

La Producción y consumo de vino a través del análisis de residuos químicos en materiales arqueológicos

Alessandra Pecci¹

Resumen:

El vino es, sin duda, una de las bebidas más importantes producidas, comercializadas y consumidas en la antigüedad en el área mediterránea. Existen muchos datos históricos y arqueológicos que permiten estudiar su producción y consumo a lo largo del tiempo. Sin embargo, una importante aportación viene del análisis de residuos químicos y, en particular, orgánicos (organic residue analysis - ORA), que permiten contribuir a su estudio, gracias a que las superficies porosas absorben las sustancias líquidas y semilíquidas con las que entran en contacto y las preservan. Esto permite confirmar hipótesis acerca de la producción de esta bebida en áreas geográficas o yacimientos específicos, o de su transporte y su consumo, a través del estudio de instalaciones productivas y de diferentes materiales cerámicos. De esta forma, podemos estudiar lo que podríamos llamar el “ciclo de vida” de este producto.

Aquí se presenta el estudio de materiales de diferentes épocas indagados en la Universidad de Siena (Italia) y en el Equipo de Investigación Arqueológica i Arqueométrica de la Universidad de Barcelona, principalmente, en Italia y en la península ibérica.

Palabras clave:

Vino, análisis de residuos orgánicos, arqueología experimental, etnoarqueología, estructuras productivas, ánforas, dolios

1. Associació Catalana de Bioarqueologia, ERAAUB, Departamento de Historia y Arqueología, Sección de Arqueología, Universitat de Barcelona

1. Introducción

El vino es, sin duda, una de las bebidas más importantes producidas, comercializadas y consumidas en la antigüedad en el área mediterránea.

Existen muchos datos históricos y arqueológicos que permiten estudiar su producción y consumo a lo largo del tiempo. Sin embargo, una importante aportación viene del análisis de residuos químicos y, en particular orgánicos, (Organic residue analysis – ORA), que permiten contribuir a su estudio, confirmando hipótesis acerca de la producción de esta bebida en áreas geográficas o yacimientos específicos, o de su transporte y su consumo a través del estudio de instalaciones productivas y diferentes materiales cerámicos.

En efecto, las superficies porosas absorben las sustancias líquidas y semilíquidas con las que entran en contacto y las preservan. Esto ocurre así en el caso de las cerámicas, como afirmaron Condamin y Formenti en los años setenta (Condamin *et al.*, 1976), y como han demostrado sucesivamente muchos autores (entre ellos Evershed, 1993, 2008). Todo ello permite conocer las sustancias con las que el recipiente cerámico entró en contacto y, por lo

tanto, –cuando existió– su recubrimiento orgánico, y, sobre todo, su contenido. También es posible estudiar pavimentos arqueológicos: los líquidos empleados o producidos por las diferentes actividades humanas y, en particular, por la producción o preparación de alimentos, al caer al pavimento, son absorbidos y preservados por las superficies sobre las que se depositan (Barba, 2007). En particular, es posible aprovechar estas características para estudiar los depósitos en *opus signinum* de las estructuras productivas (Pecci *et al.*, 2013a, 2013b, 2013c; Pecci, D’Andria, 2014).

Durante mucho tiempo, debido a la dificultad de extracción y, por lo tanto, de identificación de los biomarcadores de vino, no fue posible confirmar la presencia de esta sustancia en materiales arqueológicos, que solo era inferida por pruebas indirectas, como la existencia de un recubrimiento a base de resina o pez en las ánforas (Heron, Pollard, 1989).

Afortunadamente, lo anterior ha cambiado durante los últimos años gracias al desarrollo de nuevas técnicas de extracción y análisis. Después de los primeros intentos realizados por Formenti, debemos el impulso de estos estudios a McGovern, quien se ha dedicado durante mucho tiempo al estudio de la his-

toria del vino y otras bebidas fermentadas inicialmente a través del uso de *spot tests* (McGovern, 2004). Sucesivamente se desarrollaron otros métodos de análisis, como la pirólisis (Garnier *et al.*, 2003), la cromatografía líquida (Guash Jané *et al.*, 2004; Barnard *et al.*, 2011; McGovern *et al.*, 2013, 2017) y, finalmente, en los primeros años del siglo XXI, se ha implementado el estudio con cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (Pecci, 2005, 2009; Pecci *et al.*, 2013c; Garnier, Valamoti, 2016).

Todo ello presenta una gran oportunidad para estudiar la historia del vino y, en particular, permite estudiar lo que podríamos llamar el “ciclo de vida” de este producto, desde su producción hasta su consumo, pasando por el almacenamiento y el transporte. Aquí presentamos algunos ejemplos del estudio de instalaciones de producción y de materiales cerámicos asociados al ciclo del vino en diferentes yacimientos de la península Ibérica. Los ejemplos cubren una amplia gama cronológica, desde la Edad del Hierro hasta el período medieval, pasando por el período romano y la Antigüedad tardía.

Todos los materiales que presentamos se han estudiado en la Università di Siena (Italia) y en el ERAAUB de la Universitat de Barcelona siguiendo la siguiente metodología. Después del muestreo, los materiales se llevan al laboratorio, donde se limpian mecánicamente y se pulverizan. Para la identificación de residuos de vino se ha usado el método de extracción y análisis desarrollado por Pecci *et al.* (2013c), y para la identificación de lípidos, el método de extracción y análisis desarrollado en Bristol (Mottam *et al.*, 1999). Gracias a estos análisis se identifican lo que Evershed denominó biomarcadores de las sustancias que entraron en contacto con la cerámica (Evershed, 2008), o sea las «huellas digitales» (*fingerprints*) químicas «típicas de compuestos y mezclas que existen en sustancias que posiblemente habrían sido utilizadas en el pasado». El ácido tartárico es considerado el biomarcador del vino. Ello se debe a que, aunque el ácido tartárico se encuentre también

en otras frutas, es muy abundante en la uva y, por lo tanto, en el área mediterránea, podemos considerar que su presencia indica que un líquido derivado de la uva estuvo en contacto con los materiales arqueológicos a los que aparece asociado. El ácido siríngico puede ser considerado el marcador del vino tinto, debido a que es un producto de degradación de la malvidina (Guasch Jané *et al.*, 2004; Barnard *et al.*, 2011); sin embargo, debido a que se trata de un ácido presente también en otras sustancias, siempre hay que ser cuidadosos con las interpretaciones (Garnier, Valamoti, 2016). Con los mismos análisis se identifican también otros ácidos, como succínico, málico, maleico, fumárico, cítrico, que también se encuentran en el vino, pero no pueden ser considerados biomarcadores específicos de esa sustancia.

Como hemos mencionado, el ácido tartárico suele considerarse marcador de la uva (jugo de uva, vino, vinagre...). Aún así, debido a que el ácido tartárico se encuentra también en otros frutos como el tamarindo (Barnard *et al.*, 2011), para poder interpretar la presencia de ácido tartárico como marcador de jugo de uva es importante tener en cuenta el contexto histórico y arqueológico y los datos botánicos del yacimiento o del área geográfica estudiada. Finalmente, es importante recordar que por el momento no es posible diferenciar entre el vino y sus derivados, como el vinagre.

En los siguientes párrafos presentamos algunos ejemplos de los resultados que hemos obtenido estudiando el ciclo de vida del vino, organizados en base al tipo de material objeto de estudio.

2. Depósitos y prensas de instalaciones productivas

El ciclo de vida del vino puede ser dividido en diferentes fases: el cultivo de la viña y la recolección de la uva, la producción del vino, su conservación y transporte, su consumo y su desecho. La primera fase deja trazas en el re-

gistro arqueológico, pero el análisis de residuos no puede aportar datos adicionales. En cuanto a la recolección de la uva, esta fase no deja ningún rastro que pueda identificarse mediante el análisis de residuos orgánicos en el registro arqueológico. Así que la producción del vino es la primera fase que podemos estudiar gracias a esta técnica.

Esta fase, a su vez, puede ser dividida en diferentes subfases, el pisado, el prensado y la fermentación (Peña Cervantes. 2019).

Dependiendo de los períodos históricos, la producción de vino se llevó a cabo utilizando diferentes infraestructuras y con métodos diferentes. Existen evidencias de estructuras de producción bien organizadas durante el período romano y la Antigüedad tardía, caracterizadas por la presencia de *calcatoria* –depósitos poco profundos y anchos donde las uvas eran pisadas–, de prensas y de depósitos más profundos (*lacus*) donde se recolectaba el mosto. Finalmente, el vino fermentaba en recipientes, especialmente *dolia* y *dolia de fosa* (Brun, 1993, 2003; Peña Cervantes, 2010, 2019).

En algunos casos se han conservado suficientes restos de las instalaciones productivas que permiten su interpretación como instalaciones vinícolas. Sin embargo, en ocasiones no es posible confirmar su función. En estos casos es cuando se vuelve fundamental realizar análisis de residuos orgánicos (Pecci *et al.*, 2013b).

Esta fase del ciclo de vida del vino, su producción, puede reconocerse mediante la identificación de residuos en los depósitos de las instalaciones productivas o en las bases de las prensas. Al ser, como vemos, la argamasa o el *opus signinum* del revestimiento de los depósitos un material poroso que absorbe las sustancias líquidas que entran en contacto con él, es posible identificar la presencia de ácido tartárico en muestras recuperadas de este material (Pecci, 2007; Pecci *et al.*, 2013a, 2013b). Este enfoque metodológico ha permitido confirmar la producción de vino (o aceite) incluso cuando solo se conserva el fondo de un *lacus*.

Después de haber probado este método en Italia, en el estudio del fondo de un *lacus* pro-

bablemente del siglo III en el yacimiento de Donoratico en Toscana, Italia (Pecci, 2007) y de un *calcatorium* de la llamada Villa de Augusto en Somma Vesuviana (Allevato *et al.*, 2012; Pecci *et al.*, 2013c), se han analizado depósitos de yacimientos en la península Ibérica. Entre ellos, se han identificado residuos de producción de vino en un depósito del yacimiento tardoantiguo de Pla de Ses Figueres (Cabrera, Islas Baleares), excavado durante el proyecto “Recuperació, consolidació i museïtzació del monestir bizantí de l’illa de Cabrera”, dirigido por Mateu Riera Rullan y Magdalena Riera Frau. Los datos arqueológicos permitieron datar la instalación en el período de la ocupación vándala de las Baleares en el siglo V-VI. En este caso se ha podido demostrar que el depósito no estaba destinado a la producción de la púrpura, como se supuso inicialmente por el hallazgo de una gran cantidad de *murex* en el canal, sino a la de vino.

También se ha identificado vino en un depósito hallado en una de las habitaciones anexas al baptisterio de la basílica de Son Peretó (Mallorca, Islas Baleares), analizado en el marco del proyecto “Excavaciones arqueológicas en el complejo paleocristiano de Son Peretó (Manacor, Mallorca)”, dirigido por Miguel Ángel Cau Ontiveros y Mateu Riera Rullan (Pecci *et al.*, 2013a, 2013c).

Finalmente, se ha encontrado vino en un depósito aparecido en el marco del proyecto “Excavaciones arqueológicas en la villa romana de Sa Mesquida (Calvià, Mallorca)”, dirigido por Miguel Ángel Cau Ontiveros y Catalina Mas Florit, que había sido previamente interpretado como un depósito para la decantación de arcilla, por la presencia de un horno de cerámica cercano. En este caso, la combinación del estudio del depósito y de algunas ánforas de importación (Cau *et al.*, 2018) permite demostrar que probablemente en la villa se consumía vino producido localmente e importado. Un dato interesante es que los análisis de estos depósitos indican que en las muestras hay resina de Pinaceae. El uso de productos a base de Pinaceae en la época romana y tardoantigua era común para recubrir *dolia* y ánforas, sin

embargo, es posible que se usase también para la impermeabilización de estructuras productivas y, en particular, las de vino.

El estudio de otros depósitos en Cataluña permite confirmar la eficacia de este enfoque para la determinación de las estructuras destinadas a la producción de vino. Entre ellos, cabe destacar algunos casos de estudio particularmente interesantes por su novedad.

El primero de ellos es el estudio de una instalación productiva del siglo III, con reutilización en el siglo II, hallada en Coll del Moro, en el marco del proyecto coordinado por los doctores Joan Sanmartí, Maria Carme Belarte Franco y Rafael Jornet. Aquí, la gran cantidad de restos carpológicos de uva encontrados en una habitación cercana, estudiados por Dani López, había hecho proponer que la instalación se usó para la producción de vino. Para confirmar esta hipótesis se decidió aplicar el análisis de residuos a algunas muestras de la posible área de pisado de la uva. Los resultados de los análisis confirmaron la presencia de ácido tartárico en dos de las tres muestras analizadas, lo que confirma la función vinaria de la instalación. La presencia de ácido sirínico es compatible con la producción de vino tinto; sin embargo, habría que realizar otros análisis para confirmarlo. La ausencia de ácido tartárico en una de las muestras indica que este no deriva de la contaminación, sino del pisado de la uva, y que probablemente en algunas partes la superficie original de la instalación no se ha conservado. Asimismo, se muestreó la pared del depósito de recolección del mosto. Sin embargo, tampoco en esta muestra hay trazas de vino. En este caso es posible que el recubrimiento del depósito no se haya conservado o, probablemente, que en este espacio se colocase un contenedor cerámico que tendría la función de recolectar el mosto, y que ya no se encuentra *in situ*.

El estudio realizado en el yacimiento del Coll del Moro es interesante por dos razones. Por un lado, porque ha permitido confirmar que la instalación productiva era efectivamente vinaria, lo cual proporciona la primera evidencia “directa” de la producción de vino

en el período ibérico y una de las fechas más antiguas de producción de vino reconocidas por la aplicación de análisis de residuos en la península Ibérica y en el área mediterránea en general. Por otro lado, es interesante desde el punto de vista metodológico, por el tipo de material que se ha analizado, debido a que hasta ahora solo se habían analizado instalaciones productivas que presentaban un revestimiento en *opus signinum*, mientras que la de Coll del Moro está hecha en arcilla pisada. De hecho, el estudio arqueológico y etnoarqueológico de apisonados de tierra realizado durante muchos años en yacimientos arqueológicos de diferentes áreas del mundo (Barba *et al.*, 2017) ha demostrado que también estos materiales pueden ser estudiados para identificar los residuos de las actividades humanas. Sin embargo, hasta ahora no se había aplicado al análisis de estructuras productivas vinarias. El estudio realizado en Coll del Moro abre, por tanto, un abanico de nuevas posibilidades para el estudio de la función de las instalaciones productivas antiguas.

Otro importante estudio de instalaciones productivas es el que se ha realizado en el marco del Proyecto ECLOC “Ecclesiae, coemeteria et loci (s. VIII-XI). Sancti Cirici de Colera, Sidi-lianum, Olerdola / Esglésies, cementiris i hàbitats (s. VIII-XI). Sant Quirze de Colera, Sidillà, Olèrdola” (2014-2017 / 2018-2021), dirigido por Núria Molist y Gisela Ripoll en Olèrdola (Alt Penedès). Aquí se han analizado dos muestras de una prensa y un depósito conectados por medio de un canal y tallados en la roca. Aunque la datación del uso de este tipo de estructuras sea extremadamente difícil, la ocupación de esta parte del yacimiento puede datarse alrededor del siglo X-XI dC. (Esteve *et al.*, 2018). Los resultados de los análisis de la muestra de la prensa indican la presencia de ácido tartárico. También en este caso el resultado obtenido es particularmente interesante; aparte del interés histórico del hallazgo, también hay un interés metodológico debido a que el estudio demuestra que también la lítica puede ser objeto de análisis de residuos. Esta característica podrá ser aprovechada en un futuro para estudiar,

con las debidas precauciones, otras instalaciones productivas talladas en la roca.

3. Los *dolia*

Cuando no pueden estudiarse las bases de las prensas y los depósitos de las instalaciones productivas, o para complementar su estudio, puede ser interesante analizar otro material arqueológico muy importante que normalmente está relacionado con la producción de vino: los *dolia* o *pithoi*, en los que se lleva a cabo el proceso de fermentación. Este tipo de estudio se ha realizado en yacimientos como la llamada *Villa de Augusto*, en Somma Vesuviana (Italia), y en Butrinto, en Albania, donde las excavaciones llevadas a cabo durante la Summer Archaeology Field School, del 2012, organizada por Ilir Parangoni, Vallbona y Oliver Gilkes, han permitido encontrar algunos *dolia* posiblemente asociados a una instalación productiva. El análisis de los *dolia* ha permitido confirmar la presencia de vino en ambos (Allevato *et al.*, 2012; Pecci, *et al.*, 2013c).

En Cataluña, la Universitat de Barcelona ha estudiado algunos *dolia* romanos y tardoantiguos. Entre ellos, los del yacimiento de Can Farrerons, en Premià de Mar, Barcelona, en los que el análisis de residuos ha permitido confirmar la presencia de vino (Font i Piqueras *et al.*, 2005; Pecci *et al.*, 2016b). También hay restos de vino en dos fragmentos de *dolia* posiblemente asociados a una estructura productiva, encontrados en el yacimiento de Plaça Major-Horts de Can Torras (Castellar del Vallès), analizados en el marco de la tesis doctoral de Fernanda Inserra (Inserra, 2016; Inserra *et al.*, 2015).

En todos los casos mencionados, los análisis indican la presencia de metildehidtoabieta, considerado marcador de la brea obtenida por la combustión de madera (Colombini *et al.*, 2005), lo que sugiere que los *dolia* estaban recubiertos con pez/brea de Pinaceae. Esta sustancia se usaba para impermeabilizar ánforas y *dolia*, pero probablemente también para dar sabor al vino y conservar la bebida.

Además de proporcionar datos sobre la función de las instalaciones productivas, los *dolia* pueden ser estudiados para ampliar el conocimiento sobre la conservación y, eventualmente, el transporte de alimentos. Por ejemplo, entre los materiales encontrados en el almacén del campamento militar de Thamusia, en Marruecos, construido en el siglo I dC y estudiado en el marco del proyecto dirigido por el profesor Emanuele Papi, de la Università degli Studi di Siena, en colaboración con el Institut National de Sciences de l'Archéologie et du Patrimoine de Rabat (INSAP), se ha podido identificar la presencia de vino o alguno de sus derivados en dos de los cuatro *dolia* estudiados (Pecci *et al.*, 2016).

Es interesante también tener en cuenta el estudio de *dolia* o *pithoi* preromanos. En concreto, el estudio de contenedores encontrados en la llamada Casa delle Anfore del yacimiento etrusco de Marsiliana, en Toscana, excavado por el profesor Andrea Zifferero de la Università degli Studi di Siena, en colaboración con la Soprintendenza Archeologica della Toscana (Pecci, en prensa; Zifferero *et al.*, 2011). Aquí se encontró una estructura completa, con un gran número de ánforas (de aquí el nombre "Casa de las ánforas"), que fue construida en el siglo VI y se mantuvo en uso hasta el siglo V-IV a. C. Aunque no se sepa si los *dolia* estaban relacionados con una actividad productiva o de conservación, los resultados de los análisis indican la presencia de vino en cinco entre los once *dolia* analizados. Al igual que los de villas romanas y tardoantiguas, los de la Casa delle Anfore estaban recubiertos con abundante pez de Pinaceae, lo que indica que se trataba de una práctica tecnológica ya en uso en épocas anteriores a la romana.

3. Las ánforas

Una vez producido el vino podían usarse diferentes tipos de contenedores para su transporte y almacenamiento. El uso de barriles y odres es bien conocido, sin embargo, es difícil que se conserven a nivel arqueológico debido a su na-

turalidad percedera. Por esta razón, el estudio de esta fase del ciclo de vida del vino se centra en el análisis de los *dolia* antes mencionados y de las ánforas.

Este último tipo de envase fue uno de los primeros materiales arqueológicos que se estudiaron químicamente para identificar su contenido (Condamin *et al.*, 1976), y durante los últimos años el número de ánforas analizadas ha ido incrementando.

En general, el análisis de residuos en ánforas está permitiendo ampliar el conocimiento sobre el contenido de las diferentes tipologías, confirmando en algunos casos lo que siempre se había supuesto y, en otros casos, evidenciando el transporte de vino también en ánforas en las que no había expectativa. Entre los casos en que el análisis de las ánforas ha permitido confirmar las hipótesis sobre su contenido, está el de diez Dressel 2/4 vesuvianas encontradas en el patio central del edificio de Oplontis B (Torre Annunziata) en área vesuviana, y estudiadas en el marco del Oplontis Project de la University of Texas at Austin, dirigido por los doctores John Clarke y Michael Thomas: su estudio ha permitido identificar la presencia de marcadores de vino en todas ellas (Pecci *et al.*, 2017a). En las Baleares, el análisis de cinco ánforas itálicas Dressel 1b encontradas en Sa Mesquida (Mallorca), realizado en el marco del proyecto arriba mencionado, “Excavaciones arqueológicas en la villa romana de Sa Mesquida (Calvià, Mallorca)”, ha permitido confirmar su contenido vinario (Cau *et al.*, 2018).

Asimismo, el estudio de una Dressel 30, un ánfora Africana IIB, un ánfora Africana IID y una Africana no identificada encontradas en el almacén del campo militar de Thamusida, antes mencionado, ha identificado la presencia de vino (Pecci *et al.*, 2016a). Estos datos, junto con los análisis realizados por Woodworth sobre *spatheia*, han empezado a arrojar luz sobre la exportación de vino en ánforas africanas (Woodworth *et al.*, 2015). En la misma dirección van los resultados de los análisis de ánforas africanas antiguas halladas durante las excavaciones del Impianto Elettrico en Pompeya (Pecci, Giorgi, 2019) y los que estamos obteniendo a través del estudio de ánforas africanas

antiguas, que está siendo realizado en el marco del proyecto RACAMed, financiado por el Ministerio de Industria y Competitividad que codirigimos con el Dr. Paul Reynolds. En el marco del mismo proyecto estamos también estudiando ánforas ovoides producidas en la Bética, en colaboración con el Dr. Dario Bernal, cuyos análisis muestran que los derivados de la uva eran un producto común entre los transportados en este tipo de contenedores.

Finalmente, es interesante señalar que hace algún tiempo se ha empezado a llevar a cabo también el estudio de ánforas medievales y que algunas de ellas parecen mostrar un contenido vinario. Este es el caso, por ejemplo, de un ánfora globular del siglo VIII-IX, encontrada en Comacchio (noreste de Italia) y excavada en el marco de un proyecto dirigido por el profesor Gelichi de la Università Ca Foscari di Venezia, y de ánforas Gunsenin 3 y 4 analizadas en colaboración con el colega Nicolas Garnier, en el marco del proyecto POMEDOR (People, Pottery and Food in the Medieval Eastern Mediterranean), dirigido por la Dra. Yona Waksman del CNRS de Lyon (Pecci, Garnier, Waksman, en prensa).

Muchas de estas ánforas, aunque no todas, tenían un recubrimiento orgánico a base de resina, pez/brea de Pinaceae, a veces visible a simple vista y a veces solo evidente gracias al análisis de residuos.

4. Las cerámicas de cocina y de mesa

Finalmente, la última fase del ciclo de vida del vino es la de su consumo.

Las investigaciones realizadas durante los últimos años han permitido poner en evidencia que, en época romana, tardoantigua y medieval, el vino (o sus derivados) se usaba para condimentar alimentos, en forma probablemente de salsa o de caldos sazonados con vino. La evidencia de esta preparación proviene de la identificación del ácido tartárico presente en cerámicas de cocina romanas, como es el caso de una cerámica encontrada en la Casa de Championnet en Pompeya (Toniolo, Pec-

ci 2020). También se ha identificado vino en cerámicas de cocina tardoantiguas, como las encontradas en Sa Mesquida Mallorca (Pecci, Cau, 2014), en Plaça Major-Horts de Can Torras (Castellar del Vallès) (Inserra, 2016; Inserra *et al.*, 2015) o medievales, como las encontradas en diferentes yacimientos de Toscana, en Italia (Pecci, 2009, 2015). También se ha encontrado ácido tartárico en cerámicas de cocina de épocas más antiguas, como las del yacimiento de la Edad del Bronce de Pilastridi Bondeno 2020 (Ferrara, norte de Italia) (Pecci *et al.*, 2017b, 2020).

Esta fase del ciclo de vida del vino se puede rastrear en el registro arqueológico también cuando se identifican residuos en materiales que pueden estar relacionados con su consumo. Ejemplos de ello son los análisis de una jarra de pasta fina medieval encontrada en Grosseto, así como las jarras del siglo XIII de pasta burda encontradas en Piombino (ambos en Toscana, Italia) (Pecci, 2009; Valdambrii *et al.*, 2007). En lo que concierne a materiales catalanes, es interesante señalar la presencia de vino en las jarras tardoantiguas estudiadas por Inserra en Plaça Major-Horts de Can Torras (Castellar del Vallès) (Inserra, 2016; Inserra *et al.*, 2015).

5. Conclusiones

Los que mencionamos son ejemplos de cómo el análisis de residuos en materiales arqueológicos nos permite profundizar en el estudio del ciclo de vida del vino. Muchos otros proyectos están en proceso y son muy prometedores, entre ellos el trabajo encargado por el Born Centre de Cultura i Memòria y el Servei d'Arqueologia de Barcelona, Institut de Cultura, que forma parte de una investigación coordinada por Carme Miró i Alaix y dirigida por Yolanda Peña, colaborando con Toni Fernández, Josefa Huertas y Jordi Ramos, para el estudio de algunas prensas identificadas por Yolanda Peña como posibles prensas vinarias. En general, pensamos que en un futuro será de gran utilidad, además de seguir investigando las épocas romanas y tardoantiguas, ampliar la cronología de estudio

para poder alcanzar un mejor conocimiento de las prácticas de producción y consumo de vino a lo largo del tiempo.

Agradecimientos

Agradecemos todos los proyectos mencionados en el artículo por haber tenido la posibilidad de realizar los análisis. Los análisis de las muestras se han realizado utilizando las infraestructuras del CIADS de la Università di Siena y del Departamento de Historia y Arqueología y de los Centros Científicos y Tecnológicos de la UB (CCiTUB). Esta contribución es parte de las actividades de la Associació Catalana de Bioarqueologia (ACBA) y del Equip de Recerca Arqueològica i Arqueomètrica de la Universitat de Barcelona (ERAAUB) (SGR 2017-01173), gracias al Comissionat per a Universitats i Recerca del DIUE de la Generalitat de Catalunya, del contrato Ramon y Cajal (RYC 2013-13369) de la autora, del proyecto RACAMed (HAR2017-84242P) (IPs A. Pecci y P. Reynolds) financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación, el proyecto ECLOC (CLT009/18/00040) financiado por la Direcció General de Patrimoni Cultural, Departament de Cultura, Generalitat de Catalunya, y del proyecto "Producción y consumo de vino. Un viaje entre química y arqueología en el Mediterráneo Occidental", financiado por la Fundación PALARQ. Algunos de los materiales fueron analizados en el marco del proyecto "Marie Curie IEF PROFOLANT" (Marie Curie Fellow: PECCI, A. *Scientist in Charge* M. Á. Cau).

Referencias

ALLEVATO, E.; BUONINCONTRI, M.; PECCI, A.; CAU, M. A.; VAIRO, M.; YONEDA, M.; DE SIMONE, G. F.; ANGELELLI, C.; MATSUYAMA, S.; TAKEUCHI, K.; DI PASQUALE, G. (2012). «The cultural landscape in Campania (southern Italy) before 472 AD Vesuvius eruption: archaeoenvironmental data». *Journal of Archaeological Science*, vol. 39, num. 2, p. 399-406.

- BARBA, L. (2007) «Chemical Residues in Lime-Plastered Archaeological Floors». *Geoarchaeology: An International Journal*, vol. 22, núm. 4, p. 439-452.
- BARBA, L.; ORTIZ, A.; PECCI, A. (2014). «Los residuos químicos. Indicadores arqueológicos para entender la producción, preparación, consumo y almacenamiento de alimentos en Mesoamérica». *Anales de Antropología*, vol. 48, núm. 1, p. 201-239.
- BARNARD, H.; DOOLEY, A. N.; ARESHIAN, G.; GASPARYAN B.; FAULL K. F. (2011). «Chemical evidence for wine production around 4000 BCE in the Late Chalcolithic near eastern highlands». *Journal of Archaeological Science*, vol. 38, p. 977-984.
- BRUN, J. P. (1993). «La discrimination entre les installations oléicoles et vinicoles». En: AMOURETTI, M. C.; BRUN, J. P. (ed.). *La production du vin et de l'huile en Méditerranée*. Atenas: Ecole Française d'Athènes, p. 512-537.
- BRUN, J. P. (2003). «Le vin et l'huile dans la Méditerranée antique». Paris: Editions Errance.
- CAU ONTIVEROS, M. Á.; MARTÍNEZ FERRERAS, V.; PECCI A.; MAS-FLORIT, C.; FANTUZZI, L. (2018). «Archaeometric analysis for provenance and content of Roman amphorae from the site of Sa Mesquida». *Mediterranean Archaeology and Archaeometry*, vol. 18, núm. 2, p. 87-105.
- COLOMBINI, M. P.; MODUGNO, F.; RIBECHINI, E. (2005). «Direct exposure electron ionization mass spectrometry and gas chromatography/mass spectrometry techniques to study organic coatings on archaeological amphorae». *Mass Spectrometry*, núm. 40, p. 675-687.
- CONDAMIN, J.; FORMENTI, F.; METAIS, M. O.; MICHEL, M.; BOND, P. (1976). «The application of Gas Chromatography to the tracing of oil in ancient amphorae». *Archaeometry*, vol. 18, núm. 2, p. 195-201.
- ESTEVE, X.; MOLIST, N.; RIPOLL, G.; PECCI A.; FARRÉ, J.; PEÑA, Y. (2018). «Medieval rock-cut wine presses and cellars in Olèrdola (Barcelona). A recent Discovery». *Book of Abstracts. European Association of Archaeologists/EAA/Annual Meeting in Barcelona (5-9 September 2018)*. Barcelona, p. 501.
- EVERSHED, R. (1993). «Biomolecular archaeology and lipids». *World Archaeology*, vol. 25, núm. 1, p. 74-93.
- EVERSHED, R. (2008). «Organic residues in archaeology: the archaeological biomarker revolution». *Archaeometry*, vol. 50, núm. 6, p. 895-924.
- FONT I PIQUERAS, J.; COLL MONTEAGUDO, R.; BOSCH DE DORIA, J. (2005). «La vil·la romana de Can Farrerons (Premià de Mar, Maresme): resultats de les darreres intervencions». *Tribuna d'arqueologia*, p. 167-188.
- GARNIER, N. (2007). «Analyse de résidus organiques conservés dans des amphores: un état de la question», En: BONIFAY, M.; TRÉGLIA, J. C. *LRCW2 Late Roman Coarse Wares. Archaeology and Archaeometry*, Oxford: BAR Int Series, p. 39-49.
- GARNIER, N.; VALAMOTI, S. (2016). «Prehistoric wine making at Dikili Tash (northern Greece): integrating residue analysis and archaeobotany» *Journal of Archaeological Science* núm. 76, p. 195-206.
- GARNIER, N.; RICHARDIN, P.; CHEYNIER, V.; REGERT, M. (2003). «Characterization of thermally assisted hydrolysis and methylation products of polyphenols from modern and archaeological vine derivatives using gas chromatography-mass spectrometry». *Analytica Chimica Acta*, 493, p. 137-157.
- GUASH-JANÉ, M. R.; IBERNO GÓMEZ, M.; ANDRÉS-LACUEVA, C.; JÁUREGUI, O.; LAMUELA-RAVENTÓS, R. M. (2004). «Liquid chromatography with mass spectrometry in tandem mode applied for the identification of wine markers in residues from ancient Egyptian vessels». *Analytical Chemistry* núm. 76, p. 1672-1677.
- HERON, C.; POLLARD, A. M. (1988). «The analysis of natural resinous materials from

- anphoras». En: *Science and Archaeology*, Oxford: BAR, p. 429-446.
- INSERRA, F. (2016). *Análisis del contenido de cerámicas y ánforas tardoantiguas en el nordeste peninsular y las islas Baleares*. Barcelona: Departamento de Arqueología, Universitat de Barcelona. (Tesis de Doctorado "Sociedad y Cultura")
- INSERRA, F.; PECCI, A.; CAU ONTIVEROS, M. Á.; ROIG BUXÓ, J. (2015). «Food habits and ceramic use in Late Antique Catalonia: residue analysis on cooking wares from the archaeological site of Can Gambús 1 (Sabadell, Catalonia, Spain)». *Proceedings of the 1st International Conference of Metrology for Archaeology*. Benevento (Italy) (October 22-23 2015), Benevento, p. 176-179.
- MCGOVERN, P. E. (2004). *L'archeologo e l'uva*. Roma: Carocci.
- MCGOVERN, P. E.; LULEY, B.; ROVIRA, N.; MIRZOIAN, A.; CALLAHAN, M. P.; SMITH, K.; HALL, G. R.; DAVIDSON, T.; HENKIN, J. M. (2013). «Beginning of viticulture in France». *PNAS* vol. 110, núm. 25, p. 10147-10152.
- MC GOVERN, P.; JALABADZE, M.; BATIUK, S.; CALLAHAN, M. P.; SMITH, K.; HALL, G.; KVAVADZE, E.; MAGHRADZE, D.; RUSISHVILI, N.; BOUBY, L.; FAILLA, O.; COLA, L.; MARIANI, L.; BOARETTO, E.; BACILIERI, R.; THIS, P.; WALES, N.; LORDKIPANIDZE, L. (2017). «Early Neolithic wine of Georgia in the South Caucasus». *PNAS*, vol. 114, núm. 48, p. 10309-10318.
- MOTTRAM, H. R.; DUDD, S. N.; LAWRENCE, G. J.; STOTT, A.W.; EVERSLED, R. P. (1999). «New chromatographic, mass spectrometric and stable isotope approaches to the classification of degraded animal fats preserved in archaeological pottery». *Journal of Chromatography A* núm. 833, p. 209-221.
- PECCI, A. (2007). «Potenzialità delle analisi chimiche applicate all'archeologia dei consumi alimentari: un bilancio delle conoscenze». En: CIACCI, A.; RENDINI, P.; ZIFFERERO, A. (ed.). *Archeologia della vite e del vino in Etruria*. Siena: Ci.Vin, p. 123-131.
- PECCI, A. (2009). «Analisi funzionali della ceramica e alimentazione medievale». *Archeologia Medievale*, núm. 36, p. 21-42.
- PECCI, A. (2014). «Produzione e consumo di olio e vino. Analisi dei residui organici in archeologia». En: PELETTIERI, A. (ed.). *Identità euro mediterranea e paesaggi culturali del vino e dell'olio* (Atti del Convegno di Potenza (8-10 novembre 2014), Collana Mensale, Documenta et Monumenta. Foggia: Edizioni centro Grafico Foggia, p. 71-80.
- PECCI, A. (2015). «Alimentazione nella Firenze medievale: l'analisi dei residui organici nelle ceramiche». En: D'AQUINO, V.; GUARDUCCI, G.; NENCETTI, S.; VALENTINI, S. (ed.). *Proceedings of the Workshop Archeologia a Firenze: città e territorio*. Archaeopress Archaeology, Oxford: Archaeopress, p. 373-378.
- PECCI, A. (2016). «Appendice. Analisi dei residui in tre dolia rinvenuti nella UT 88» En: CORDIANO, G. (ed.), *Carta archeologica del litorale ionico aspromontano*, Pisa: Edizioni Ets, p. 163-166.
- PECCI, A. (2018). «Analisi dei residui organici e anfore medievali». *Archeologia Medievale*, núm. 45, p. 275-280.
- PECCI, A.; GIORGI, G.; BERNAL-CASASOLA, D.; COTTICA, D. (ed.) (2019). *Scambi e commerci in area vesuviana. I dati delle anfore dai saggi stratigrafici I.E. (Impianto Elettrico) 1980-81 nel Foro di Pompei*. Roman and Late Antique Mediterranean Pottery 14. Oxford: Archaeopress, p. 157-164.
- PECCI, A. (2019). «Arqueología de la alimentación y análisis de residuos». A: SÁNCHEZ, E.; BUSTAMANTE, M. (ed.). *Arqueología Romana en la Península Ibérica*. Granada: Universidad de Granada - EUG, p. 543-554.
- PECCI A. (en prensa) «L'analisi chimica dei pavimenti e dei contenitori per derrate della cosiddetta Casa delle anfore – UT 161». En: ZIFFERERO, A. (ed.). *Marsiliana d'Albegna. Dagli Etruschi a Tommaso Corsini*.
- PECCI A.; CAU, M. A. (2014). «Residue Analysis of Late Roman Cooking pots and Ampho-

- rae from Sa Mesquida (Mallorca, Balearic Islands)» En: POULOU-PAPADIMITRIOU, N.; NODAROU, E.; KILIKOGLU, V. (ed.). *LRCW4 Late Roman Coarse Wares, Cooking Wares and Amphorae in the Mediterranean. Archaeology and archaeometry. The Mediterranean: a market without frontiers, Salonico (7 - 10 April 2011)*. Oxford: BAR International Series S2616, p. 833-841.
- PECCI, A.; D'ANDRIA, F. (2014). «Oil production in Roman times: residue analysis of the floors of an installation in Lecce (southern Italy)». *Journal of Archaeological Science*, p. 363-371.
- PECCI, A.; CAU, M. A.; GARNIER, N. (2013a). «Identifying wine and oil production: analysis of residues from Roman and Late Antique plastered vats». *Journal of Archaeological Science*, núm. 40, p. 4491-4498.
- PECCI, A.; GIORGI, G.; SALVINI, L.; CAU, M. A. (2013b). «Identifying wine markers in ceramics and plasters with gas chromatography - mass spectrometry. Experimental, ethnoarchaeological and archaeological materials». *Journal of Archaeological Science*, núm. 40, p. 109-115.
- PECCI, A.; DI PASQUALE, G.; CAMPOREALE, S.; BUONINCONTRI, M.; ALLEVATO, E.; PAPI, E. (2016a). «Preliminary analyses of amphorae and dolia from Thamusida (Morocco)». En: JARREGA, R.; BERNI, P. *Amphorae ex Hispania: paisajes de producción y consumo*, III Congreso Internacional de la SECAH – Ex Officina Hispana Tarragona (10-13 diciembre 2014), Tarragona: ICAC, 612-614.
- PECCI, A.; INSERRA, F.; CAU, M. A. (2016b). *Resultados de los análisis de residuos en tres dolia de Horta de Can Ferrerons*. Barcelona: Universitat de Barcelona. (Informe)
- PECCI, A.; CLARKE, J.; THOMAS, M.; MUSLIN, J.; VAN DER GRAAFF, I.; TONIOLO, L.; MIRIELLO, D.; CRISCI, G. M.; BUONINCONTRI, M.; DI PASQUALE, G. (2017a). «Use and reuse of amphorae. Wine residues in Dressel 2-4 amphorae from Oplontis Villa B (Torre Annunziata, Italy)». *Journal of Archaeological Science: Reports*, vol. 12, p. 515-521.
- PECCI, A.; NIZZO, V.; BERGAMINI, S.; REGGIO, C.; VIDALE, M. (2017b). «Residue analysis of late Bronze Age ceramics from the archaeological site of Pilastrì di Bondeno (northern Italy)». *Preistoria Alpina* núm. 49, p. 51-57.
- PECCI, A., BORGNA, E., MILETO, S., DALLA LONGA, E., BOSI, G., FLORENZANO, A., MERCURI, A. M., CORAZZA, S., MARCHESINI, M., VIDALE, M., 2020. «Wine consumption in Bronze Age Italy: combining organic residue analysis, botanical data and ceramic variability », *Journal of Archaeological Science*, 123, 105256-1-12. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jas.2020.105256>
- PECCI, A.; GARNIER, N.; WAKSMAN, S. Y. (en prensa). «Residue analysis of medieval amphorae from the Eastern Mediterranean». En: WAKSMAN, S. Y. (ed.) *Proceedings of The POMEDOR Project Meeting*. Lyon.
- PEÑA CERVANTES, Y. (2010). «Torcularia. La producción de vino y aceite en Hispania». Tarragona: ICAC. (Documenta; 14.)
- PEÑA CERVANTES, Y. (2019). «Producción agropecuaria». En: SÁNCHEZ, E.; BUSTAMANTE, M. (ed.). *Arqueología Romana en la Península Ibérica*. Granada: Universidad de Granada - EUG, p. 615 – 643.
- TONIOLO L., PECCI A., 2020. «Il ciclo di vita del vino. Casi studio dall'area vesuviana». En Brun, J.P., Garnier, N., Olcese, G. (ed.) *Making Wine in Western-Mediterranean B. Production and the Trade of Amphorae: Some New Data from Italy: Panel 3.5*. Heidelberg: Propylaeum, p. 131-142.
- VACCARO, E.; GHISLENI, M.; ARNOLDUS-HUYZENDVELD, A.; GREY, C.; BOWES, K.; MACKINNON, M.; MERCURI, A. M.; PECCI, A.; CAU ONTIVEROS, M. Á.; RATTIGHERI, E.; RINALDI, R. (2013). «Excavating the Roman Peasant II: Excavations at Case Nuove, Cini-giano (GR)». *Papers of the British School at Rome* («PBSR»), n.º 81, p. 129-179.

- WOODWORTH, M.; BERNAL, D.; BONIFAY, M.; DE VOS, D.; GARNIER, N.; KEAY, S.; PECCI, A.; POBLOME, J.; POLLARD, M.; RICHEZ, F.; WILSON, A. (2015). «The content of African Keay 25/Africana 3 amphorae: initial results». En: OLIVEIRA, C. *Archaeoanalythics*, Oporto, p. 35-50.
- ZIFFERERO, A.; PECCI, A.; PEPI, A.; SANCHIRICO, C.; SANTORO, E. (2011). «Marsiliana d'Albegna: nuovi dati dall'area suburbana». En: FACCHIN, G.; MILLETTI, M. *Materiali per Populonia 10*, Pisa: Edizioni ETS, p. 289-320.