

Emiliano Ricardo Melgar Tísoc\*  
Reyna Beatriz Solís Ciriaco\*\*

## **Caracterización de huellas de manufactura en objetos lapidarios de obsidiana del Templo Mayor de Tenochtitlan\*\*\***

Este trabajo es parte de un amplio estudio sobre la caracterización de huellas de manufactura de los objetos lapidarios recuperados en las ofrendas del Templo Mayor de Tenochtitlan, mediante el empleo de la arqueología experimental y la comparación de las piezas experimentales y arqueológicas con ayuda de la microscopía estereoscópica y la electrónica de barrido. Así, el análisis tecnológico de 184 objetos de obsidiana permitió identificar dos patrones de manufactura: uno temprano correspondiente a la etapa II (1375-1427 d.C.) que presenta gran diversidad en las herramientas empleadas. Este hecho contrasta con la marcada estandarización de las piezas de las etapas tardías de la IVb a la VII (1469-1521 d.C.), las cuales quizás fabricaron artesanos especializados que vivían en los palacios de los tlatoque durante el periodo de la Triple Alianza.

This paper is part of a broad research project about characterizing manufacturing traces of lapidary objects found in offerings at the Great Temple of Tenochtitlan, through experimental archaeology as well as optical and scanning electron microscopy. The technological analysis of 184 obsidian pieces resulted in the identification of two technological patterns: the earlier one, from Stage II (AD 1375–1427), showed a great diversity in the tools employed. In contrast, the later one, from Stages IVb to VII (1469–1521 d.C.), revealed a strong standardization of the tools; these pieces might have been produced by specialized artisans living in the palaces of Aztec rulers during the time of the Triple Alliance.

Desde la época colonial, la obsidiana ya aparece en las fuentes como parte de las piedras preciosas; fray Bernardino de Sahagún (1989: 791-792) exaltaba algunas de sus características así como la gran habilidad y conocimiento que tenían los artesanos prehispánicos para elaborar objetos con distintos materiales líticos, por ejemplo, los espejos. Incluso se señala el diálogo entre el corazón de los lapidarios y los objetos para inspirarse y endiosarse (León Portilla, 1983: 270). A su vez, las fuentes documentales también indican que para el labrado de las piedras finas se empleaban arenas, algunas de las cuales se obtenían en las provincias de *Tototépec* y *Quetzaltépec* (Durán, 1967: 425), mien-

\* Museo del Templo Mayor, INAH [anubismarino@gmail.com].

\*\* Proyecto La lapidaria del Templo Mayor: estilos y tradiciones tecnológicas [reynabsolis@hotmail.com].

\*\*\* La investigación no hubiera sido posible sin el apoyo del Laboratorio de Microscopía Electrónica del INAH y de las tomas micrográficas de José Antonio Alva y José Luis Alvarado, así como de la participación de los integrantes del Taller de Arqueología Experimental en Lapidaria: Hervé Monterrosa, Mariana Toledo, Iván Olguín, Edgar Pineda, Edgar Rosales, Alejandro Maldonado, Julieta López, Leyla Jiménez y Claudia Miranda. También agradecemos las asesorías y enseñanzas de Adrián Velázquez en el análisis tecnológico de huellas de manufactura, así como las facilidades otorgadas por el personal de la Bodega de Resguardo de Bienes Culturales del Museo del Templo Mayor para revisar los objetos de obsidiana recuperados en las ofrendas.

tras que otras (*tecpaxalli*) se fabricaban moliendo pedernales provenientes de arroyos de las inmediaciones de *Huaxtépéc* (Sahagún, 1956: 796-797). De la misma manera, al pulverizar pequeñas rocas de colores se obtenía otro tipo de abrasivo llamado esmeril (Sahagún, 1956: 796-797). Para el corte de los espejos se habla del uso de un betún hecho de estiércol de murciélago; además, para pulir y obtener acabados se empleaban tanto el mencionado esmeril como las cañas de carrizo (Sahagún, 1956:609).

No obstante esta riqueza de información, son escasos los estudios arqueológicos centrados en conocer las técnicas e instrumentos con los que las sociedades del México prehispánico trabajaron la obsidiana pulida y la lapidaria en general para convertirla en diferentes tipos de objetos ornamentales y votivos. Ello se debe a que en la mayor parte de los casos es común la ausencia de contextos primarios sobre su producción, como los talleres en que estas piezas se manufacturaban. Además, predominan las evidencias en contextos secundarios, como materiales en proceso de trabajo, piezas falladas y residuos que aparecen en los escombros y rellenos constructivos de las estructuras arquitectónicas (Shimada, 1994: 13; Moholy-Nagy, 1997: 300-302; Velázquez, 2007: 13). Empero, los objetos terminados se han recuperado por lo general en el interior de ofrendas votivas o funerarias, como sucede en el Templo Mayor de Tenochtitlan.

Aunque este obstáculo parecería infranqueable para estudiar la elaboración de los objetos lapidarios tenochcas sobre todo por la destrucción de las áreas de producción prehispánicas bajo la traza urbana de la ciudad de México podemos enfocar nuestros análisis en las huellas de manufactura que presentan las mismas piezas. Ello nos permitiría adentrarnos en la tecnología y las esferas de producción de las mismas, influidas muchas veces por preferencias ideológicas o culturales más que por la disponibilidad de herramientas locales y foráneas. Esto quiere decir que la elección de determinadas técnicas y herramientas no siempre se basó en la mayor eficiencia de trabajo o la facilidad de acceso geográfico a los materiales, en vista de que

en la toma de decisiones pudieron incidir la tradición, el estilo tecnológico, las normas sociales, la etnicidad, la identidad, la religión, la ideología, la subordinación política o la imposición de un determinado grupo (Velázquez, 2007: 20).

Para el análisis de huellas de manufactura y de su uso existen los trabajos pioneros de Sergei A. Semenov (1957), Lorena Mirambell (1968) y Suzanne Lewenstein (1987), quienes realizaron estudios microscópicos de materiales líticos para establecer relaciones entre las herramientas y los procesos empleados para la elaboración de determinados objetos. Semenov analizó las huellas sobre objetos y herramientas de piedra y hueso de Rusia, Mirambell lo hizo sobre piezas lapidarias de distintas partes de México y Lewenstein sobre herramientas líticas mayas. De ellos destaca la investigación de Mirambell, por tratarse de un importante avance en el estudio lapidario; sin embargo, presenta el problema de que sus planteamientos no rebasan el nivel hipotético, careciendo de comprobación experimental. Además, otros investigadores extrapolaron irreflexivamente sus propuestas a colecciones de sitios que eran geográfica y temporalmente distintos, sin tomar en cuenta las variaciones entre las diferentes regiones y épocas de Mesoamérica.

### Propuesta de análisis: la arqueología experimental

Debido a la escasez de información sobre la tecnología lapidaria en las fuentes históricas y a que en general las investigaciones sobre este tema en México se basaron en propuestas que no pasaron del nivel hipotético, consideramos que existe una vertiente de la arqueología que puede ayudarnos a resolver nuestro problema de estudio: la arqueología experimental.

Según dicha corriente, en las sociedades humanas toda actividad se encuentra normada; por lo cual, los artefactos se usan o se producen de acuerdo con esquemas determinados que les proporcionan características específicas (Ascher, 1961: 807; Gándara, 1990:51). Ello implica que la elaboración o utilización de objetos similares

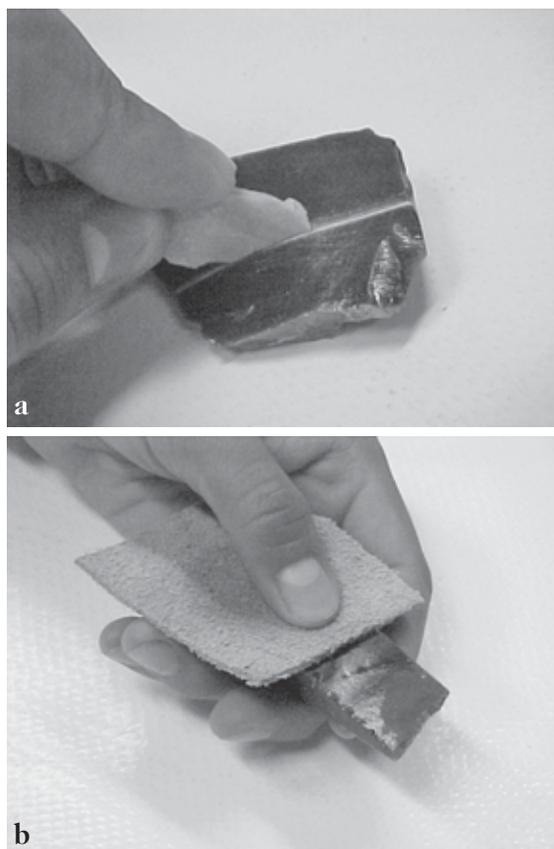
que siguen los mismos patrones, deben producir resultados idénticos (Ascher, 1961: 793; Coles, 1979: 171; Lewenstein, 1987: 7; Velázquez, 1999: 2). De esta manera y siguiendo el criterio uniformista, se postula que la utilización de una herramienta particular hecha de un determinado material, empleada de una manera específica y bajo ciertas condiciones dejará rasgos característicos y diferenciables entre sí (Binford, 1977: 7; Tringham, 1978: 180; Velázquez, 1999: 2; 2007: 23).

Con ello en mente, en el taller de arqueología experimental de lapidaria del Templo Mayor se reprodujeron los diferentes tipos de modificaciones que presentan los objetos (fig. 1). Para ello hemos empleado herramientas y procesos (fig. 2) referidos en las fuentes históricas (Durán, 1967; Sahagún, 1956), hallados en contextos arqueológicos (Feinman *et al.*, 1993; Hohmann, 2002; Lewenstein, 1987; Moholy-Nagy, 1997; Pastrana, 1998) y que algunos investigadores han propuesto (Athié, 2001; Charlton, 1993; Mirambell, 1968; Semenov, 1957).

Cabe señalar que cada experimento cuenta con una cédula de registro que incluye su número de identificación (consecutivo), el nombre del experimento, el objetivo, los materiales empleados (especificando sus características y medidas), la descripción de procedimientos utili-

Modificación	Herramientas empleadas
Desgaste de superficies	Basalto, andesita, riolita, arenisca, caliza y granito, adicionando agua y ocasionalmente arena.
Cortes	Herramientas líticas de pedernal y obsidiana. Arena, agua y tiras de piel o cuerdas vegetales.
Perforación	Abrasivos (arena, ceniza volcánica, polvo de obsidiana y polvo de pedernal), animados con ramas de carrizo, adicionando agua. Herramientas líticas de pedernal y obsidiana.
Calados	Abrasivos (arena, ceniza volcánica, polvo de obsidiana y polvo de pedernal), animados con ramas de carrizo de gran diámetro, adicionando agua.
Incisión	Herramientas líticas de pedernal y obsidiana.
Acabados	Pulido con abrasivos, agua y trozos de piel. Pulido con nódulos de pedernal o con pulidores de arenisca. Bruñidos con trozos de piel en seco. La aplicación de ambos acabados.

● Fig. 1 Modificaciones y herramientas empleadas en el taller de arqueología experimental en lapidaria.



● Fig. 2 Arqueología experimental en obsidiana: (a) incisión con lascas de pedernal y (b) bruñido con piel.

zados (dirección y tipo de movimientos), la hora de inicio y de conclusión, así como las medidas finales de la pieza modificada y las observaciones (fig. 3).

### Metodología para caracterizar las huellas de manufactura

Una vez realizado cada experimento, se pasó a los niveles de observación y comparación de los materiales experimentales con los arqueológicos, empezando de lo macro a lo micro y siguiendo los criterios establecidos por Velázquez (2007: 52-54) para los análisis tecnológicos, a saber:

#### Análisis macroscópico

La observación a simple vista de cada una de las modificaciones presentes en los objetos arqueológicos

ARQUEOLOGÍA EXPERIMENTAL EN LAPIDARIA FORMATO DE EXPERIMENTOS	
No. de experimento	Fecha: / /
Nombre:	
Objetivo:	
Materiales:	
Descripción de materiales:	
Descripción de procedimientos:	
Hora de inicio:	Hora final:
Medidas finales:	
Observaciones:	

● Fig. 3 Cédula de experimentos.

lógicos fue el primer paso llevado a cabo. Esto permitió compararlas con los rasgos producidos en cada uno de los experimentos de los distintos procesos de trabajo en estudio. Para ello, se tomaron en cuenta aspectos como: la regularidad de la superficie o borde producidos, el relieve y la presencia de líneas, lo bien marcado de las mismas, así como su composición y dirección. En algunas ocasiones esto permitió determinar o descartar ciertas herramientas o procesos.

Análisis microscópico de las huellas de manufactura

Una vez realizado el análisis macroscópico, se seleccionó una muestra de objetos para que se observara y fotografiara en el microscopio estereoscópico, con base en el buen estado de conservación de los objetos y su representatividad, entendida ésta como la exhibición tanto de los rasgos recurrentes como de las características singulares del universo de estudio. Los objetos se tomaron en dos ampliaciones (10x y 30x) con ayuda de un microscopio estereoscópico Leica con cámara digital acoplada e iluminación con luz rasante (fig. 4a). Lo anterior permitió compararlas con las fotografías de los experimentos realizados que presentasen esas huellas de

trabajo. Gracias a lo anterior, fue posible descartar algunas herramientas y procesos de manufactura en las piezas arqueológicas, como el empleo de abrasivos en los desgastes con movimientos de vaivén alterno que producían una textura uniforme sin rayas. Sin embargo, en este nivel de análisis también resultó evidente la gran similitud de las huellas producidas por determinados materiales en algunos procesos de trabajo, verbigracia, los cortes con lascas de obsidiana de los artefactos hechos con lascas de pedernal. Por lo tanto, resultaba imposible diferenciarlas.

### Análisis con microscopía electrónica de barrido (MEB)

Para resolver el problema anterior, se empleó el microscopio electrónico de barrido (MEB) mo-



● Fig. 4 (a) Microscopio estereoscópico y (b) microscopio electrónico de barrido.

delo Jeol JSM-6460LV (fig. 4b) con los mismos parámetros de observación, como: la señal de electrones secundarios (SEI), el tamaño del haz (49), la distancia (10mm) y el voltaje (20kV) en el modo de alto vacío (HV). Con esta técnica pudimos distinguir las características morfológicas de la superficie de los materiales (topología, rugosidad, porosidad y tamaño de las partículas que los constituyen). A su vez, para llevar a cabo las comparaciones entre las diferentes muestras, las micrografías se hicieron en cuatro ampliificaciones: 100x, 300x, 600x y 1000x, tomando en cuenta rugosidad, alisamiento, irregularidad, porosidad y textura, así como la presencia de líneas o bandas y el patrón observado.

Para agilizar el análisis se realizaron réplicas en polímeros. Esta técnica consiste en el empleo de una cinta de polímero especializada que se reblandece al aplicársele acetona y vuelve a recobrar su dureza original al evaporarse. Así, presionando este polímero contra la superficie elegida cuando está reblandecido, se obtiene el negativo de las huellas que se fijan al secarse y endurecerse sin deformarlas. Esto permitió hacer varias modificaciones a la vez (hasta 20). Con ello pudieron obtenerse huellas de piezas que superaran el tamaño de la cámara de muestreo (mayores a 10 cm) o huellas de algunas modificaciones de difícil observación, como las paredes internas de las perforaciones.

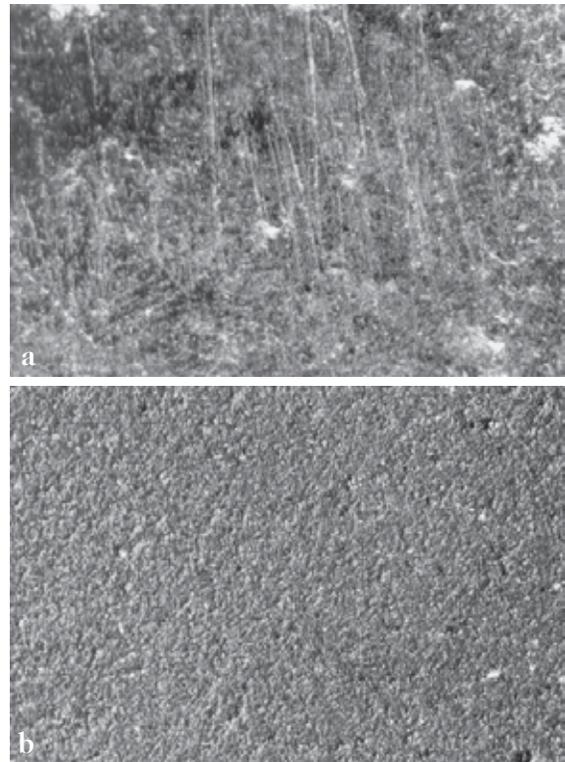
Además, cabe señalar que esta técnica permitió incursionar en el estudio de los tiempos invertidos en la elaboración de objetos y en la identificación de tradiciones tecnológicas en diferentes regiones de México (Velázquez *et al.*, 2004; Velázquez *et al.*, 2006; Melgar, 2007).

## Resultados obtenidos en los experimentos

Las obsidias empleadas como materias primas fueron lascas y nódulos de distintos yacimientos (verde, dorada y negra de Pachuca, gris y meca de Otumba, gris de Zaragoza y gris de Ucareo-Zinapécuaro). Las observaciones realizadas en las modificaciones obtenidas con las

diferentes herramientas utilizadas (fig. 1) en estos materiales experimentales fueron las siguientes:

1) En los desgastes se pudo apreciar a nivel macroscópico y con microscopía estereoscópica el empleo de lascas o metates que dejan rayones bien marcados (fig. 5a); además, al añadirles abrasivos (como arena) se producen texturas uniformes (fig. 5b). Asimismo, muchas de las lascas mancharon las piezas de acuerdo con el color de la herramienta, como la riolita con tonos rosáceos o la caliza con blancuzcos. Por ello, al ver las piezas arqueológicas de superficies lustrosas se entiende la necesidad que tuvieron los antiguos artesanos de devolverle el brillo a la obsidiana a través de pulido y bruñido. Empero, al observar los desgastes con microscopía electrónica de barrido, se pueden distinguir cada una de las huellas. Las de basalto se caracterizan por presentar superficies lisas cruzadas por bandas redondeadas y difusas de aproximadamente 100  $\mu\text{m}$  (fig. 6a). El basalto y arena tu-



● Fig. 5 (a) Desgastes experimentales con metates sin empleo de abrasivos y (b) con ayuda de abrasivos, ambos a 10x.

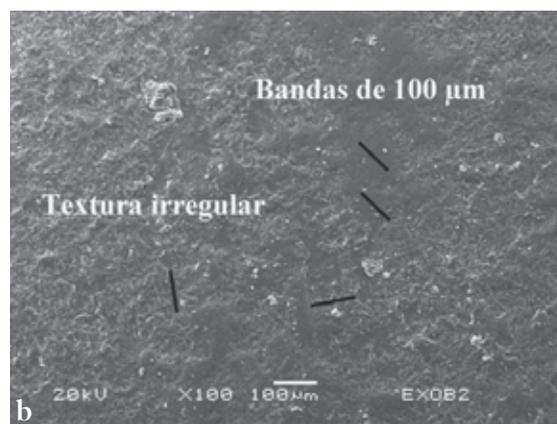
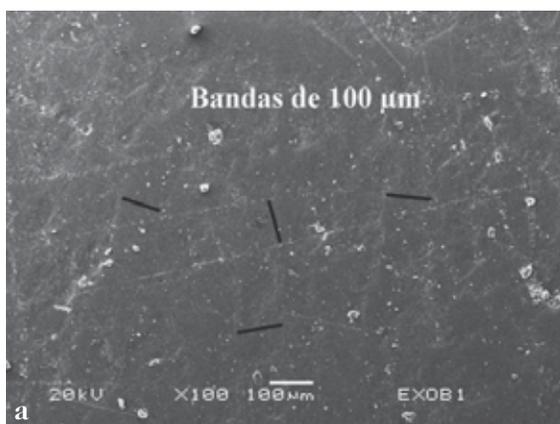
vieron las mismas bandas muy difusas, pero el abrasivo añadía una textura irregular formada por líneas de tres  $\mu\text{m}$  de anchura y zonas alisadas (fig. 6b). La andesita presentó bandas rugosas de 66  $\mu\text{m}$  (fig. 7a). La caliza dejó bandas de 20  $\mu\text{m}$  de espesor y líneas muy finas de cuatro  $\mu\text{m}$  de anchura (fig. 7b). La arenisca produjo una superficie rugosa formada por sucesiones de bandas de diez  $\mu\text{m}$  de grosor y líneas finas (fig. 8a). Y la riolita dejaba rasgos muy difusos, a manera de bandas sinuosas de 33  $\mu\text{m}$  (fig. 8b).

2) Los cortes, incisiones y perforaciones hechos con lascas de pedernal o de obsidiana fueron difíciles de distinguir a bajas amplificaciones (fig. 9), pero con la microscopía electrónica de barrido las primeras se vieron como sucesiones de bandas rectas-paralelas de dos a cuatro  $\mu\text{m}$  de espesor (fig. 10a), mientras que las elaboradas con vidrio volcánico se caracterizaron

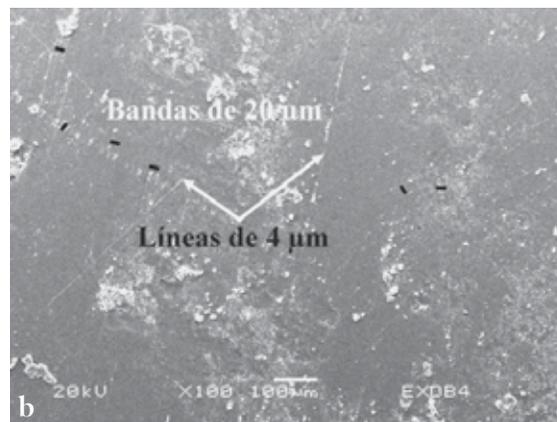
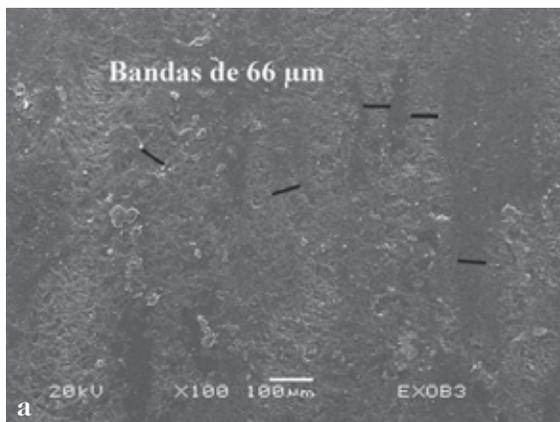
por ser líneas rectas y espaciadas, menores de una a dos  $\mu\text{m}$  de anchura (fig. 10b).

3) Los pulidos con arena dejaron pequeños rayones que borraban el desgaste inicial y devolvían algo del lustre original a la obsidiana (fig. 11a). Cuando se observaron con microscopía electrónica de barrido se notaron texturas irregulares sobre todos los desgastes, formadas por líneas entrecruzadas de 1.3  $\mu\text{m}$  de anchura (fig. 11b). Los pulidos con arenisca dejaron sucesiones de bandas rugosas de diez  $\mu\text{m}$  de espesor (fig. 12a). Asimismo, el polvo de obsidiana produjo una superficie sumamente lisa con finas líneas menores a una  $\mu\text{m}$  (fig. 12b).

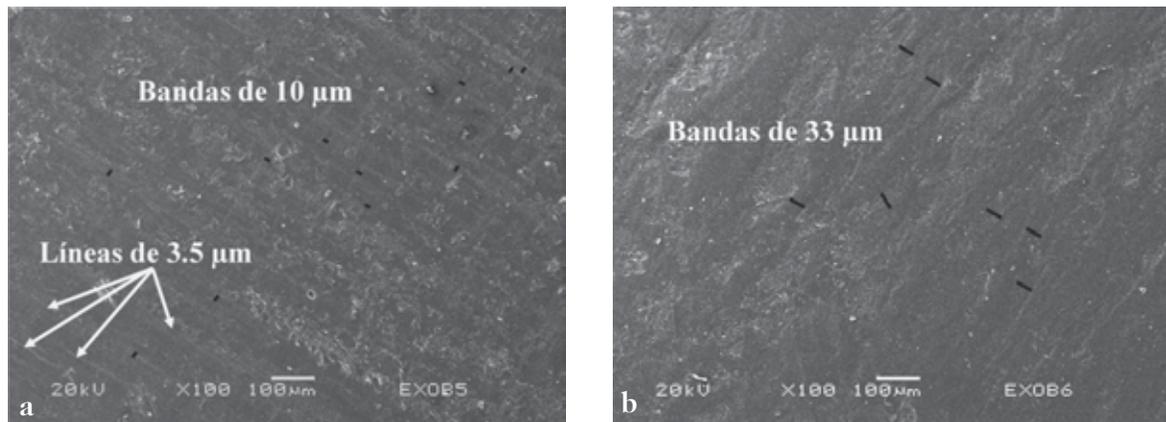
4) Por otra parte, los bruñidos alisaron las superficies de los desgastes previos, volviéndolos difusos (fig. 13a). O alisaron o cubrieron con textura los rasgos producidos por los pulidos al aplicarlos sobre éstos (fig. 13b).



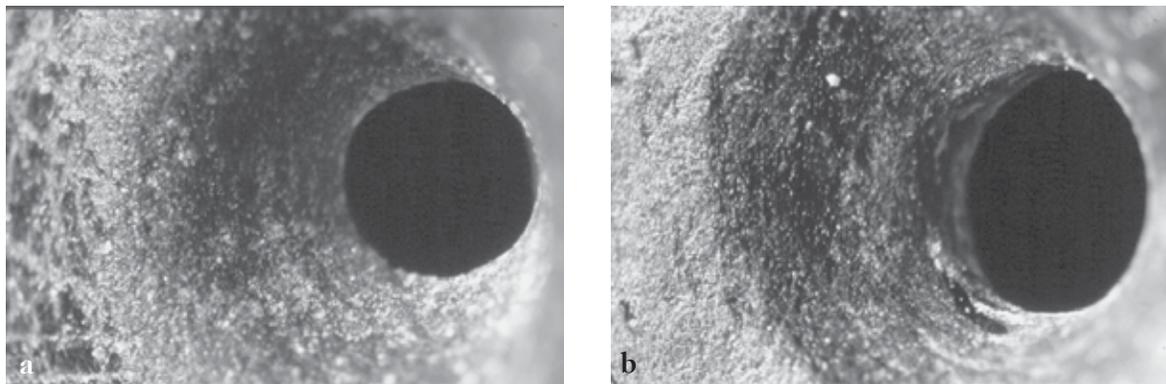
● Fig. 6 (a) Desgastes experimentales con basalto y (b) basalto y arena, ambos a 100x.



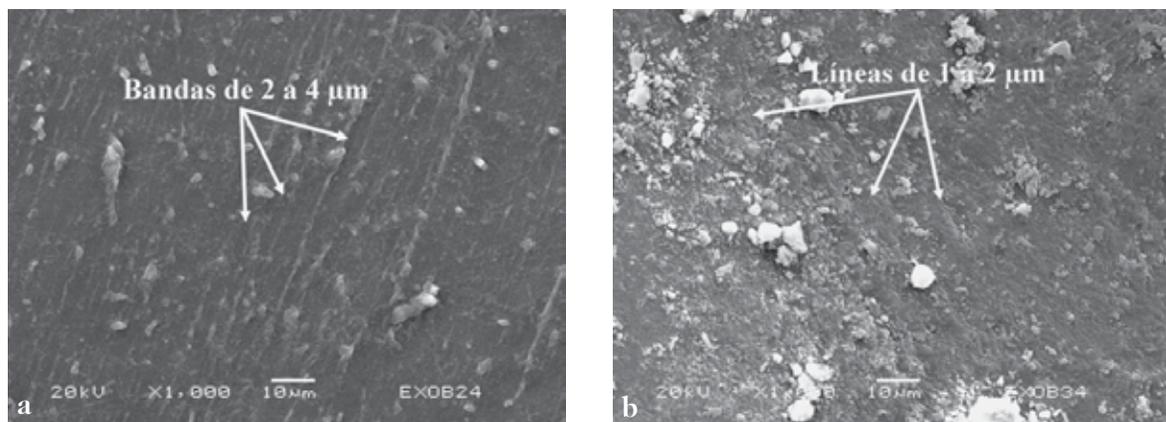
● Fig. 7 (a) Desgastes experimentales con andesita y (b) caliza, ambos a 100x.



● Fig. 8 (a) Desgastes experimentales con arenisca y (b) riolita, ambos a 100x.



● Fig. 9 (a) Perforaciones experimentales con lascas de pedernal y (b) con lascas de obsidiana, ambas a 10x.

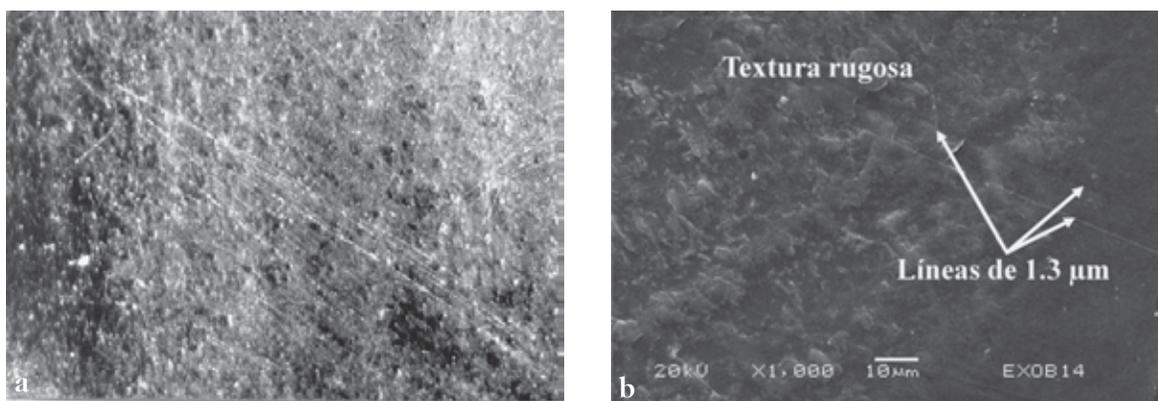


● Fig. 10 (a) Perforaciones experimentales con lascas de pedernal y (b) con lascas de obsidiana, ambas a 1000x.

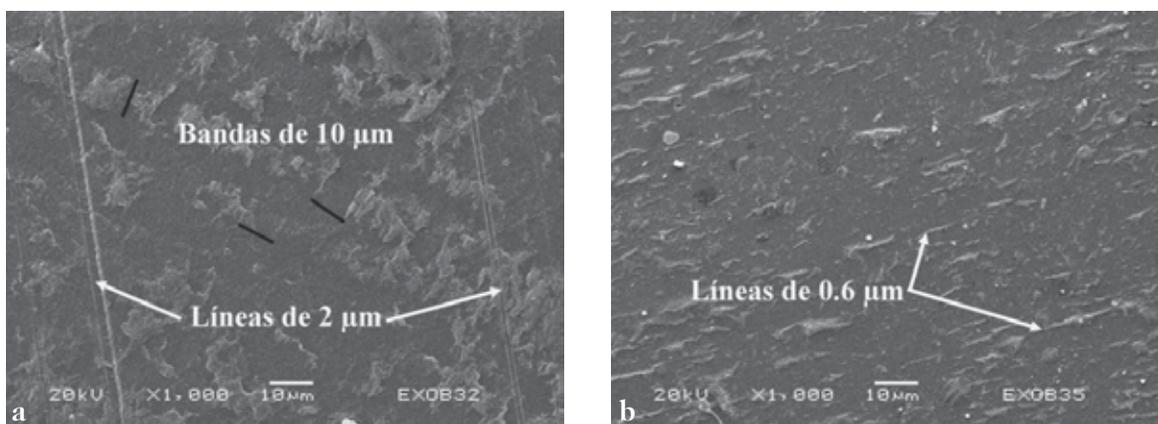
### Comparación con las piezas arqueológicas

Para este análisis tecnológico elegimos 184 piezas, retomando gran parte de la clasificación

morfológica hecha por Athié (2001: 114-134): 30 orejeras circulares de *Quetzalcóatl* en forma de “morteritos”; 26 cilindros con remate globular (uno grande y 25 pequeños) identificados como cetros del dios *Techálotl* (uno de los dio-



● Fig. 11 (a) Pulido experimental con arena a 30x y (b) a 1000x.



● Fig. 12 (a) Pulidos experimentales con arenisca y (b) polvo de obsidiana, ambos a 1000x.

ses del pulque); 26 orejeras de carrete (25 con láminas circulares en ambos extremos y una con una sola lámina circular); 18 cuentas helicoidales; 14 pendientes zoomorfos de cabezas de pato; 12 narigueras rectangulares de extremos bífidos que porta *Xipe Tótec*; 10 remates cilíndricos en forma de cabeza de serpiente y 10 más en forma de crótalo de víbora de cascabel; nueve discos calados al centro; siete cuentas globulares; siete cuentas fitomorfas; cuatro aplicaciones semiesféricas; dos pectorales circulares incisos *Anáhuatl*, el pectoral de *Tezcatlipoca*; dos orejeras cilíndricas; dos pendientes circulares; una urna decorada con cráneo y su tapa; otra tapa en forma de copa; un bezote y una figura en forma de gancho.

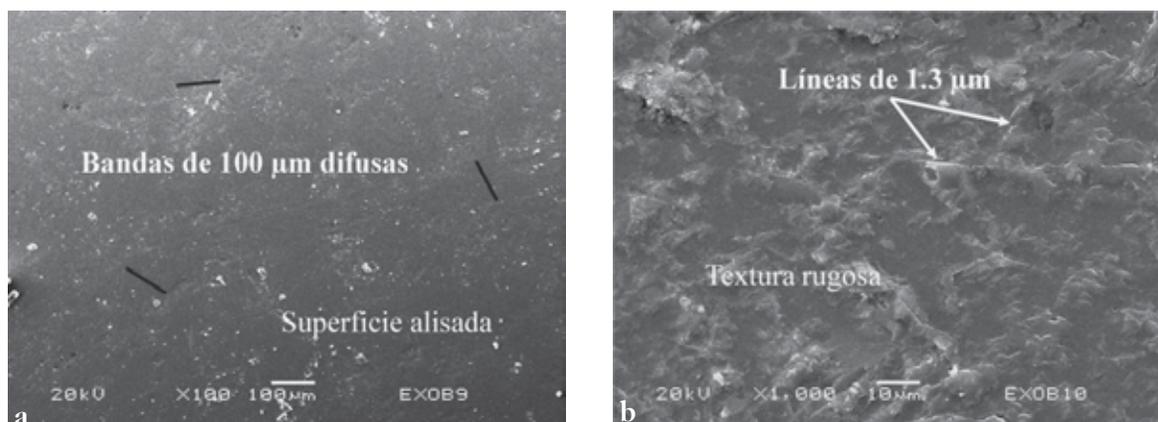
Las herramientas identificadas en las huellas fueron las siguientes:

1) La urna decorada con cráneo, las tapas, los círculos calados y todas las orejeras hechas

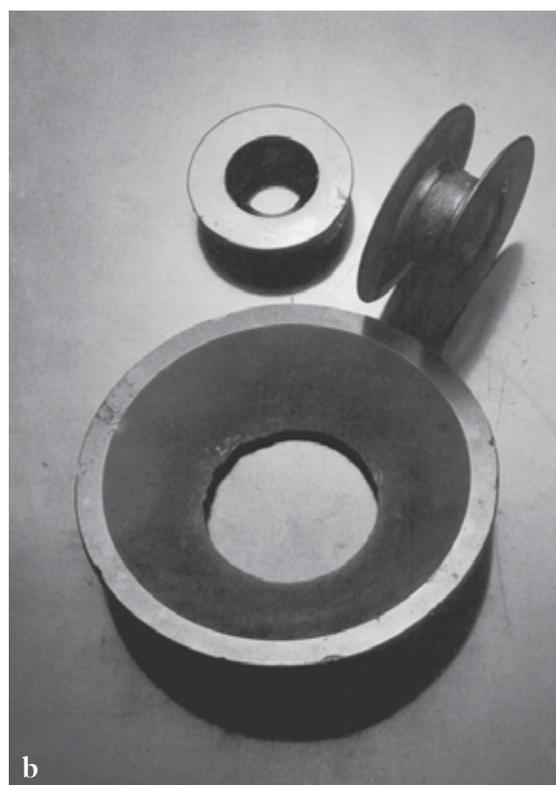
en obsidiana verde (fig. 14) —todas correspondientes a la etapa II (1375-1427 d.C.)— presentan las superficies alisadas con rayones muy difusos (fig. 15a), cuyos rasgos (fig. 15b) son similares a los producidos por el bruñido con piel (fig. 13a).

En el caso de los adelgazamientos de las orejeras en forma de carrete y las caras convexas de los círculos calados, ambos presentan una textura (fig. 16) semejante a la de los desgastes con basalto y arena (figs. 5b y 6b).

2) Las cuentas globulares y fitomorfas en obsidiana “meca” y las helicoidales en obsidiana verde, gris y “meca” (fig. 17) —casi todas de la etapa II, excepto dos cuentas helicoidales de la etapa IVb (1469-1481 d.C.)— presentaron superficies lisas de textura regular uniforme (fig. 18). Cuando se hicieron mayores ampliaciones se apreciaron bandas muy difusas del orden de las 66 μm de espesor, cruzadas por



● Fig. 13 (a) Acabados experimentales sobre desgastes con basalto: sólo bruñido con piel a 100x y (b) pulido con arena combinado con bruñido con piel a 1000x.

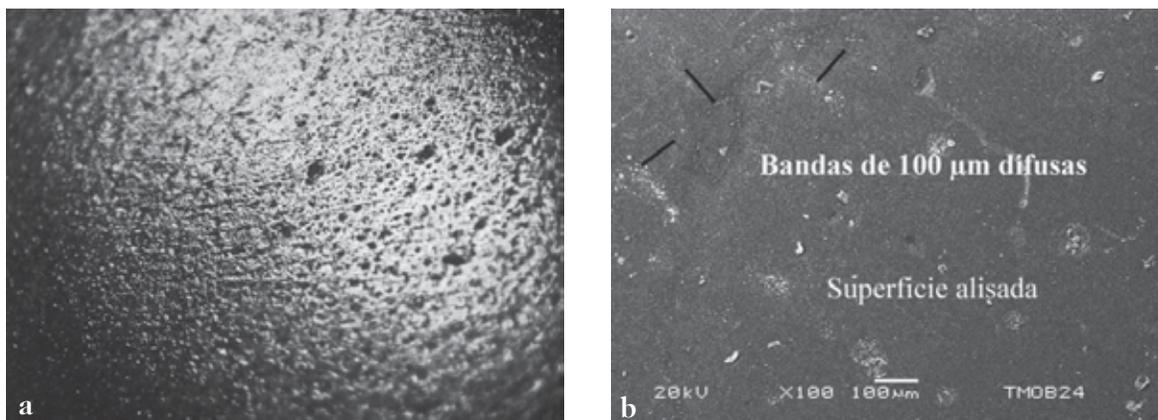


● Fig. 14 (a) Objetos de la etapa II: urna (a) y orejeras y (b) círculo calado al centro. Fotografías de Michel Zabé.

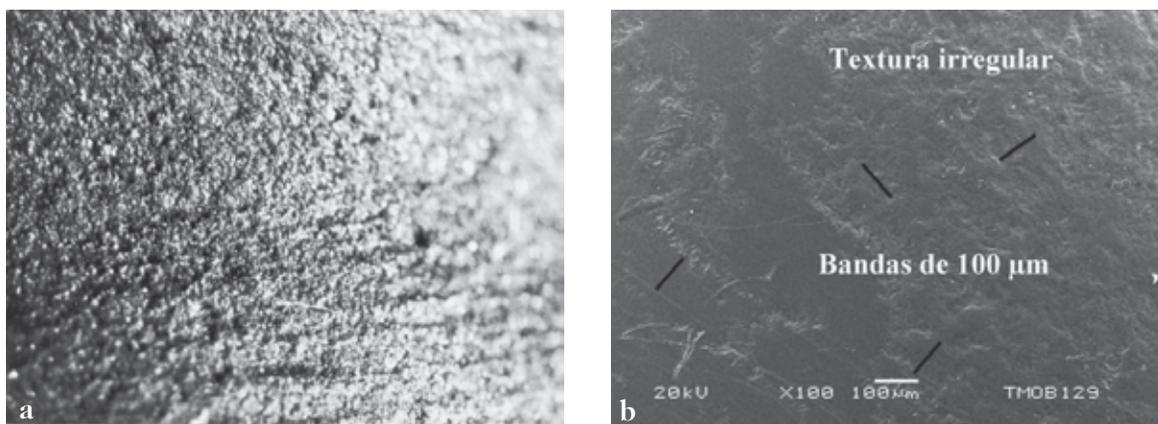
líneas rectas de entre dos y cuatro  $\mu\text{m}$  de espesor (fig. 19a). Al compararlas con las micrografías experimentales, se parecían a los desgastes hechos con andesita, pulidos con pedernal y cuyos rasgos (fig. 20b) son similares a los hechos con lascas de pedernal (fig. 10a).

3) Todas las piezas consideradas “mexicas” o “aztecas” (Matos, 1988: 92; López Luján, 1993:

138-139) como los cilindros con remate globular (figs. 21a y 21e), los remates cilíndricos en forma de cabeza de serpiente (fig. 21b) y de crótalo de víbora de cascabel (fig. 21c), las placas rectangulares de extremos bífidos (fig. 21d), las orejeras circulares de *Quetzalcóatl* (fig. 21f), los pectorales *Anáhuatl* y los pendientes zoomorfos en forma de cabezas de pato, correspon-



● Fig. 15 (a) Superficie de disco calado a 10x y (b) superficie de urna a 100x (b).



● Fig. 16 (a) Superficie de adelgazamiento de la orejera de carrete a 30x y (b) la cara convexa del disco calado al centro a 100x.

dientes a ofrendas que van de la etapa IVb a la VII (1469-1521 d.C.), presentaron superficies lisas cruzadas por finos rayones paralelos bien marcados (fig. 22a), cuyos rasgos (fig. 22b) coinciden con los desgastes con basalto (fig. 6a); sin embargo, desafortunadamente están pulidas con un abrasivo sin identificar (fig. 23), que no es arena (fig. 11b), polvo de obsidiana (fig. 12b) ni pulidores de pedernal (fig. 19b) o de arenisca (fig. 12a), los cuales están presentes en objetos de otros sitios.

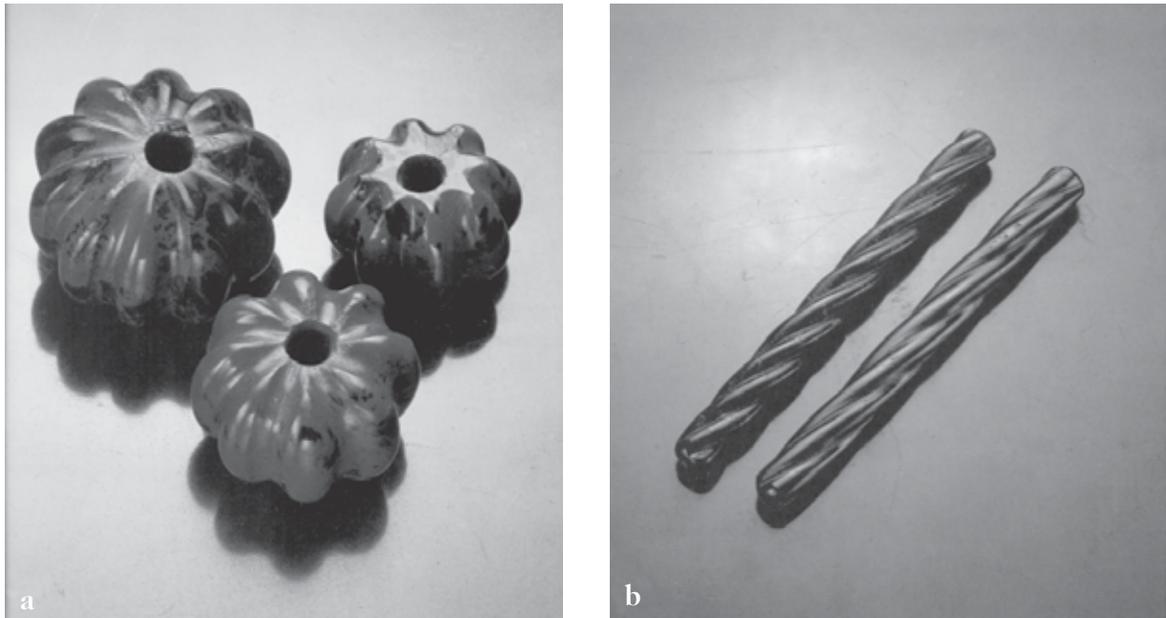
Por otra parte, en todos los casos las piezas que presentaban cortes e incisiones fueron similares, observándose finas líneas paralelas (fig. 24a), cuyos rasgos (fig. 24b) son parecidos a los producidos con lascas de pedernal (fig. 10a). Finalmente, en el caso de las perforaciones se aprecia una textura muy rugosa con líneas muy

finas (fig. 25). Esos rasgos coinciden con las perforaciones hechas con polvo de pedernal y carrizo (fig. 26).

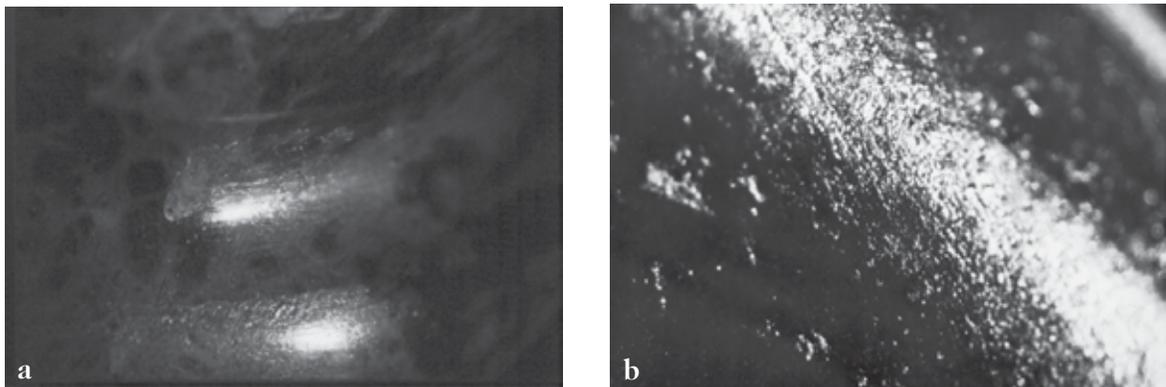
En resumen, las herramientas y huellas identificadas en los diferentes objetos lapidarios de obsidiana de Tenochtitlan aparecen sintetizadas en la tabla 1.

## Conclusiones

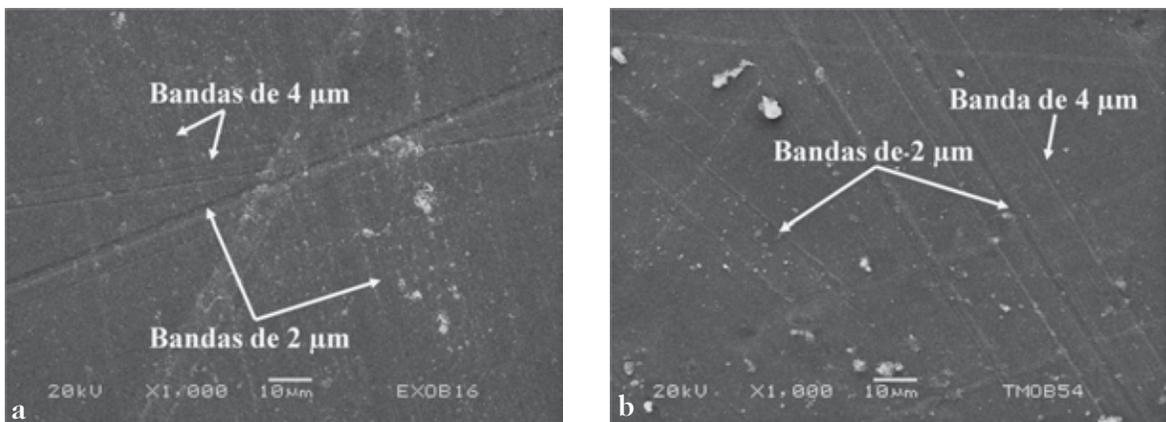
La caracterización de las huellas de manufactura encontradas en la lapidaria de obsidiana recuperada en las ofrendas del Templo Mayor de Tenochtitlan mediante la arqueología experimental y el análisis de las huellas de trabajos permite identificar las herramientas con



● Fig. 17 (a) Objetos de la etapa II: cuentas fitomorfas y (b) cuentas helicoidales. Fotografías de Michel Zabé.



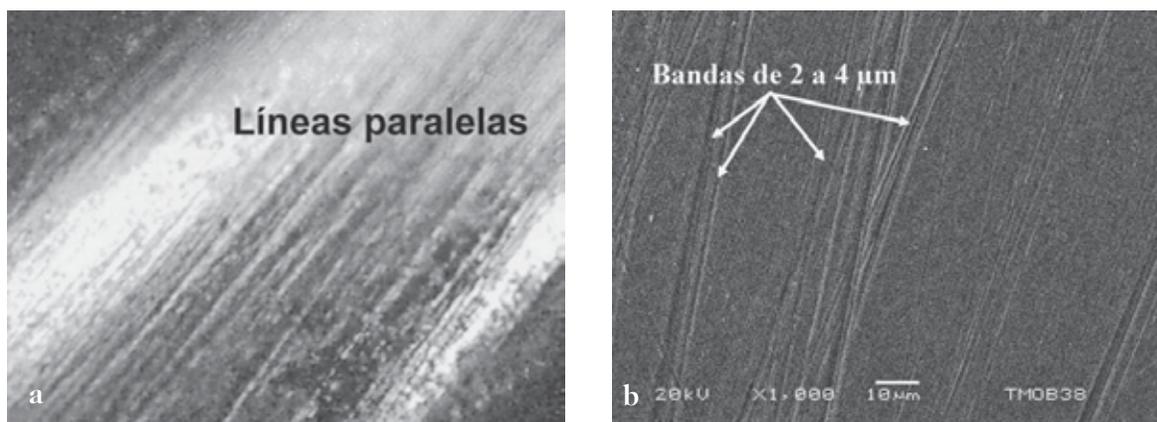
● Fig. 18 (a) Superficies de cuenta fitomorfa a 10x y (b) cuenta helicoidal a 30x.



● Fig. 19 (a) Superficie de cuenta globular y (b) desgaste experimental con andesita, pulido con pedernal y bruñido con piel, ambas a 600x.

<i>Objeto</i>	<i>Modificación</i>	<i>Herramienta identificada</i>	<i>Huella de manufactura</i>
Urna decorada con cráneo Tapa de urna	Superficie Incisión Bruñido	Basalto Pedernal Piel	Bandas de 100 $\mu\text{m}$ Bandas de 2 a 5 $\mu\text{m}$ Rasgos aplanados
Círculo calado	Superficie cóncava Superficie convexa Calado Bruñido	Basalto Basalto y arena Pedernal Piel	Bandas de 100 $\mu\text{m}$ Bandas de 100 $\mu\text{m}$ con textura Bandas de 2 a 4 $\mu\text{m}$ Rasgos aplanados
Orejera de carrete Orejera cilíndrica	Superficie Adelgazamiento	Basalto Basalto y arena	Bandas de 100 $\mu\text{m}$ Bandas de 100 $\mu\text{m}$ con textura
Cuenta globular Cuenta fitomorfa Cuenta helicoidal	Superficie Incisión Perforación Pulido Bruñido	Andesita Pedernal Polvo de pedernal Pedernal Piel	Bandas de 66 $\mu\text{m}$ Bandas de 2 a 4 $\mu\text{m}$ Líneas de 1 $\mu\text{m}$ con textura Bandas de 2 a 4 $\mu\text{m}$ Rasgos aplanados
Cilindros con remate globular Remates cilíndricos en forma de cabeza de serpiente y de crótalo de víbora de cascabel Placas rectangulares de extremos bifidos Orejeras circulares de <i>Quetzalcóatl</i> Pectorales circulares <i>Anáhuatl</i> Pendientes zoomorfos en forma de cabezas de pato	Superficie Incisión Perforación Pulido Bruñido	Basalto Pedernal Polvo de pedernal No identificado Piel	Bandas de 100 $\mu\text{m}$ Bandas de 2 a 4 $\mu\text{m}$ Líneas de 1 $\mu\text{m}$ con textura Líneas de 0.6 a 2 $\mu\text{m}$ y textura Rasgos aplanados

● Tabla 1 Herramientas y huellas identificadas en la lapidaria en obsidiana de Tenochtitlan.

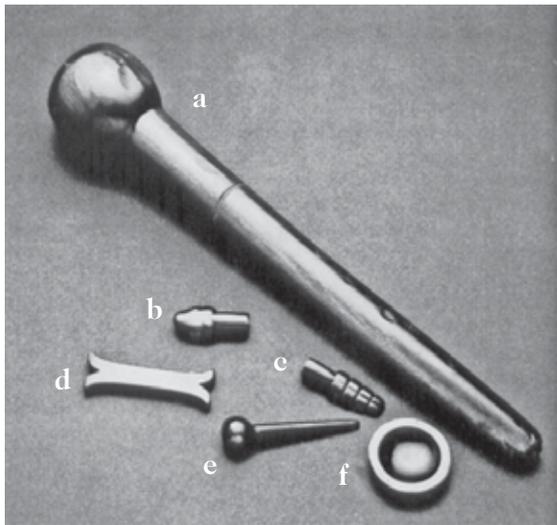


● Fig. 20 (a) Incisión de cuenta helicoidal a 30x y (b) a 1000x.

que se elaboraron y aproximarnos a la organización de la producción de estos objetos.

A nivel macroscópico, puede inferirse el empleo de algunas herramientas, como los desgastes con abrasivos que opacan la superficie de la obsidiana con una textura irregular similar al córtex. Por su parte, las piezas brillantes

indican la realización de pulido y/o bruñido para recuperar el lustre original de la obsidiana, borrado por los desgastes iniciales con cualquiera de las rocas empleadas. Sin embargo, en varias de las huellas es imposible distinguir cuál herramienta se empleó en las modificaciones, más allá de los instrumentos líticos o abrasivos, como



● Fig. 21 Piezas de las etapas IVb a VII: (a) cetno cilíndrico con remate globular grande, (b) cetno con remate en forma de cabeza de serpiente, (c) cetno con remate en forma de crótalo de víbora de cascabel, (d) placa rectangular de extremos bífidos, (e) cetno cilíndrico con remate globular pequeño y (f) orejera circular de *Quetzalcóatl*. Fotografía de Michel Zabé.

en los cortes, incisiones y perforaciones. Para resolver lo anterior, revisamos las piezas con microscopía estereoscópica y electrónica de barrido (MEB):

Utilizando la microscopía estereoscópica, la definición de las huellas mejora, sobre todo en los desgastes y acabados, pero todavía resulta muy difícil distinguir la herramienta empleada. Al utilizar la segunda técnica, se constató que resultó la mejor manera de conocer los instrumentos empleados, ya que los rasgos característicos y diferenciables entre sí dejados en los materiales como los desgastes con las distintas lajas empleadas (basalto, basalto y arena, andesita, arenisca, caliza, riolita y granito) y los cortes e incisiones con lascas de obsidiana o de pedernal se pudieron comparar con las micrografías experimentales. Llama la atención que la mayoría de las piezas prehispánicas sufrieron desgastes con lajas o metates de basalto y su acabado se hizo mediante pulido y bruñido, mientras que las incisiones se hicieron con lascas de pedernal.

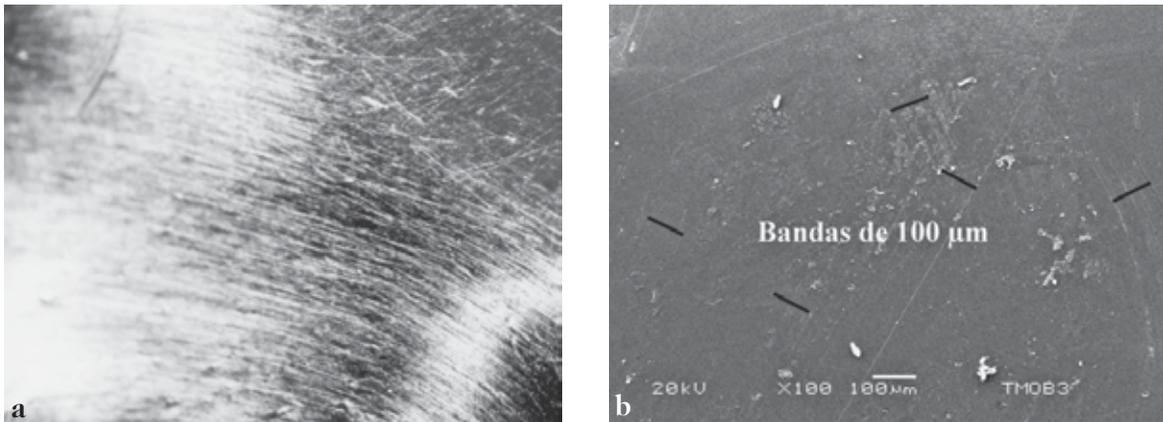
Desafortunadamente aún no hemos logrado identificar el abrasivo empleado en el pulido

de las piezas arqueológicas consideradas “mexicas” o “aztecas”; sin embargo, su homogeneidad resulta impresionante y tal vez refleja la concentración de las áreas de producción de estos objetos, los cuales, además, presentan formas estandarizadas.

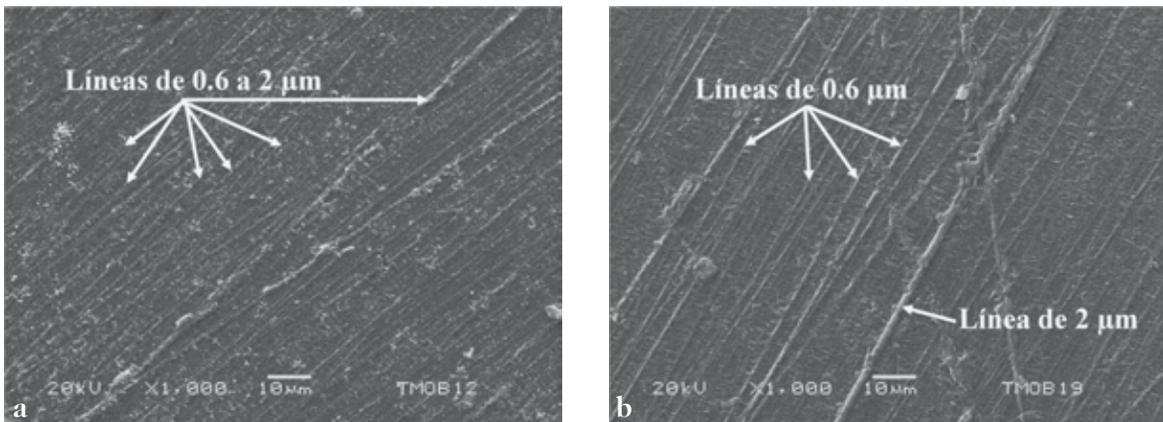
En función de los patrones tecnológicos identificados, sus diferencias permiten relacionarlos con dos momentos sociopolíticos de los mexicas. Por un lado, la diversidad de las obsidianas empleadas, los objetos elaborados y las herramientas identificadas en las huellas de manufactura para la etapa II (1375-1427 d.C.), remiten a una dispersión de las áreas de producción de estos objetos y/o a distintas tradiciones tecnológicas, de modo que quizás los objetos ya elaborados se obtuvieron mediante intercambio; no hay que olvidar que para esa época, los mexicas todavía estaban bajo el yugo de los tepanecas de Azcapotzalco.

Por otro lado, el empleo exclusivo de la obsidiana de la Sierra de las Navajas (una vez que se impusieron estas obsidianas en los talleres y desaparecieron las de otros yacimientos, como sucedió en Otumba), la homogeneidad de los objetos elaborados, sobre todo los considerados “mexicas”, y la estandarización en las huellas de manufactura para las etapas IVb a la VII (1469-1521 d.C.) parecen indicarnos el monopolio y la concentración espacial de estos artesanos especializados en determinadas áreas a fin de que elaboraran estos objetos, como el palacio de *Moteczuhzoma*. Ello permite plantear que quizás desde los inicios de la Triple Alianza se haya desarrollado una tradición tecnológica de los tenochcas, la cual morfológicamente se aprecia en otros rubros como la escultura monumental del llamado “arte imperial azteca” (Aguilera, 1977).

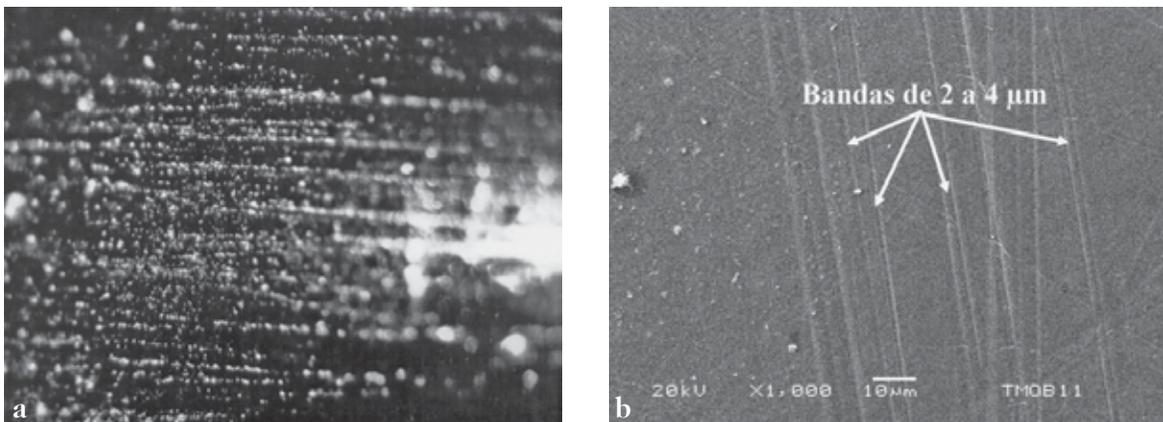
Finalmente, el trabajo aquí presentado abre un abanico de posibilidades de investigación sobre la organización de la producción y las tradiciones tecnológicas de piezas lapidarias procedentes de contextos votivos (como las ofrendas del Templo Mayor) cuando carecemos de las evidencias proporcionadas por los talleres y unidades domésticas. Así, esperamos a futuro que



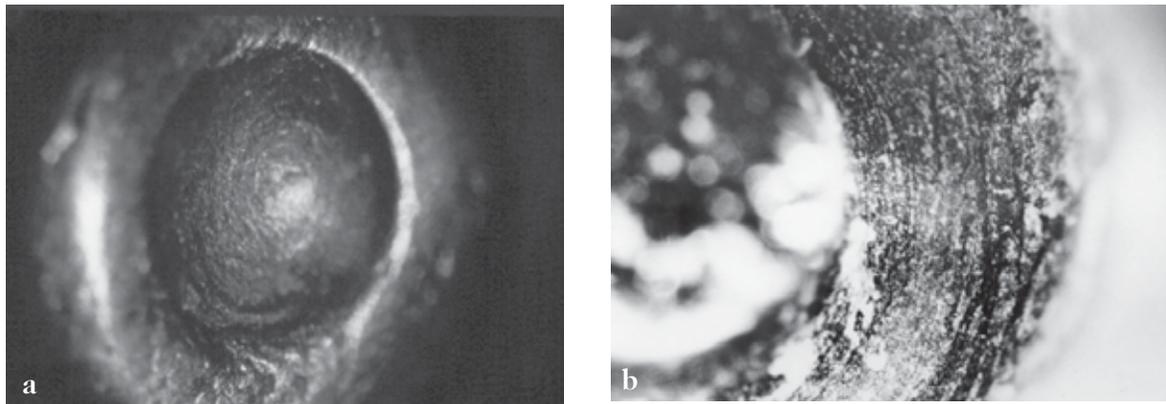
● Fig. 22 (a) Superficies de cetro con remate en forma de cabeza de serpiente a 30x y (b) de cilindro con remate globular a 100x.



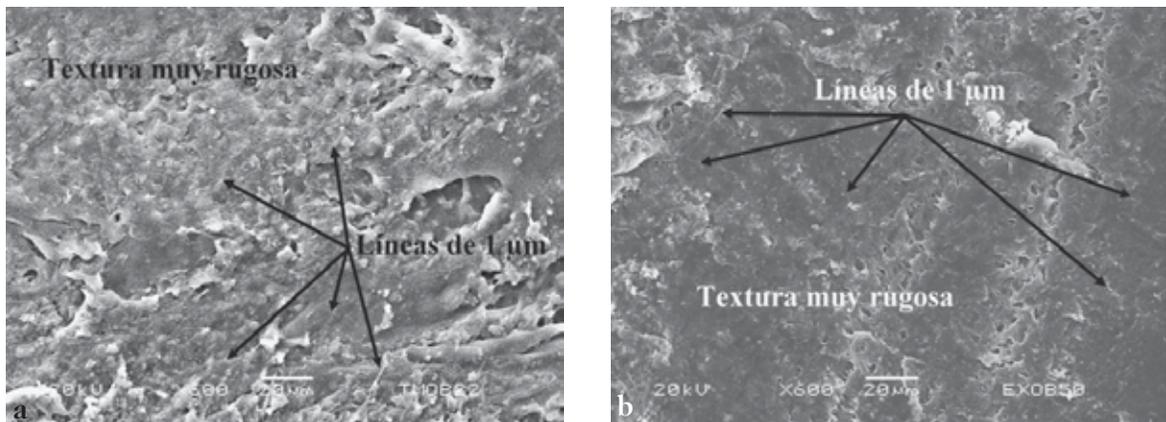
● Fig. 23 (a) Superficies de cilindro con remate rectangular y (b) de placa rectangular de extremos bífidos, ambas a 1000x.



● Fig. 24 (a) Incisiones de placa rectangular de extremos bífidos a 10x y (b) a 1000x.



● Fig. 25 (a) Perforación del ojo a 10x y de la base a 30x y (b) del remate en forma de cabeza de serpiente.



● Fig. 26 (a) Perforación de remate de cabeza de serpiente y (b) horadación experimental con polvo de pedernal y carrizo.

surjan nuevos estudios tecnológicos con esta orientación.

## Bibliografía

- Aguilera García, María del Carmen  
1977. *El arte oficial tenochca: su significación social*, México, IIE-UNAM (Cuadernos de Historia del Arte, 5).
- Ascher, Robert  
1961. "Experimental Archaeology", en *American Anthropologist*, Virginia, American Anthropological Association, vol. 63, núm. 4, pp. 793-816.
- Athié Islas, Ivonne  
2001. "La obsidiana del Templo Mayor de Tenochtitlan", tesis de licenciatura en Arqueología, México, ENAH-INAH.
- Binford, Lewis R.  
1977. "General Introduction", en Lewis R. Binford (ed.), *For Theory Building in Archaeology. Essays on Faunal Remains, Aquatic Resources, Spatial Analysis, and Systemic Modeling*, Albuquerque, Academic Press, pp. 1-10.
- Charlton, Cynthia Otis  
1993. "Obsidian as Jewelry: Lapidary Production in Aztec Otumba, México", en *Ancient Mesoamerica*, Cambridge, Cambridge University Press, núm. 4, pp. 231-243.
- Coles, John  
1979. *Experimental archaeology*, Londres, Academic Press.
- Durán, fray Diego  
1967. *Historia de las indias de Nueva España e Islas de Tierra Firme*, México, Porrúa.

- Feinman, Gary M., Linda M. Nicholas y William B. Middleton  
1993. "Craft Activities at the Prehispanic Ejutla Site, Oaxaca, Mexico", en *Mexicon*, vol. 15, núm. 2, pp. 33-41.
- Gándara Vázquez, Manuel  
1990. "La analogía etnográfica como heurística: lógica muestral, dominio etnográfico e historicidad", en Yoko Sugiura y Mari Carmen Serra Puche (eds.), *Etnoarqueología. Primer Coloquio Bosch-Gimpera*, México, UNAM, pp. 43-82.
- Hohmann, Bobbi M.  
2002. "Preclassic Maya Shell Ornament Production in the Belize Valley, Belize", tesis de Doctorado, Albuquerque, The University of New Mexico.
- León Portilla, Miguel  
1983. *La filosofía náhuatl*, México, IIH-UNAM.
- Lewenstein, Suzanne  
1987. *Stone Tools at Cerros. The Ethnoarchaeological and Use-wear Evidence*, Austin, University of Texas Press.
- Matos Moctezuma, Eduardo  
1988. *The Great Temple of the Aztecs. Treasures of Tenochtitlan*, Londres, Thames and Hudson Ltd.
- 2005. "Estudios mexicas", en *Obras Maestras del Templo Mayor*, México, El Colegio Nacional, vol. I, t. 4.
- Melgar Tísoc, Emiliano Ricardo  
2007. "De lo local a lo foráneo: la relación molusco-objeto-huella de manufactura en la estratificación social de Oxtankah, Quintana Roo", en Adrián Velázquez Castro y Lynne S. Lowe (eds.), *Los moluscos arqueológicos. Una visión del mundo maya*, México, IIF-UNAM (Cuadernos del Centro de Estudios Mayas, 34), pp. 153-180.
- Mirambell, Lorena  
1968. *Técnicas lapidarias prehistóricas*, México, INAH.
- Moholy-Nagy, Hattula  
1997. "Middens, Construction Fill, and Offerings: Evidence for the Organization of Classic Period Craft Production at Tikal, Guatemala", en *Journal of Field Archaeology*, vol. 24, pp. 293-313.
- Pastrana Cruz, Alejandro  
1998. *La explotación azteca de la Sierra de las Navajas*, México, INAH.
- Sahagún, fray Bernardino de  
1956. *Historia General de las cosas de Nueva España*, México, Porrúa.
- 1989. *Historia General de las cosas de Nueva España*, México, Alianza Editorial.
- Semenov, S. A.  
1957. *Prehistoric Technology, and Experimental Study of the Oldest Tools and Artefacts from Traces of Manufacture and Wear*, Londres/Cory, Adams & MacKay.
- Shimada, Izumi  
1994. "Introducción", en *Tecnología y organización de la producción de cerámica prehistórica en los Andes*, Lima, Pontificia Universidad Católica del Perú, pp. 13-31.
- Tringham, Ruth  
1978. *Experimentation, Ethnoarchaeology, and the Leapfrogs in Archaeological Methodology*, Albuquerque, University of New Mexico Press, pp. 169-199.
- Velázquez Castro, Adrián  
1999. "Arqueología Experimental en Materiales Conquiológicos. Informe final", mecanoscrito, Archivo del Museo del Templo Mayor, INAH.
- 2004. "Técnicas de manufactura de los objetos de concha del Templo Mayor de Tenochtitlan", tesis de Doctorado en antropología, México, FFYL-UNAM.
- 2007. *La producción especializada de los objetos de concha del Templo Mayor de Tenochtitlan*, México, INAH (Científica, 519).
- Velázquez Castro, Adrián y Emiliano Ricardo Melgar Tísoc  
2006. "La elaboración de los *ehcacózcalt* de concha del Templo Mayor de Tenochtitlan", en Leonardo López Luján, David Carrasco y Lourdes Cué (coords.), *Arqueología e historia del Centro de México. Homenaje a Eduardo Matos Moctezuma*, México, INAH, pp. 525-537.

- Velázquez Castro, Adrián, Demetrio Mendoza Anaya y Norma Valentín Maldonado  
2004. “Los *ánahuatl* de concha del Templo Mayor de Tenochtitlan. Su valor visto a través de sus técnicas de manufactura”, en D. Mendoza, E. L. Brito y J. A. Arenas (eds.), *La ciencia de materiales y su impacto en la arqueología*, México, Academia Mexicana de Ciencia de Materiales, pp. 129-140.

