleres de púrpura del atlántico y mediterráneo centro-occidental durante la antigüedad". *Arqueología y Territorio*, 14, pp. 93-204.
- SIVERIO-BATISTA, Celia; DEL-ARCO-AGUILAR, Mercedes; DEL-ARCO-AGUILAR, Carmen. 2021: "Análisis comparativo de fauna terrestre domesticada del taller de púrpura de Lobos y otros registros de asentamientos antiguos de Fuerteventura y Lanzarote. Estudio preliminar". *XVIII Jornadas de Estudios de Fuerteventura y Lanzarote. Puerto del Rosario, 25-27 de septiembre de 2019*, pp. 161-191. Cabildo Insular de Fuerteventura y Cabildo Insular de Lanzarote. Puerto del Rosario.
- WILSON, Andrew; TÉBAR-MEGÍAS, Estíbaliz. 2008: "Purple dye production at Hellenistic Euesperides (Benghazi, Libya)". En J. NAPOLEI (ed.): *Ressources et Activités Maritimes des*

Peuples de l' Antiquite. Actes du colloque international de Boulogne-sur-Mer, 12, 13 et 14 mai 2005, pp. 231-238. Centre de Recherche en Histoire Atlantique et Littorale. Francia.

Fuentes Clásicas

PLINIO EL VIEJO: *Historia Natural, Libro IX*. Traducción y notas de E. del Barrio *et al.* Ed. Gredos Clásica, 2010. Comentarios de E. St.-Denis, G. Konig y R. Winkler. Madrid.

Webgrafía

CEBRIÁN-GUIMERÁ, Ramón; DEL ARCO-AGUILAR, Carmen; DEL ARCO-AGUILAR, Mercedes; CEBRIÁN-SERRANO, Hugo. 2021: *PEULL21, Proedimiento Experimental de la Universidad de La laguna, 2021*. HC Studio. <https://www.youtube.com/watch?v=JPaM1NGkAI4&t=23s>.

SY CORVO, Helmut. 10 de junio de 2019: *Tasa de rendimiento: cómo se calcula y ejemplos*. Life-der. Recuperado de <https://www.lifeder.com/tasa-de-rendimiento/>.