



Artículo

Los residuos químicos de la producción de pulque. Etnoarqueometría y arqueología experimental

Chemical residues from the pulque production. Etnoarchaeometry and experimental archaeology

Alessandra Pecci^{a,*}, Agustín Ortiz^b y Luis Barba^b

^a Università della Calabria, cubo 12b, Arcavacata di Rende, 08001 Cosenza; ERAAUB, Universitat de Barcelona

^b Laboratorio de Prospección Arqueológica, Instituto de Investigaciones Antropológicas, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México. 04510

Recibido el 7 de diciembre de 2015; aceptado el 11 de noviembre de 2016

Resumen

Desde la época prehispánica el pulque ha sido una de las bebidas más importantes del Altiplano Central de Mesoamérica. Su consumo perduró a través de la época colonial y actualmente continúa siendo popular en algunas partes, pero está en riesgo de desaparecer en otras.

El presente artículo muestra los resultados de estudios experimentales y etnoarqueológicos que tienen como objetivo reconocer los residuos químicos que su producción y consumo pueden dejar en los contextos y materiales arqueológicos.

Para el trabajo experimental se fabricaron “bloques” de argamasa de cal simulando pisos arqueológicos, que se enriquecieron gradualmente con pulque durante un mes. Para el estudio etnoarqueométrico, se analizaron las muestras del piso de un espacio de producción y venta de pulque en el estado de Hidalgo.

Los análisis se realizaron con “pruebas sencillas” (*spot test*) para la identificación de carbohidratos, fosfatos, ácidos grasos y residuos proteicos. Los resultados indican que el enriquecimiento de las superficies porosas con pulque puede ser identificado a partir de altos valores de carbohidratos. Se presentan también los resultados obtenidos con el análisis de una muestra experimental analizada con cromatografía de gases acoplada con espectrometría de masas (CG/EM).

© 2016 Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Antropológicas. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Palabras clave: Pulque; Producción; Residuos químicos; Etnoarqueometría; Arqueología experimental

Abstract

Pulque was one of the most important beverages in the Central Plateau of Mesoamerica. Its consumption continued during the Colonial period and the beverage is still popular in some places, although its cultural survival is at risk in others.

In this paper we present the results of experimental and ethnoarchaeological studies aimed at recognizing the chemical residues produced by pulque production and consumption in the archaeological record.

Two kinds of investigations were carried out to identify the residues of pulque: first, experimental work producing “bricks” of lime mortar, simulating archaeological plastered floors that were gradually enriched with pulque during a month; second, an ethnoarchaeometrical study involved the analysis of the samples obtained from the floors of a residence in the state of Hidalgo where pulque is produced and sold.

The analyses were carried out with spot tests aimed at identifying the presence of carbohydrates, phosphates, fatty acids and protein residues in the samples. The results show that the enrichment of pulque can be recognized through high values of carbohydrates. We also show the results obtained through gas chromatography/mass spectrometry (GC/MS) analysis of one sample from the experimental brick of plaster.

© 2016 Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Antropológicas. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Keywords: Pulque; Production; Chemical residues; Ethnoarchaeometry; Experimental archaeology

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: alepecci@gmail.com (A. Pecci).

La revisión por pares es responsabilidad de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Introducción

Desde hace más de treinta años el análisis químico de residuos en los pisos ha sido un instrumento importante para el conocimiento de las actividades humanas (Barba y Bello, 1978). Este tipo de investigación se basa en el hecho de que los líquidos empleados o producidos por las diferentes actividades, al caer al piso son absorbidos y protegidos en los poros de las superficies sobre las que caen y quedan impregnados, de tal forma que pueden ser analizados mucho tiempo después de su depósito (Barba, 1986, 2007; Barba, Ortiz y Pecci, 2014).

Debido a que las sustancias derivadas de las actividades humanas se depositan en el lugar original donde esas actividades se llevaron a cabo y que, a diferencia de la mayoría de los materiales arqueológicos, los residuos de estas actividades permanecen *in situ*, estos pueden ser considerados un indicador confiable para el estudio de la distribución espacial de las actividades y de las áreas de actividad, así como de la función de los espacios estudiados (Barba, 1986, 2007; Barba y Lazos, 2000; Ortiz y Barba, 1993).

El uso de los análisis de residuos químicos para fines arqueológicos ha sido amplio, y con ellos se han podido interpretar áreas habitacionales (Barba, 1986; Ortiz, 1990; Manzanilla y Barba, 1990; Ortiz y Barba, 1993; Middleton y Price, 1996; Middleton, 2004; Terry, Fernández, Parnell y Inomata, 2004; King, 2008; Pecci, 2009; Hjulström y Isaksson, 2009; Ortiz, 2015); áreas rituales (Ortiz y Barba, 1992; Barba, Ortiz, Link, López Luján y Lazos, 1996; Getino y Ortiz, 1997; Barba, Ortiz y Manzanilla, 2007; Pecci, Ortiz, Barba y Manzanilla, 2010; Pecci y Cau, 2012; Ortiz, 2015); áreas funerarias (Barba, Rodríguez y Córdoba, 1991; Ortiz, 1996; Pecci, Valdambrini y Bellucci, 2007); posibles mercados (Wells, 2004; Dahlin, Jensen, Terry, Wright y Beach, 2007; Coronel et al., 2015); áreas productivas (Barba y Herrera, 1986; Pecci, Giorgi, Salvini y Cau, 2013b; Barba, Pérez, Ortiz y Blancas, 2015).

La interpretación de las concentraciones químicas presentes en los pisos arqueológicos se basa fundamentalmente en investigaciones de tipo etnoarqueológico dirigidas a determinar la relación entre las actividades realizadas en ciertos espacios y los residuos químicos impregnados en los pisos. Es gracias a este tipo de investigaciones que se ha podido plantear que la distribución de compuestos químicos no es uniforme, ni aleatoria, sino que está relacionada con las actividades humanas realizadas sobre ellos y que existe una relación entre los patrones de enriquecimiento químico y las actividades domésticas, rituales o productivas (Barba y Bello, 1978; Barba y Ortiz, 1992; Ortiz y Barba, 1993; Middleton, 2004; Wells y Moreno Cortés, 2010; Barba et al., 2014; Rondelli et al., 2014; Matos y Acosta, 2016). Al tratarse de un tipo de estudio que involucra la aplicación de la arqueometría al estudio de situaciones tradicionales observables, puede tomar el nombre de “etnoarqueometría”. Este término ha sido empleado anteriormente para el estudio de producciones tradicionales con el fin de conocer las propiedades físico-químicas de la cerámica (Buxeda Garrigós, Cau Ontiveros y Kilikoglou, 2003) y recientemente ha sido retomado para definir en el estudio de residuos en áreas modernas de producción de aceite de oliva (Pecci, Valdambrini, Bellucci y Cau, 2013a).

Ejemplos de trabajos etnoarqueológicos que ahora pueden llamarse también etnoarqueométricos (Buxeda Garrigós et al., 2003; Pecci et al., 2013a), son los realizados por el Laboratorio de Prospección Arqueológica de la UNAM en Tlaxcala, Yucatán y en Morelos (Barba y Ortiz, 1992; Barba, de Pierrebourg, Trejo, Ortiz y Link, 1995; López Varela, Ortiz y Pecci, 2005; Pecci, Ortiz y López Varela, 2006; Middleton et al., 2010) y las investigaciones realizadas por otros equipos de investigación en Mesoamérica y otros lugares en el mundo (Middleton y Price, 1996; Fernández, Terry, Inomata y Eberl, 2002; Terry et al., 2004; Wilson, Davidson y Cresser, 2005; Dahlin et al., 2007; Wilson, Davidson y Cresser, 2009; Wells y Moreno Cortés, 2010; Pecci et al., 2013a; Pecci, Cau, Valdambrini e Inserra, 2013c; Rondelli et al., 2014).

Por otro lado, también se han usado las fuentes históricas y la iconografía para interpretar las concentraciones químicas en los pisos, en particular en lo que concierne a los espacios rituales, como en los casos de la Casa de las Águilas de Templo Mayor (Barba et al., 1996; López Luján, 2006) y un altar “*momoztli*” ubicado en el centro histórico de la Ciudad de México (Getino y Ortiz, 1997).

Para complementar estos acercamientos a la disciplina, se ha considerado necesario llevar a cabo experimentos controlados para simular actividades cotidianas que implicasen el uso de sustancias que fueron comunes en la época prehispánica (Pecci, 2003) y en la medieval italiana (Pecci, 2005).

Los estudios etnoarqueológicos, las comparaciones con la iconografía, las fuentes escritas y los estudios experimentales, no tienen que ser considerados de forma aislada, sino que son distintos aspectos de un único proceso de investigación que busca una mejor interpretación del registro arqueológico. En este trabajo, los recursos anteriores y en particular los estudios etnoarqueológicos y experimentales se usaron para entender los residuos químicos que deja la producción y el consumo de pulque, la bebida alcohólica más importante del Centro de México en época prehispánica (Brumman, 2000). En particular para esta investigación se han llevado a cabo experimentos enriqueciendo con pulque algunos “bloques” de argamasa que simulan pisos arqueológicos fabricados con una mezcla de cal y arena de tezontle en laboratorio. A pesar de que exista una amplia literatura en investigaciones etnoarqueológicas sobre el pulque y su producción (Fournier, 1983; Guerrero, 1994; Parsons y Parsons, 1990; Fournier, 1995), nuestro trabajo es diferente ya que se enfocó en el aspecto etnoarqueométrico para la búsqueda de marcadores químicos del pulque. Con este fin, se realizó un estudio en Caltimacán, Tasquillo (Hidalgo, México), donde se sigue produciendo pulque de forma tradicional, registrando cuidadosamente el espacio de producción y venta de pulque para conocer los residuos dejados por el trabajo cotidiano con esta bebida.

El trabajo llevado a cabo recientemente por Correa-Ascencio, Robertson, Cabrera-Cortés, Cabrera-Castro y Evershed (2014) en la Universidad de Bristol ha sugerido la existencia de marcadores específicos del pulque a través del análisis con cromatografía de gases (GC-MS) de cerámicas arqueológicas, así como de cerámicas modernas enriquecidas con pulque y envejecidas experimentalmente con calor. Nuestro trabajo se ha centrado en el análisis con GC-MS usando diferentes técnicas de

extracción en muestras experimentales empleando pulque producido en la forma tradicional para buscar los marcadores de la fermentación de la bebida alcohólica.

Sin embargo, es importante mencionar que se trata de técnicas específicas que se encuentran en laboratorios especializados, que en los casos en que pudieran estar a disposición de los arqueólogos, solo permitirían el análisis de algunas muestras. Por el contrario, las pruebas simples permiten el análisis de muchas muestras a bajo costo. El objetivo de esta investigación, que se ha llevado a cabo desde 2001, ha sido detectar los residuos modernos con pruebas sencillas (*spot test*) que pudieran ser característicos de una sustancia tan importante como el pulque (aunque no exclusivos), para posteriormente poder identificarlos en el registro arqueológico mesoamericano y de esta forma identificar áreas de actividad arqueológicas. Adicionalmente, se realizó la experimentación y el análisis por GC-MS para complementar la investigación.

El pulque y su producción

El pulque fue una de las bebidas alcohólicas de tradición mesoamericana más importantes en el Altiplano Central de México (Casillas y Vargas, 1985). El nombre “pulque” es de origen antillano y substituyó el nombre náhuatl uctli/octli (Coe, 1994, p.84).

El pulque se obtiene por la fermentación de un líquido, el aguamiel, que es exudado por algunas especies de *Agave* (*maguey*). Después de seis a ocho años de crecimiento, del maguey maduro brota un cogollo (el *quiote*). Al cortarlo, ahuecar el centro y raspar el corazón, la planta produce durante dos meses aproximadamente este líquido dulce, llamado aguamiel. El *tlachiquero* es la persona que se encarga de extraer el aguamiel, aspirándolo a través de un *guaje* largo que tiene orificios en las dos extremidades (*acocote*) (figura 1). Este proceso normalmente se lleva a cabo dos veces al día. El aguamiel se puede beber como sale de la planta o se puede dejar fermentar para obtener la bebida alcohólica, el pulque.

Sahagún describió la producción de pulque de la siguiente manera:

El que vende miel tiene magueyes y suele vender vino de la tierra¹ que hace de la miel del maguey, la cual cuece primero o la hierva, y porque nunca le falte la miel, suele plantar los hijos de los magueyes y después que son ya grandes cava o agujera o ahoya el meollo dellos; y así ahoyados, rás-palos muy bien para que mane la miel de que hace pulcre, cociéndola o hirviéndola primero e hince cántaros o cueros della para guardalla (García Quintana y López Austin, 1989, p.615).

Es necesario aclarar que normalmente la miel de agave requiere ser concentrada por ebullición prolongada para adquirir su sabor y viscosidad característica. Por el contrario, hay que destacar que el pulque no se produce hirviendo el aguamiel, sino



Figura 1. Labor de tlachiquero. En esta fotografía puede observarse la extracción de aguamiel con acocote en el hueco excavado en el corazón del maguey (Caltimacán, Tasquillo, Hidalgo, México).

haciéndolo fermentar. Este proceso de fermentación se lleva a cabo en tinajas que hasta hace poco eran de cerámica o de piel, pero que hoy en día son de plástico. Clavijero dice al efecto “recibían el jugo en una vasija y lo guardaban hasta que fermentara, que venía a ser en menos de veinticuatro horas” (Cuevas, 1991, p.267).

La explotación del maguey para la producción del pulque continúa exitosamente en la época colonial y hasta el presente. Su explotación en 1700 es atestiguada por la descripción que hace Francesco Gemelli Careri (1700) hablando de la planta del “maghey”: “Quando ella è di sei anni, si tagliano le foglie nel mezzo, facendovisi una concavità, nella quale si va raccogliendo il licore; che gl’Indiani ogni mattina raccolgono, e ripongono entro vasi, per un mese continuo, dopo di che la pianta si secca, e crescono [...] i germogli”².

Además del *acocote* el tlachiquero utiliza un raspador, que originalmente fue de obsidiana y que en la actualidad es metálico. Con él se raspa la superficie interior, las paredes de la cavidad para facilitar el flujo del exudado.

El pulque puede ser “curado” con raíces y frutas; pero la versión pura es un líquido blanco. Según Taylor, la única adición conocida en época prehispánica era el *cuapatle* (la corteza de la *Acacia angustissima*) que se usaba en toda

¹ En las fuentes se usa la palabra vino para definir las bebidas alcohólicas y al pulque en particular.

² Cuando (el maguey) tiene seis años se cortan las hojas en el centro, y se hace un hoyo en que se recoge el líquido, que los indios cada mañana recogen y ponen en vasijas por un mes seguido, después de esto la planta se seca y germinan los brotes [traducción de los autores].

el área “pulquera” del centro y sur de México y cuyo uso quedó prohibido por la Corona en 1529 (Taylor, 1979, p.31). También Motolinia (O’Gorman, 2001, p.286) habla del uso de *ocpatl* como la “medicina” o “adobo del vino” que “hácese un vino tan fuerte, que a los que beben en cantidad embeoda reciamente”.

Los “espacios” del pulque en la época prehispánica

La mayor parte de la información que tenemos sobre la producción, uso y consumo de pulque se debe a las descripciones que hacen de él las fuentes escritas de los primeros momentos después de la conquista. Por ejemplo, Sahagún informa de su venta en el mercado y también de las fiestas en las que se consumía.

También se sabe que entre los mexica, tomar pulque era aceptado, pero emborracharse no (Coe, 1994, p.84). Para reglamentar la posibilidad de tomar pulque los mexica tenían leyes, que eran claras, aunque representan idealizaciones de la élite y de la clase sacerdotal y no fueron estrictamente aplicadas en la época prehispánica. Según estas, se consideraban penas diferentes para nobles y plebeyos que se emborrachaban. A los plebeyos la primera vez que eran descubiertos borrachos se les cortaba el pelo públicamente en el mercado y se saqueaba y destruía su casa, mientras que la segunda vez se les castigaba con la muerte. A los nobles desde la primera vez se les castigaba con la muerte (Ixtililxochitl, 1958, p.140 en Coe, 1994, p.86). Solo a los ancianos se les estaba permitido tomar y embriagarse (O’Gorman, 1999, p.134; Coe, 1994, p.84).

Sin embargo, en ocasiones especiales el pulque debió estar presente en los convites para toda la población. López de Gómara (Miralles Ostos, 1997, p.308) menciona “en partos, bodas y fiestas de sacrificios quieren bebida que los embeode y desatine”. Un ejemplo de las fiestas en las que se podía tomar eran las de *Ixczahuqui*: “Llamaban a esta fiesta «pillahuano», que quiere decir borrachera de los niños. En esta borrachera todos bebían pulcre, hombres y mujeres, niños y niñas, viejos y mozos” (García Quintana y López Austin, 1989, p.177). También “iban a beber todos los que querían” en una fiesta en honor del dios *Izquitécatl* (García Quintana y López Austin, 1989, p.100).

Según Las Casas (O’Gorman, 1999, p.135) el pulque era una bebida para los plebeyos, porque los reyes, príncipes y nobles preferían tomar el chocolate, que era la bebida de prestigio.

Durante la producción y consumo de pulque algo de líquido se debió derramar sobre el piso y por lo tanto debió enriquecer químicamente los pisos de los espacios en que estas actividades se llevaron a cabo. Por lo tanto, para poder identificar a nivel arqueológico los espacios en los que se podrían encontrar residuos de pulque, hay que considerar cuáles eran las fases de su producción y dónde podía ser consumido.

La elaboración del pulque poco ha variado desde la época prehispánica hasta nuestros días. El pulque se elaboraba generalmente cerca de los lugares de cultivo del maguey. Aquí se extraía el aguamiel del maguey y “recibían el jugo en una vasija



Figura 2. Mercado de Ixmiquilpan en 2008. Se puede observar la vendedora de pulque y el derrame del líquido en el piso.

y lo guardaban hasta que se fermentara” (Cuevas, 1991, p.267). La actividad del trabajo con el pulque impregnaba el piso de los espacios en donde se fermentaba, debido a que probablemente se derramaba algo de líquido al momento de verterlo a los recipientes destinados a su transporte hacia los lugares de venta y consumo.

El pulque o el aguamiel se vendía seguramente en los mercados. Cortés mencionó que en los mercados “venden miel de abejas y cera y miel de cañas de maíz, [...] y miel de unas plantas que llaman en las otras islas maguey y de esta planta hacen azúcares y vino que así mismo venden” (Alcalá, 1971, p.63).

En la *Relación Geográfica de Ocopetlayucan* se reportó que en el *tianguis* que se hacía los sábados se intercambiaban diferentes productos del maguey, como la miel y las pencas, pero también la sábila (Acuña, 1986, p.89).

No se sabe si en los mercados se cambiaba de envase al momento de venderlo o no, lo que implicaría a veces el derrame del pulque; sin embargo, es probable que este ocurriera al menos por la ruptura de las vasijas en el transporte y mientras se estaba vendiendo. Este derrame debió haber enriquecido el piso de los mercados, como podemos observar hoy en día en mercados contemporáneos, como el de Ixmiquilpan, Hidalgo (figura 2).

De la misma forma debieron ser afectados por el derrame de pulque los pisos de los lugares de consumo prehispánicos.

Estos podían ser las casas particulares o, en menor medida, los espacios públicos.

El pulque se tomaba en las casas particulares en determinadas comidas, como las que se hacían en los “bautizos” y en las bodas. Para emborrachar a los viejos y viejas en los bautizos, por ejemplo:

Ponían delante dellos un cántaro de pulcre, y el que servía echaba en una xícara y daba a cada uno de beber, por su orden hasta el cabo. A las veces daban pulcre que llaman *íztac uctli* que quiere decir pulcre blanco, que es lo que mana de los magueyes [...]. Y el servidor, cuando vía que no se emborrachaban, tornaba a dar de beber por la parte contraria a la mano izquierda, comenzando de lo mas baxo (García Quintana y López Austin, 1989, p.270)

El pulque se podía consumir también en las fiestas de algunos dioses. Por ejemplo, en la fiesta del dios *Ixtlilton*:

Cuando alguno quería hacer la fiesta deste dios por su devoción llevaba la imagen a su casa [...] Después que este dios había bailado con los demás gran rato, entraba dentro de la casa a la bodega donde estaba el pulcre o vino que ellos usaban en muchas tinajas, todas atapadas con tablas o comales embarrados, las cuales había cuatro días que estaban atapadas. Este dios abría una o muchas, y a este abrimiento llamaban *tlayacaxapotla*; que quiere decir esto «abrimiento primero» o «vino nuevo» Hecho este abrimiento, él y los que iban con él bebían de aquel vino (García Quintana y López Austin, 1989, p.53).

Lo anterior indica que en los pisos de algunas casas, especialmente las de los principales, podía derramarse pulque durante las fiestas religiosas.

El pulque también se derramaba en forma ritual: se consideraba un alimento importante y sagrado, y por lo tanto, al igual que para el maíz, se ofrecía el correspondiente de la primera cosecha, a los dioses.

A propósito de la fiesta en honor de *Huehuetéotl* (el dios del fuego) que se hacía cada año, en el Códice Florentino se comentó: “Los viejos y viejas todos bebían *uctli* que es vino de la tierra, y del *uctli* que bebían derramaban ante que bebiesen en cuatro partes del hogar, del *uctli* que habían de beber. Y a esto decían que daban a gustar al fuego aquella bebida, honrándole como a dios en esto que era como sacrificio o ofrenda [énfasis en original] (García Quintana y López Austin, 1989, p.48). Lo anterior implica que los pisos de la casa, cerca del hogar, se enriquecían con pulque. Lo mismo pasaba en la ceremonia que se llamaba *tlatoyahualiztli*. Quiere decir “libacio” o “gustamiento”, en que, [...] Nadie había de beber pulcre sin que primero derramase un poco a la orilla del hogar. Y cuando quiera que encetaban alguna tinaja de pulcre, primero echaban en un lebrillo cantidad dello y ponían un lebrillo cerca del fuego y dallí tomaban con un vaso, y derramaban al canto del hogar a cuatro partes un vaso de aquel pulcre, y hecho esto lo bebían los convidados. Y ante desto nadie usaba a beber (García Quintana y López Austin, 1989, p.190).

En lo que concierne a los espacios públicos, durante las fiestas dedicadas a los dioses del pulque se distribuía este líquido

de forma que era probable que se cayese al piso. Como vimos anteriormente, en la fiesta al dios *Izquitécatl* (“segundo dios del vino”) y no solamente a él, sino a todos los dioses del vino, que eran muchos:

Aderezaban este día muy bien su imagen en su cu, y ofrecíanle cosas de comida, y cantaban y tañían delante dél. Y en el patio de su cu [pirámide – nota de los autores], ponían un tinajón de pulcre, y hinchíanle los que eran taberneros, hasta reverter, y iban a beber todos los que querían. Tenían unas cañas con que bebían. Los taberneros iban cebando el tinajón de manera que siempre estaba lleno (García Quintana y López Austin, 1989, p.100).

Aquí se puede imaginar que los pisos de las pirámides y templos podían estar mojados con pulque y que en particular donde estaba el tinajón de los taberneros, el pulque “revertería”, y mojaría el piso.

Los anteriores son solo algunos ejemplos mencionados en la literatura de cómo pudieron haber sido enriquecidos consciente o inconscientemente los pisos con pulque durante la época prehispánica. Y de allí el interés por identificar cuál es la “firma” o la marca química que permita reconocer su presencia al hacer los análisis en contextos arqueológicos. A nivel arqueológico, el único caso en el que se ha propuesto que los residuos químicos podrían explicarse con el derrame de pulque es el estudio de los pisos estucados y las banquetas de la Casa de las Águilas de Templo Mayor. Aquí la presencia de residuos (fosfatos, residuos proteicos, ácidos grasos y carbohidratos) sugirió el uso de diversas sustancias durante las prácticas rituales. Entre ellas, los altos valores de ácidos grasos sugirieron la quema de copal que salpicaría de los braseros, lo que fue confirmado por los estudios de cromatografía. El incremento en los valores de residuos de proteínas sugirió la presencia de posibles lugares de derramamiento de sangre, mientras que la abundante presencia de carbohidratos, en un sector cercano a los braseros, sugirió el derrame de pulque (Barba et al., 1996, p.155; López Luján, 2006).

Para confirmar las hipótesis planteadas en la Casa de las Águilas del Templo Mayor e identificar marcadores químicos del pulque en los pisos, que puedan ser utilizados para el estudio de contextos de diferentes épocas, a lo largo de los años se ha desarrollado una metodología que involucra el análisis de materiales experimentales y etnoarqueológicos (Barba et al., 2014) que en este caso se ha aplicado al estudio de residuos de pulque. En particular, el estudio etnoarqueométrico y experimental brindan la oportunidad de reconocer los residuos químicos dejados por el pulque en apisonados de tierra y en los pisos de argamasa de cal.

Metodología de estudio

Para entender las trazas químicas dejadas por la producción y el consumo de pulque, se han realizado análisis de muestras controladas producidas experimentalmente y muestras tomadas en ambientes rurales conocidos.



Figura 3. Bloque experimental enriquecido con pulque. La forma del bloque se debe a los fragmentos tomados como muestra al final de cada semana.

Arqueología experimental

Para entender cuáles son los residuos químicos dejados por esta bebida en los pisos se ha llevado a cabo un experimento que ha simulado el enriquecimiento de los pisos con pulque. Para ello se decidió estudiar el enriquecimiento químico de pisos preparados a base de mezclas de cal, que eran muy comunes en época prehispánica y colonial en el Centro de México, donde la producción y el consumo de pulque también fueron comunes. Para el experimento se hizo una selección de los materiales de construcción empleados en esta área para realizar las mezclas de cal y se decidió usar tezontle molido (escoria volcánica porosa), que fue ampliamente empleado en los pisos aztecas (Miriello et al., 2011). Al no poder preparar pisos de cuartos enteros, se fabricaron “bloques” de argamasa mezclando una parte y media de arena de tezontle³ y una de cal además del agua necesaria. La mezcla obtenida se dispuso en marcos de madera de $7.5 \times 10 \times 2$ cm, forrados con papel aluminio sobre ladrillos mojados para hacer más lento el proceso de fraguado y evitar que los bloques se agrietaran al secarse.

Para realizar el experimento se usaron 10 “bloques” ya secos y fraguados. El enriquecimiento se hizo vertiendo durante cuatro semanas, dos veces al día, diez mililitros de pulque sobre cada uno de los bloques (figura 3). Antes de iniciar el experimento se tomaron muestras de los 10 bloques, para tener un “blanco

de referencia” y sucesivamente se tomaron muestras de cada bloque al final de cada semana de enriquecimiento.

Todas las muestras se han analizado con pruebas sencillas o *spot test* para determinar la presencia de ácidos grasos, residuos proteicos, fosfatos y carbohidratos, y una muestra se ha analizado con cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (ver Metodología de análisis).

El estudio etnoarqueométrico del taller de producción y venta de pulque de Caltimacán

Con el fin de conocer los residuos dejados por la producción del pulque, se procedió también al muestreo de los pisos de un espacio donde actualmente se produce y vende pulque de manera tradicional. Este espacio se encuentra en el terreno que ocupa la casa de Doña Dominga, en Caltimacán, Tasquillo, Hidalgo (México) (figura 4).

En esta casa, además de la producción y la venta de pulque como actividad cotidiana, se lleva a cabo también el destazamiento de borregos (figura 5) y su preparación para elaborar la tradicional barbacoa que se prepara todos los domingos en hornos especiales (figura 6). Las zonas destinadas a la producción y venta de pulque y las destinadas a la preparación de la barbacoa ocupan espacios diferentes dentro del terreno de Doña Dominga. Para esta investigación se estudió solo la primera zona, que se encuentra en un espacio abierto y sombreado localizado en el exterior de la casa. Los habitantes, Doña Dominga, Saturnino, su hijo, y María Luisa, su nuera, nos dijeron que la zona utilizada para vender el pulque ha sido la misma desde hace muchos años. Nos informaron que normalmente en un día se consume una tinaja de pulque, por lo que diariamente van a raspar tres veces los magueyes (figura 1).

Según nos describen normalmente se llena una garrafa de aguamiel, que es de 5 litros, y que equivale aproximadamente al raspado de cinco magueyes. A diferencia de lo que describen las fuentes que a veces hablan de algunos días para la producción del pulque, el proceso de fermentación en este sitio es bastante rápido y según Doña Dominga dura alrededor de cuatro horas: “si a las 1.30 pm se pone el aguamiel, para las 5 de la tarde el pulque ya está fermentado”. Esto se logra dejando residuos de la fermentación anterior en el fondo del bote para que se acelere la reacción.

El espacio para la producción, venta y consumo de pulque está situado al lado de la casa de Doña Dominga. Aquí se encuentran los recipientes donde se lleva a cabo la fermentación del aguamiel. De los mismos recipientes, una vez que ha fermentado, se saca el pulque para venderlo. Este puede ser consumido allí mismo o puede ser comprado “para llevar” por los consumidores (figura 7).

Alrededor de los recipientes hay una fila de sillas y piedras donde los clientes se sientan a tomar el pulque y a conversar (figura 8). Hoy en día hay plantas que brindan sombra; sin embargo, estas no siempre han existido. Dependiendo de la época del año y de la hora del día, Doña Dominga y sus familiares movían los recipientes de un lado a otro en búsqueda de la sombra, porque “con el calor el pulque se fermenta más rápido y

³ El tezontle era un material de construcción común para la fabricación de pisos en la época prehispánica, principalmente en el Centro de México (López Luján, 2006; Miriello et al., 2011). Para nuestro experimento, fue fragmentado con martillo y posteriormente con un molino. Todo el tezontle se pasó a través de mallas de diferentes tamaños para controlar la dimensión de las partículas. La cal hidratada utilizada fue proporcionada por la Escuela Nacional de Conservación, Restauración y Museografía Manuel del Castillo Negrete.



Figura 4. Imagen de Google de la ubicación del taller de pulque de Doña Dominga en Caltimacán, Tasquillo, Hidalgo, México.



Figura 5. Zona de destazamiento de borregos en la casa de Doña Dominga. Se puede observar la mancha de sangre en el piso.

se echa a perder”. Lo anterior sugiere que no siempre existió un área específica para colocar los recipientes en el espacio dedicado a la producción y venta del pulque y que más bien estos han sido movidos dentro de ese espacio, por lo tanto, el pulque pudo haberse derramado al suelo en todo el espacio, tanto en el momento de verter el aguamiel en los recipientes, como cuando se pasa el pulque ya fermentado en otros contenedores para su venta y consumo.

En julio de 2008, se tomaron treinta y nueve muestras del piso de tierra. Las muestras fueron tomadas siguiendo una retícula regular con unidades de un metro en la parte interior del taller y a una distancia de 2 m en el exterior del mismo. Como en otros casos (Wells, 2010), las características del lugar muestreado han influenciado la toma de muestras, y la presencia de las tinajas de pulque, las piedras y los bancos para sentarse hizo que el muestreo no pudiera ser completamente regular (figuras 9 y 10).



Figura 6. Hornos para preparar la barbacoa.

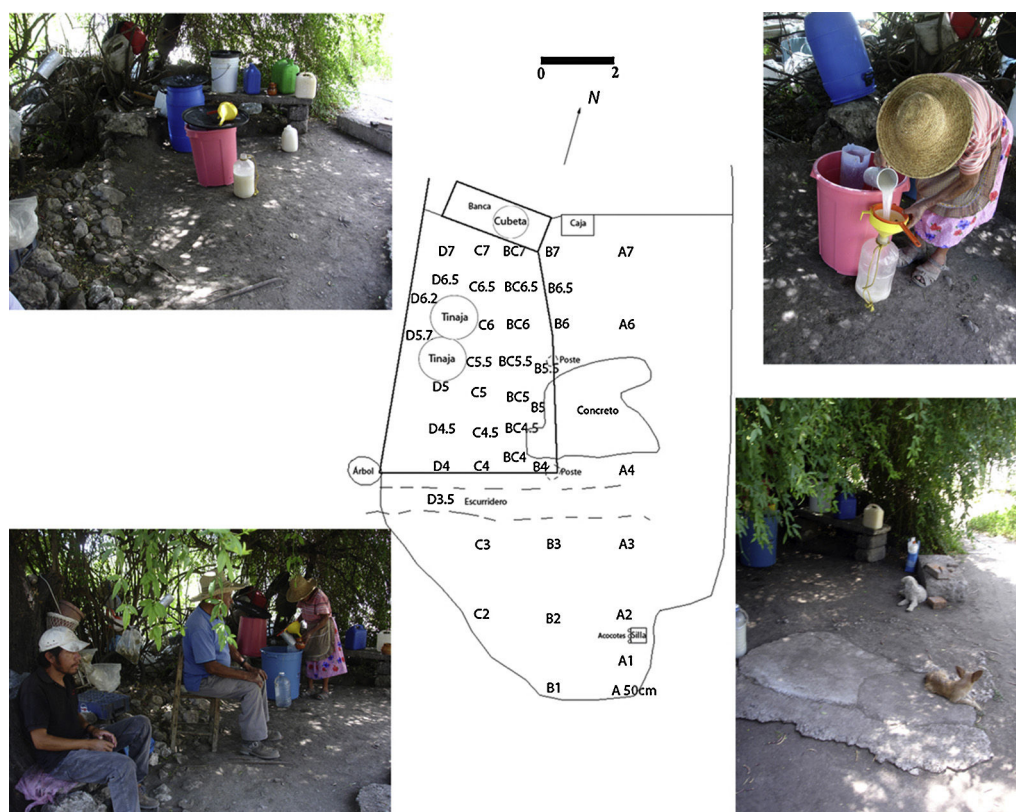


Figura 7. Zona de producción y venta de pulque, con croquis de los puntos de muestras.

Durante esa misma visita se recopilaban los datos sobre el uso del espacio haciendo preguntas a los habitantes del lugar y a los clientes.

Al año siguiente, después de haber llevado a cabo los análisis y con los mapas de distribución de los resultados

en la mano, se regresó al lugar para volver a entrevistar los informantes y aclarar la relación existente entre las concentraciones de residuos que los análisis hicieron evidentes y las actividades que los habitantes llevan a cabo sobre el piso.



Figura 8. Zona de consumo del pulque.

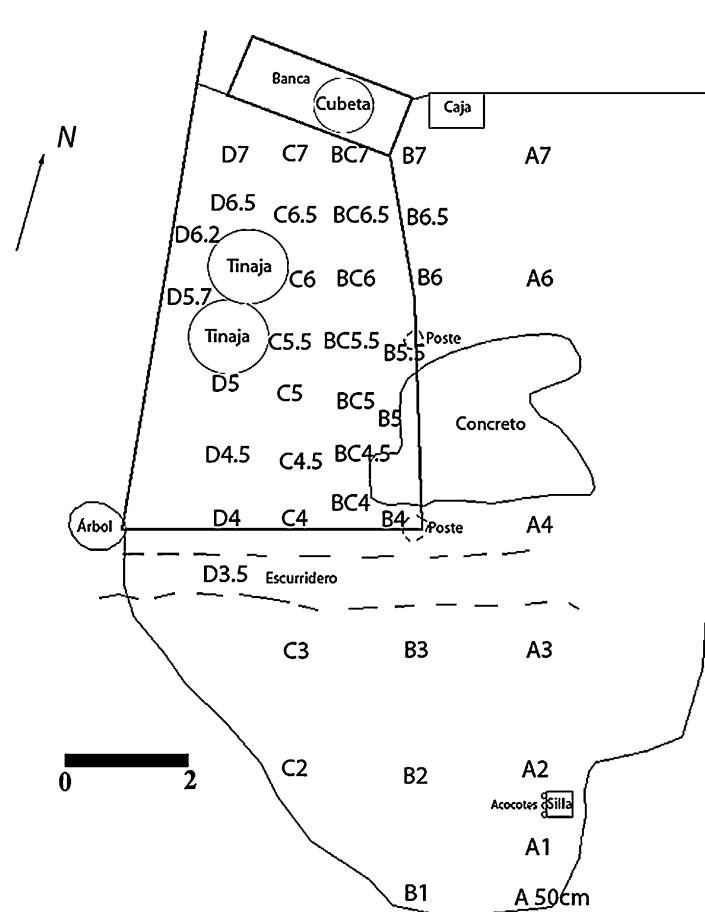


Figura 9. Mapa de ubicación de las muestras tomadas.

Protocolos analíticos empleados

Todas las muestras obtenidas de los bloques de piso experimental y del piso del taller de pulque se han analizado con pruebas sencillas (*spot test*) para determinar la presencia de ácidos grasos, residuos proteicos, fosfatos y carbohidratos, según

la metodología propuesta en Barba et al. (1991), Barba (2007) y Barba et al. (2014). Se trata de técnicas sencillas, semicuantitativas, que permiten apreciar la abundancia relativa de los residuos químicos en los pisos, pero no las concentraciones absolutas.

Las escalas empleadas son de 0 a 6 para los fosfatos, de 7 a 12 para los residuos proteicos (se considera que los valores > 8



Figura 10. Toma de muestras en el espacio investigado.

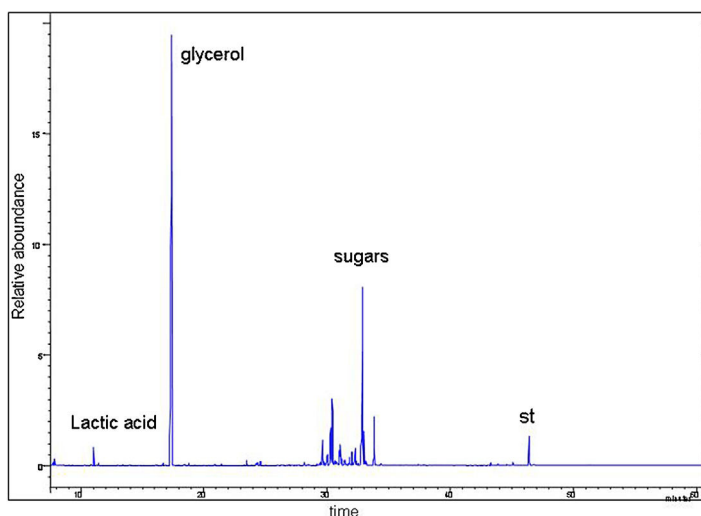


Figura 11. Cromatograma del análisis del extracto lipídico total de la muestra tomada de un bloque de piso enriquecido experimentalmente con pulque.

ya indican presencia de residuos proteicos); de 0 a 3 para los ácidos grasos y de 0 a 5 para carbohidratos.

Los resultados de los análisis de las muestras del piso de la casa en Caltimacán fueron capturados en el Sistema de Información Geográfica ArcMap y se han interpolado con el método de interpolación Inverse Distance Weighting (IDW), para obtener un mapa de distribución espacial por cada compuesto analizado. La coloración más intensa representa la zona con mayor concentración del indicador analizado. Al momento de hacer la interpretación hay que considerar las áreas de concentración y ausencia de todos los indicadores y relacionarlas entre sí.

Una muestra de piso enriquecido experimentalmente fue analizada con cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas. Para ello se llevaron a cabo dos diferentes extracciones. 1) Sobre 2 g de muestra en polvo tomada de un bloque se realizó una extracción para obtener lo que se llama el “extracto lipídico total” (extracción a) siguiendo la metodología desarrollada en el Laboratorio de Bristol (Mottram, Dudd, Lawrence, Stott y

Evershed, 1999). 2) En otros 2 g de muestra en polvo se realizó la extracción desarrollada por Pecci et al. (2013b) que normalmente se emplea para identificar los marcadores de vino y de fermentación (extracción b). Los extractos se han derivatizado y analizado siguiendo los métodos publicados en Giorgi, Salvini y Pecci (2010).

Resultados

Resultados de los análisis en los pisos experimentalmente enriquecidos con pulque

Los resultados de los análisis de bloques enriquecidos con pulque, comparados con los que se obtienen del análisis de los mismos antes del enriquecimiento, indican que el pulque produce un aumento importante en los valores de carbohidratos y solo un ligero aumento en los fosfatos. Los valores de los otros compuestos (ácidos grasos y residuos proteicos) no cambian. En

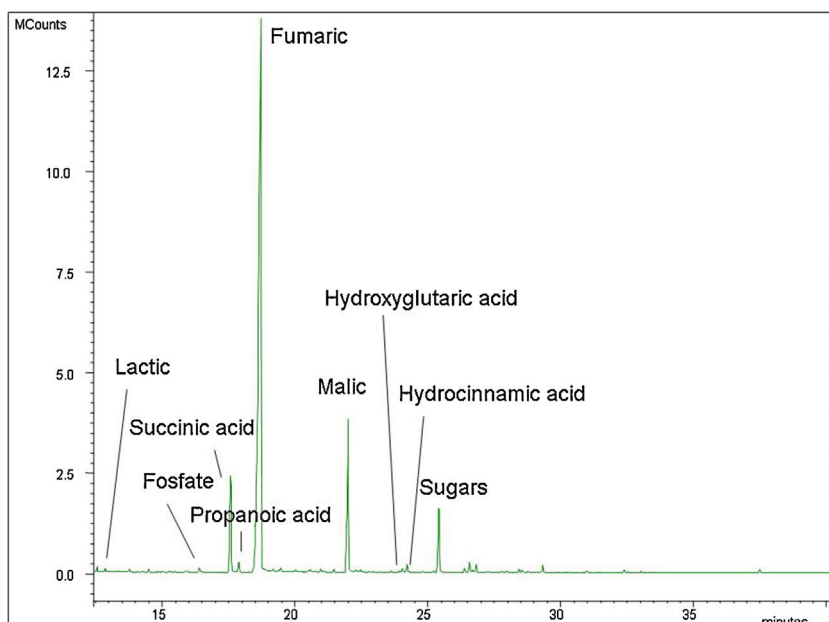


Figura 12. Cromatograma del análisis del extracto para identificar trazas de fermentación de la muestra tomada de un bloque de piso enriquecido experimentalmente con pulque.

particular, los residuos proteicos presentan un valor máximo de 7.5, lo que indica la ausencia de estos residuos (Barba, 2007). Lo anterior tiene estrecha relación con los datos obtenidos por algunos autores que han analizado la composición química del pulque, como por ejemplo Godoy que indica que el pulque contiene 6 mg de fósforo mientras que es pobre en proteínas (Godoy, Herrera y Ulloa, 2003, pp.68-69). Por otro lado, los análisis llevados a cabo por Muñoz de Chávez et al. (1996, p.305) indican que el pulque tiene 0 mg de colesterol, 0 g de grasas totales, 0.4 g proteínas y 6.10 g de hidratos de carbono o carbohidratos (sobre 100 g de alimento crudo en peso neto), confirmando que el pulque no podría enriquecer los pisos con grasas, muy poco con residuos proteicos, un poco con fosfatos, mientras que es rico en carbohidratos.

El análisis con cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas del extracto lipídico total de la muestra de piso enriquecido experimentalmente muestra la presencia de ácido láctico, glicerol y abundantes picos de azúcares, lo que corresponde a los altos valores de carbohidratos evidenciados por los *spot test* (figura 11).

En la muestra hay trazas de alcoholes pares de cadena larga (hasta C₃₀) e hidrocarburos, como señalan Correa-Ascencio et al. (2014) para algunas muestras arqueológicas. A diferencia de lo que estos autores obtienen para las muestras arqueológicas de Teotihuacan, en nuestra muestra no hay abundancia de ácidos grasos y están ausentes los de cadena larga, lo que apoya la hipótesis de los autores que estos derivan de otros usos de las vasijas analizadas o de procesos posdeposicionales, pero no del enriquecimiento con pulque.

Tampoco hay trazas de productos derivados de *Pinaceae* en nuestra muestra experimental de pulque, como fue sugerido por Correa-Ascencio et al. (2014) quienes atribuyeron esas sustancias a la existencia de un posible recubrimiento orgánico de las cerámicas arqueológicas analizadas.

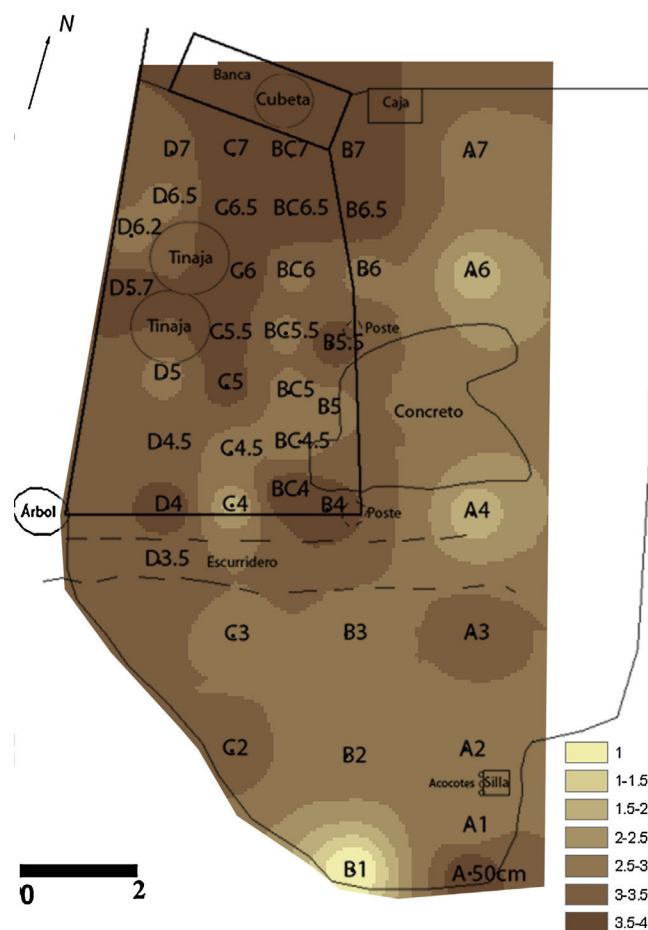


Figura 13. Mapa de distribución de valores de carbohidratos.



Figura 14. Rellenado de botellas con pulque para su venta.



Figura 15. Enriquecimiento del piso por derrame del pulque.

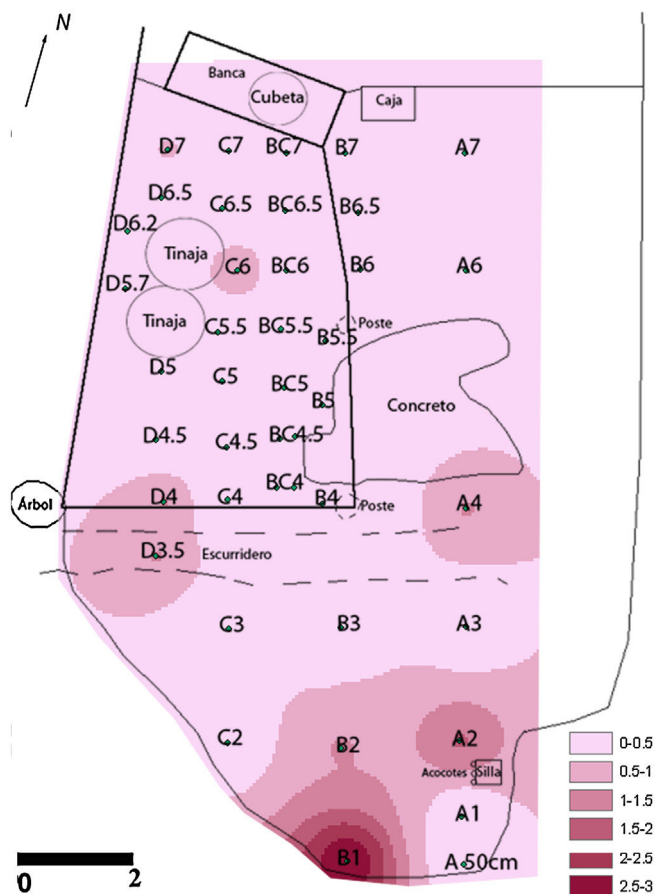


Figura 16. Mapa de distribución de ácidos grasos.

En lo que concierne a los hopanos, que los autores señalan como *markers* del pulque, estos no están presentes en el cromatograma obtenido del análisis del “piso” experimental (figura 8). Puede ser que esto tenga relación con el hecho que aplicamos una extracción diferente o que nuestro experimento, a diferencia del que llevaron a cabo Correa-Ascencio et al. (2014), no involucró el calentamiento de la muestra, que es un paso que no existe en el proceso tradicional de producción de pulque, y que los investigadores llevaron a cabo para simular el envejecimiento de las muestras, lo que, según los autores, podría haber ocasionado la formación de los hopanos.

Como mencionamos en la metodología, también se llevó a cabo el análisis del extracto b. Aquí tampoco fue posible identificar hopanos. Sin embargo, el cromatograma muestra picos muy claros y abundantes (figura 12). Hay ácido succínico, además el ácido fumárico es abundante, seguido por el ácido málico. También fue posible identificar ácido láctico e hidrocinámico. Algunos de los compuestos identificados están relacionados con la fermentación y se encuentran también en otras bebidas fermentadas, como el vino, aunque en proporciones diferentes (Pecci et al., 2013b). A pesar de no poder identificar marcadores exclusivos del pulque, este método de extracción parece muy prometedor en cuanto a la posibilidad de reconocer en los materiales arqueológicos los productos de la fermentación que se preservan en las cerámicas arqueológicas y en las instalaciones productivas (Pecci et al., 2013b). Hay que considerar que en

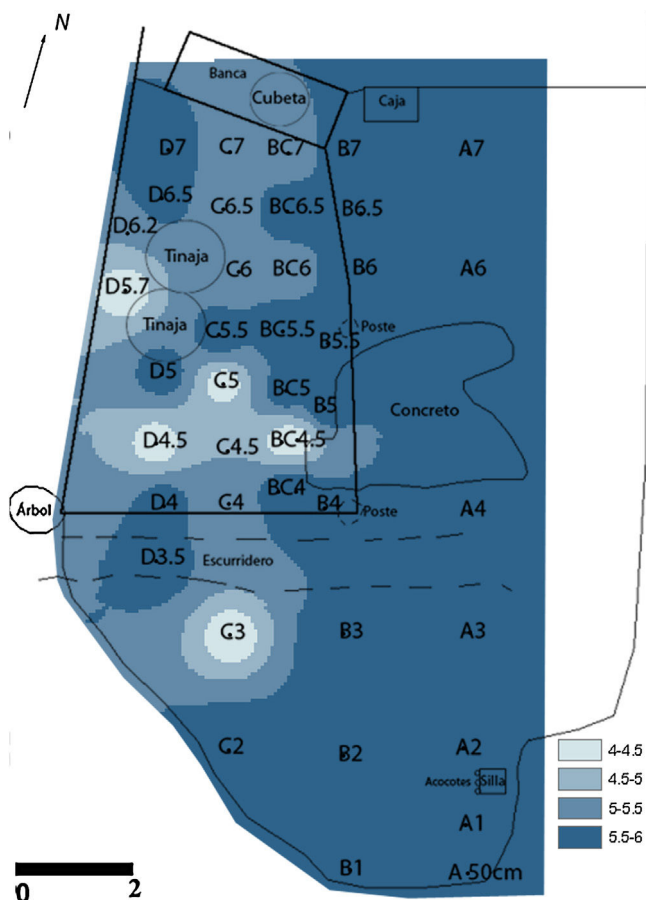


Figura 17. Mapa de distribución de fosfatos.

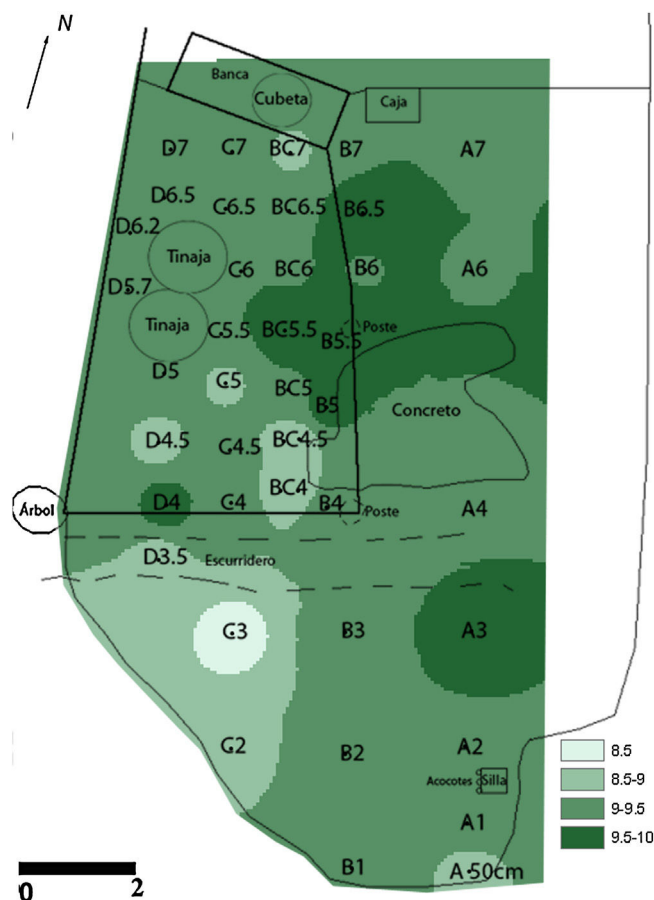


Figura 18. Mapa de distribución de residuos proteicos.

ambos extractos pueden observarse abundantes azúcares, pero la resistencia al envejecimiento de estos compuestos es limitada, por lo que difícilmente se encontrarían en los materiales arqueológicos.

Resultados de los análisis de las muestras de piso del taller de producción y venta de pulque de Caltimacán

Los resultados de los análisis con pruebas sencillas (*spot test*) muestran que hay una diferencia en los residuos identificados en el área de producción y venta de pulque, donde llevamos a cabo un muestreo más intensivo, y en el área anexa. En la primera se detectan altos valores de carbohidratos y valores bajos de los otros indicadores, mientras que en las áreas anexas los carbohidratos son más bajos y los otros indicadores (ácidos grasos, fosfatos y residuos proteicos) presentan valores más altos.

En particular, los valores más altos de carbohidratos se observan en la zona donde se encuentran los recipientes de pulque y donde las personas se sientan a tomar la bebida, en la parte norte del área investigada (figura 13). Aunque los carbohidratos están presentes también en otros alimentos, la posibilidad de contar con el conocimiento de las actividades desarrolladas en los diferentes espacios permite sugerir que el enriquecimiento del piso en carbohidratos se relaciona con el derrame del pulque al momento de verterlo de las tinajas a otro tipo de recipientes, como son los tarros empleados en Caltimacán para

su consumo *in situ*, o los recipientes o botellas de plástico que llevan los compradores (figura 14). En efecto, durante el muestreo pudimos observar manchas de pulque derramado en el piso (figura 15), confirmando la hipótesis de que el proceso de verter el pulque implica “ensuciar” el piso y, por lo tanto, enriquecerlo químicamente. Además, como se mencionó anteriormente, los propietarios afirmaron que han cambiado de lugar las tinajas a lo largo del tiempo, así que el pulque se ha podido derramar al piso durante años en la amplia zona que en los mapas de distribución aparece enriquecida con carbohidratos.

En lo que concierne a los otros compuestos analizados, los resultados de los experimentos arriba mencionados y la literatura sobre el tema (Muñoz de Chávez et al., 1996) indican que el pulque no contiene ácidos grasos, ni residuos proteicos y contiene pocos fosfatos.

En cuanto a los ácidos grasos, los resultados de los análisis de los pisos del área de trabajo con pulque confirman esta ausencia (figura 16). La presencia de ácidos grasos en algunas de las muestras analizadas parece tener otro origen. En particular, la concentración de ácidos grasos ubicada cerca del árbol, en la parte occidental del taller, podría derivarse del escurrimiento de la resina del árbol de huizache que se encuentra allí. Durante nuestra visita, fue posible observar que una de las piedras ubicada junto al árbol está salpicada de la resina que escurrió del árbol. Esta resina pudo también caer al piso, enriqueciéndolo. Por otro lado, hay concentraciones de ácidos grasos en



Figura 19. Presencia de animales en el área analizada.

otras áreas del espacio muestreado que no están directamente relacionadas con la venta y el consumo de pulque. Estas concentraciones podrían derivar de actividades como el destazamiento de los borregos, del que se registraron manchas de sangre en el piso (figura 5), o del lavado de ropa.

El pulque contiene poco fósforo (Godoy et al., 2003, pp.68-69) y los valores relativamente bajos que se encuentran en el área destinada a la venta del pulque y los análisis de los bloques enriquecidos experimentalmente lo confirman. Además, sugiere que los altos valores de fosfatos, principalmente alrededor del área destinada a la producción de pulque (figura 17), deben ser consecuencia de otras actividades domésticas. Del mismo modo, las concentraciones de los residuos proteicos se encuentran principalmente fuera del área de producción y venta de pulque (figura 18) y deben ser producto de otras actividades que se llevaron a cabo en el lugar. Durante el estudio etnoarqueométrico se ha podido observar la presencia de basura, de perros y gallinas circulando y descansando en el lugar, así como el tendido de ropa, que pueden contribuir a los enriquecimientos químicos del piso (figura 19). Adicionalmente, observamos al sur de esta área una zona de matanza y destazamiento de borregos para la barbacoa que se prepara en hornos construidos en un espacio anexo (figuras 5 y 6) y que se vende los domingos en la misma casa.

En general, debido a que el espacio analizado es un espacio doméstico, al mismo tiempo que un espacio público para la venta y consumo de pulque, es evidente que muchas y diversas

actividades se han llevado a cabo en el lugar. Consecuencia de ello deben ser los altos valores de ácidos grasos, fosfatos y residuos proteicos detectados en los espacios analizados, y que se han identificado en otras investigaciones etnoarqueológicas (Barba y Ortiz, 1992; López Varela et al., 2005; Middleton et al., 2010; Barba et al., 2014). Sin embargo, a pesar de que no puedan ser considerados marcadores exclusivos del pulque, los abundantes carbohidratos detectados por los *spot test* son una “firma química” para identificar la producción y el manejo de pulque, como los resultados de los análisis de los pisos de Caltimacán y de los experimentos presentados en el primer apartado de la sección Resultados lo han demostrado.

Conclusiones

El presente trabajo constituye un primer intento de acercamiento al estudio de los residuos químicos dejados por el pulque en los pisos o superficies de ocupación. Lo anterior demuestra que aun con el uso de técnicas sencillas de análisis es posible acercarse al estudio de áreas de producción y consumo de esta bebida, detectando residuos que posteriormente podrían ser identificados con técnicas más específicas.

El estudio etnoarqueométrico del área de producción y venta de pulque ha permitido detectar con el uso de las pruebas sencillas aplicadas (*spot test*) la presencia de los residuos químicos que el derrame de pulque deja en los pisos. En particular, se ha podido confirmar que el derrame del pulque produce un aumento en los valores de carbohidratos, un ligero incremento de los fosfatos, pero no aporta ácidos grasos, ni residuos proteicos.

El análisis etnoarqueométrico de las muestras de piso brinda datos que pueden ser usados para la interpretación de las áreas arqueológicas en las que se realizaron actividades que implicaron el derrame de pulque sobre los pisos. Sin embargo, no hay que olvidar, que los carbohidratos no son marcadores exclusivos del pulque y que, como se ha sugerido anteriormente (Pecci, 2003; Barba et al., 2014), los residuos identificados con las pruebas sencillas pueden tener orígenes diferentes (por ejemplo, los carbohidratos también podrían derivar de bebidas de maíz, de miel y los fosfatos del desecho de otros productos). Por ello es fundamental recordar siempre que los análisis químicos son solo una parte de la investigación arqueológica y que al interpretar los resultados analíticos en contextos arqueológicos, con el fin de determinar el tipo de actividades que se realizaron en el pasado, hay que tomar en cuenta la distribución espacial de los diferentes residuos analizados así como los otros indicadores arqueológicos que estén a disposición (por ejemplo, en el caso del pulque, la presencia de raspadores, vasijas de cerámica para la producción o el consumo de la bebida, etcétera), y relacionar los resultados de los análisis químicos con los materiales encontrados sobre piso, los restos faunísticos y botánicos, así como el tipo de arquitectura de los espacios estudiados para entender el contexto arqueológico en conjunto. Los estudios aquí presentados permiten aportar más datos para proponer que como parte de las actividades rituales realizadas en esta estructura se produjo el derrame de pulque en los pisos ubicados junto a los braseros

de los altares, donde se identificaron abundantes carbohidratos, pero no había ácidos grasos (Barba et al., 1996).

Los resultados obtenidos con los *spot test* pueden ser confirmados con otros análisis específicos en algunas muestras seleccionadas, como son los análisis con cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas siguiendo el método desarrollado por Correa-Ascencio et al. (2014) o el que se propone en este artículo para identificar trazas de fermentación. Sin embargo, el uso de las pruebas sencillas representa una herramienta confiable para plantear hipótesis relativas a la presencia de pulque en los pisos y en otros materiales arqueológicos como los recipientes cerámicos, y hacer una selección de los especímenes a analizarse con técnicas más complejas, cuando se manejan grandes cantidades de muestras.

A pesar de su larga tradición y de su importante participación en la cultura mesoamericana, hoy en día el consumo del pulque está en riesgo de desaparecer. A pesar de que todavía algunas personas, como nuestros informantes, consideren que “un jarro diario de pulque sea muy bueno”, y afirmen que incluso antiguamente el aguamiel “se les daba a los niños a partir de los 5 años y que así crecían sanos y fuertes”, en realidad la mayoría de las personas está dejando de consumir esta bebida. La introducción de las bebidas destiladas como el tequila, y el mezcal por un lado y de la cerveza por el otro (como ya señalaba Guerrero, 1994), junto con las “leyendas negras” que se le han atribuido al pulque sobre lo que se le agrega para facilitar la fermentación, han presionado a las nuevas generaciones a perder la tradición de beber pulque. Por esta razón, también, ha sido importante registrar el proceso de producción y de consumo de pulque en una localidad, así como reconocer sus residuos en los pisos antes de que esto pueda desaparecer, lo que por otro lado esperamos nunca pase.

Agradecimientos

Queremos agradecer a Doña Dominga, Don Sato (Saturnino) y Doña María Luisa las facilidades que nos brindaron para tomar las muestras en sus pisos y por informarnos sobre las actividades que llevan a cabo en sus espacios domésticos.

La Dra. Lila Escorcía y la etnóloga Perla González por presentarnos ante Doña Dominga y Don Sato, así como por acompañarnos las veces que fuimos a conocer el taller y a muestrearlo en 2012.

Los experimentos de fabricación, enriquecimiento y análisis de los bloques de piso se realizaron en 2001 como parte de un proyecto de Alessandra Pecci en el Laboratorio de Prospección Arqueológica del IIA – UNAM, donde también se realizaron los análisis del piso de Caltimacán.

Los bloques de pisos experimentales se prepararon en la Escuela Nacional de Conservación, Restauración y Museografía Manuel del Castillo Negrete, en la Ciudad de México, bajo la asesoría de Haydeé Orea y Margarita García.

Agradecemos al prof. Gianluca Giorgi del Departamento de Química de la Universidad de Siena la posibilidad de realizar el análisis de la muestra experimental con cromatografía de gases acoplada con espectrometría de masas. Agradecemos también

la ayuda de Eos López en la etapa final de preparación de este artículo.

Referencias

- Acuña, R. (1986). *Relaciones geográficas del siglo XVI: México* tomo segundo. México, D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Alcalá, M. (ed.) (1971). Cortés, Hernán. *Cartas de relación*. México: Porrúa.
- Barba, L. (1986). La química en el estudio de áreas de actividad. En L. Manzanilla (Ed.), *Unidades habitacionales mesoamericanas y sus áreas de actividad* (pp. 21–39). México, D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Barba, L. (2007). Chemical residues in lime-plastered archaeological floors. *Geoarchaeology*, 22(4), 439–452.
- Barba, L. y Bello, G. (1978). Análisis de fosfatos en el piso de una casa habitada actualmente. *Notas Antropológicas*, 1(24), 188–193.
- Barba, L. y Herrera, A. (1986). San José Ixtapa: un sitio arqueológico dedicado a la producción de mercurio. *Anales de Antropología*, 23(1), 87–104.
- Barba, L., Rodríguez, R. y Córdoba, J. L. (1991). *Manual de técnicas microquímicas de campo para la arqueología*. México, D.F.: Cuadernos de Investigación, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Barba, L. y Ortiz, A. (1992). Análisis químico de los pisos de ocupación: un caso etnográfico en Tlaxcala, México. *Latin American Antiquity*, 3(1), 63–82.
- Barba, L., de Pierrebourg, F., Trejo, C., Ortiz, A. y Link, K. (1995). Activités humaines reflétées dans les sols d'unités d'habitation contemporaine et préhispanique du Yucatan (Mexique): Etudes chimiques, ethnoarchéologiques et archéologiques. *Revue d'Archéométrie*, 19(19), 79–95.
- Barba, L., Ortiz, A., Link, K., López Luján, L. y Lazos, L. (1996). Chemical analysis of residues in floors and the reconstruction of ritual activities at Templo Mayor, Mexico. En M. V. Orna (Ed.), *Archeological chemistry. Organic, inorganic, and biochemical analysis* (pp. 139–156). Washington DC: American Chemical Society.
- Barba, L. y Lazos, L. (2000). Chemical analysis of floors for the identification of activity areas: A review. *Antropología y Técnica*, 6(1), 59–70.
- Barba, L., Ortiz, A. y Manzanilla, L. (2007). Chemical residues in lime plastered archaeological floors. Commoner ritual at Teotihuacan, Central Mexico. En N. Gonlin y J. Lohse (Eds.), *Commoner ritual and ideology in Ancient Mesoamerica*. Colorado: University Press of Colorado.
- Barba, L., Ortiz, A. y Pecci, A. (2014). Los residuos químicos. Indicadores arqueológicos para entender la producción, preparación, consumo y almacenamiento de alimentos en Mesoamérica. *Anales de Antropología*, 48(1), 201–239.
- Barba, L., Pérez, J., Ortiz, A. y Blancas, J. (2015). Estudio integral de un taller Posclásico en el Cerro San Lucas, Valle de Teotihuacan. *Anales de Antropología*, 49(2), 231–251.
- Brumman, H. J. (2000). *Alcohol in Ancient Mexico*. pp. 61–82. University of Utah Press.
- Buxeda Garrigós, J., Cau Ontiveros, M. Á. y Kilikoglou, V. (2003). Chemical variability in clays and pottery from a traditional cooking pot production village: Testing assumptions in Pereruela. *Archaeometry*, 45(1), 1–17.
- Casillas, L. E. y Vargas, L. A. (1985). La alimentación entre los mexicas. In *Historia general de la medicina en México*. pp. 133–156. México D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Coe, S. (1994). *America's first cuisines*. Austin: University of Texas Press.
- Coronel, E. G., Hutson, S., Magnoni, A., Balzotti, C., Ulmer, A. y Terry, R. E. (2015). Geochemical analysis of Late Classic and Post Classic Maya marketplace activities at the Plazas of Cobá, Mexico. *Journal of Field Archaeology*, 40(1), 89–109.
- Correa-Ascencio, M., Robertson, I. G., Cabrera-Cortés, O., Cabrera-Castro, R. y Evershed, R. P. (2014). Pulque production from fermented agave sap as a dietary supplement in Prehispanic Mesoamerica. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(39), 14223–14228.
- Cuevas, M. (ed.) (1991). Clavijero, Francisco J. *Historia antigua de México*. México, D.F.: Porrúa.
- Dahlin, B. H., Jensen, C. T., Terry, R. E., Wright, D. R. y Beach, T. (2007). In search of an ancient Maya market. *Latin American Antiquity*, 18(4), 363–385.
- Fernández, F., Terry, R., Inomata, T. y Eberl, M. (2002). An ethnoarchaeological study of chemical residues in the floors and soils of Q'eqchi' Maya houses

- at Las Pozas, Guatemala. *Geoarchaeology: An International Journal*, 17(6), 487–519.
- Fournier, D. (1983). Le pulque: Boisson, nourriture, capital. *Journal de la Société des Americanistes*, 69, 45–70.
- Fournier, P. (1995). Etnoarqueología cerámica otomi: maguey, pulque y alfarería entre los Hñähñü del Valle del Mezquital (Tesis doctoral). México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- García Quintana, J. y López Austin, A. (eds.). Sahagún, Fray Bernardino, de *Historia general de las cosas de Nueva España*, primera versión íntegra del texto castellano del manuscrito conocido como códice Florentino. México D.F.: Porrúa.
- Gemelli Careri, F. (1700). *Giro del Mondo del dottor D. Gio. Francesco Gemelli Careri*. Nápoles: Stamperia di Giuseppe Rosselli.
- Getino, F. y Ortiz, A. (1997). La actividad ritual a nivel de barrio: el Momoztli de Palma y Venustiano Carranza. *Arqueología*, 18, 119–138.
- Giorgi, G., Salvini, L. y Pecci, A. (2010). The meals in a building yard during the Middle Age. Characterization of organic residues in ceramic potsherds. *Journal of Archaeological Science*, 37, 1453–1457.
- Godoy, A., Herrera, T. y Ulloa, M. (2003). *Más allá del pulque y el tepache. Las bebidas alcohólicas no destiladas indígenas de México*. México D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Guerrero, R. (1994). El pulque. *Arqueología Mexicana*, 2(7), 62–65.
- Hjulström, B. y Isaksson, S. (2009). Identification of activity area signatures in a reconstructed Iron Age house by combining element and lipid analyses of sediments. *Journal of Archaeological Science*, 36(1), 174–183.
- King, S. (2008). The spatial organization of food sharing in Early Postclassic households: An application of soil chemistry in Ancient Oaxaca, Mexico. *Journal of Archaeological Science*, 35(5), 1224–1239.
- López Luján, L. (2006). *La Casa de las Águilas*. México D.F.: Fondo de Cultura Económica 2. vols. Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, Instituto Nacional de Antropología e Historia, Fondo de Cultura Económica.
- López Varela, S., Ortiz, A. y Pecci, A. (2005). Ethnoarchaeological study of chemical residues in a “Living” household in Mexico. In *Geoarchaeological and bioarchaeological studies*. pp. 19–22. Amsterdam: Vrije Universiteit.
- Manzanilla, L. y Barba, L. (1990). The study of activities in Classic households: Two case studies from Cobá and Teotihuacan. *Ancient Mesoamerica*, 1(1), 41–49.
- Matos, C. M. y Acosta, G. (2016). El patio, un estudio etnoarqueológico de actividades: conjunción interpretativa de análisis químicos de suelos y gránulos de almidón. *Temas Antropológicos, Revista Científica de Investigaciones Regionales*, 38(1), 41–68.
- Middleton, W. (2004). Identifying chemical activity residues in Prehistoric house floors: A methodology and rationale for multi-elemental characterization of a mild acid extract of anthropogenic sediments. *Archaeometry*, 46(1), 47–65.
- Middleton, W. y Price, D. (1996). Identification of activity areas by multi-element characterization of sediments from modern and archaeological house floors using inductively coupled plasma-atomic emission spectroscopy. *Journal of Archaeological Science*, 23(5), 673–687.
- Middleton, W., Barba, L., Pecci, A., Burton, J. H., Ortiz, A., Salvini, L., et al. (2010). The study of archaeological floors: Methodological proposal for the analysis of anthropogenic residues by spot tests, ICP-OES, and GC-MS. *Journal of Archaeological Method and Theory*, 17(3), 183–208.
- Miralles Ostos, J. (ed.) (1997). López de Gómara, Francisco. *Historia de la Conquista de México*. México D.F.: Porrúa.
- Miriello, D., Barca, D., Crisci, G. M., Barba, L., Blancas, J., Ortiz, A., et al. (2011). Characterization and provenance of lime plasters from the Templo Mayor of Tenochtitlan (Mexico City). *Archaeometry*, 53(6), 1119–1141.
- Mottram, H. R., Dudd, S. N., Lawrence, G. J., Stott, A. W. y Evershed, R. P. (1999). New chromatographic, mass spectrometric and stable isotope approaches to the classification of degraded animal fats preserved in archaeological pottery. *Journal of Chromatographic A*, 833(2), 209–221.
- Muñoz de Chávez, M., Roldán, J. A., Ledesma, J. Á., Mendoza, E., Chávez, A., Pérez-Gil, F., et al. (1996). *Tablas de valor nutritivo de los alimentos de mayor consumo en México*. México D.F.: Edición Internacional.
- O’Gorman, E. (ed.) (1999). Las Casas, Fray Bartolomé de *Los Indios de México y Nueva España*. Antología. México D.F.: Porrúa.
- O’Gorman, E. (ed.) (2001). Motolinía, Toribio de Benavente, *Historia de los Indios de la Nueva España*. México D.F.: Porrúa.
- Ortiz, A. (1990). Oztotyahualco: estudio químico de los pisos estucados de un conjunto residencial teotihuacano para determinar áreas de actividad (Tesis de licenciatura en Arqueología, inédita). México D.F.: Escuela Nacional de Antropología e Historia.
- Ortiz, A. (1996). Estudios químicos del piso de la tumba tres de Bolaños, IV Coloquio de Occidentalistas, Instituto Cultural Cabañas, Guadalajara Jalisco, del 12 al 14 de Junio.
- Ortiz, A. (2015). Determinación de las características de un barrio teotihuacano con arqueometría. El caso de Teopancazco (Tesis doctoral). México: Facultad de Filosofía y Letras/Instituto de Investigaciones Antropológicas, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Ortiz, A. y Barba, L. (1992). Estudio químico de los pisos del Satunsat en Oxkintok, Yucatán, *Oxkintok* 4, pp. 119–126. Misión Arqueológica de España en México, Madrid.
- Ortiz, A. y Barba, L. (1993). La química en el estudio de áreas de actividad. En L. Manzanilla (Ed.), *Anatomía de un conjunto residencial teotihuacano en Oztotyahualco* (pp. 617–660). México, D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Parsons, J.R. y Parsons, M.H. (1990). *Maguey utilization in highland Central Mexico: An archaeological ethnography*, Anthropological Paper No. 82, Museum of Anthropology, University of Michigan, Ann Arbor.
- Pecci, A. (2003). Los alimentos y sus residuos químicos. Arqueología experimental para entender actividades prehispánicas. *Quaderni di Thule*, 3, 75–83.
- Pecci, A. (2005). Per la definizione della funzione degli spazi archeologici e delle ceramiche. Un progetto archeometrico (Tesis doctoral inédita). Siena: Dipartimento di Archeologia e Storia delle Arti, Università degli Studi di Siena. Depositada en la Biblioteca, Siena.
- Pecci, A. (2009). Analisi chimiche delle superfici pavimentali: un contributo all’interpretazione funzionale degli spazi archeologici. En G. Volpe y P. Favia (Eds.), *V Congresso Nazionale di Archeologia Medievale* (pp. 105–110). Borgo S Lorenzo: All’Insegna del Giglio.
- Pecci, A., Ortiz, A. y López Varela, S. (2006). “Tracce” chimiche delle attività umane: distribuzione spaziale dei residui in una abitazione-laboratorio di ceramica a Cuentepec (Messico), Francesca Lugli (ed.) *Proceedings of the 4th Congress of Ethnoarchaeology (2006)*, Alessandra Stoppiello, Stefano Biagetti. BAR International Series, Oxford, en prensa.
- Pecci, A., Valdambrini, C. y Bellucci, V. (2007). Analisi delle sepolture di San Pietro (Grosseto) e Castel di Pietra (Gavarrano, GR): distribuzione spaziale dei residui organici. En C. D’Amico (Ed.), *Atti del IV Congresso Nazionale AIAR* (pp. 731–739). Bologna: Patron Editore.
- Pecci, A., Ortiz, A., Barba, L. y Manzanilla, L. (2010). Distribución espacial de las actividades humanas con base en el análisis químico de los pisos de Teopancazco, Teotihuacan., Edith Ortiz Diaz (ed.) *VI Coloquio Bosh Gimpera*, pp. 453–478, Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F.
- Pecci, A. y Cau, M. Á. (2012). Risultati preliminari delle analisi dei pavimenti. In *Massaciucoli romana. La campagna di scavo 2011-2012. I dati della ricerca*. pp. 389–393. Roma: Edizioni Nuova Cultura.
- Pecci, A., Valdambrini, C., Bellucci, V. y Cau, M. Á. (2013a). “Ethnoarchaeometry” of oil production: Chemical traces in a modern production installation in Tuscany (Italy). Francesca Lugli, Alessandra Stoppiello, Stefano Biagetti (eds.). *Ethnoarchaeology: Current Research and Field Methods. Conference Proceedings, Rome, Italy, 13th-14th May 2010*, BAR International Series S2472, Oxford, pp. 63–68.
- Pecci, A., Giorgi, G., Salvini, L. y Cau, M. Á. (2013). Identifying wine markers in ceramics and plasters with gas chromatography/mass spectrometry. Experimental and archaeological materials. *Journal of Archaeological Science*, 40(1), 109–115.
- Pecci, A., Cau, M. Á., Valdambrini, C. y Inserra, F. (2013). Understanding residues of oil production: Chemical analyses of floors in traditional mills in the Western Mediterranean. *Journal of Archaeological Science*, 40(2), 883–893.
- Rondelli, B., Lancelotti, C., Madella, M., Pecci, A., Balbo, A., Ruiz Pérez, J., et al. (2014). Anthropic activity markers and spatial variability: An ethnoarchaeological experiment in a domestic unit of Northern Gujarat (India). *Journal of Archaeological Science*, 41, 482–492.

- Taylor, W. B. (1979). *Drinking, homicide and rebellion in Colonial Mexican villages*. Stanford: Stanford University Press.
- Terry, R. E., Fernández, F. G., Parnell, J. y Inomata, T. (2004). The story in the floors: Chemical signatures of ancient and modern Maya activities at Aguateca, Guatemala. *Journal of Archaeological Science*, 31(9), 1237–1250.
- Wells, E. C. (2004). Investigating activity patterns in Prehispanic Plazas: Weak acid-extraction ICP-AES. Analysis of anthrosoles at Classic Period El Coyote, Northwestern Honduras. *Archaeometry*, 46(1), 67–84.
- Wells, E. C. (2010). Sampling design and inferential bias in archaeological soil chemistry. *Journal of Archaeological Method and Theory*, 17(3), 209–230.
- Wells, E. C. y Moreno Cortés, J. E. (2010). Chimie du sol et activités humaines anciennes: Les exemples archéologiques du Mexique et d'Amérique centrale. *Etude et Gestion des Sols*, 17(1), 67–78.
- Wilson, C. A., Davidson, D. A. y Cresser, M. S. (2005). An Evaluation of multielement analysis of historic soil contamination to differentiate space use and former function in and around abandoned farms. *The Holocene*, 15(7), 1094–1099.
- Wilson, C. A., Davidson, D. A. y Cresser, M. S. (2009). An evaluation of the site specificity of soil elemental signatures for identifying and interpreting former functional areas. *Journal of Archaeological Science*, 36(10), 2327–2334.