

Los objetos de jadeíta y cuarzo verde de Tamtoc y Rancho Aserradero. ¿Manufacturas huastecas o mayas?

Emiliano Ricardo Melgar Tísoc
Reyna Beatriz Solís Ciriaco
Museo del Templo Mayor, INAH

Resumen: En el Conjunto Arquitectónico Funerario de La Noria y en la zona habitacional de élite de Rancho Aserradero, ambos dentro del asentamiento de Tamtoc ubicado en la región Huasteca dentro del estado de San Luis Potosí, los arqueólogos han recuperado cientos de objetos lapidarios en ofrendas y entierros, la mayoría elaborados en calcita de los afloramientos locales en la Sierra de El Abra Tanchipa. Sin embargo, también hay objetos de tonalidades verdosas de origen metamórfico ajenos al entorno calcáreo de la zona, por lo cual se trata de materiales exóticos. En esta investigación se muestran los análisis de procedencia y manufactura aplicados a estas piezas. De esta manera se identificaron jadeítas y cuarzos verdes, cuya tecnología difiere con el resto de los objetos de la región y más bien coincide con lapidaria de la zona maya. Ello permite detectar relaciones de larga distancia entre la Huasteca con los mayas.

Palabras clave: lapidaria, arqueometría, manufactura, estilo, jadeíta.

Abstract: At the funerary architectural complex of La Noria, and the elite residential district of Rancho Aserradero, sectors of the pre-Hispanic settlement of Tamtoc in the Huastec region of San Luis Potosí, archaeologists have found hundreds of lapidary objects in offerings and burials. Most of these were crafted in calcite, a common calcareous raw material available locally in the El Abra Tanchipa mountains. Nevertheless, there are also some metamorphic greenstone pieces, foreign to the calcareous environment of the Tamtoc area and thus of geologically exotic origin. Here we present our analysis of the provenance and manufacture of these pieces. As a result of our investigation, we identified jadeite and green quartz objects whose manufacture differs from that of other lapidary work of the region but shares technological patterns known from Maya lapidary assemblages. In this way we are able confirm long distance interaction between the Huastec and Maya regions.

Keywords: lapidary, archaeometry, manufacture, style, jadeite.

Las piedras verdes fueron de los materiales más apreciados por las civilizaciones mesoamericanas. Su uso se extiende desde el Preclásico temprano hasta la conquista española en el siglo XVI. Con ellas se manufacturaban todo tipo de artefactos como símbolos de estatus y con fines rituales, incluyendo ofrendas y entierros (Seitz *et al.*, 2001). De todas, la jadeíta presenta una distribución y circulación restringida en muchos asentamientos del México antiguo (Melgar *et al.*, 2021), por lo cual puede considerarse como uno de los materiales pétreos más valiosos, cuyas fuentes conocidas se encuentran en la cuenca del Motagua en Guatemala. Su uso se extendió consecuentemente sobre todo en el área maya, pero dada su importancia, materiales y objetos trabajados se llevaron a regiones lejanas por diversas rutas de intercambio. Siendo un material tan precioso, y la elaboración de artefactos con este material un recurso de gran relevancia, el control de la explotación de las fuentes y de los centros de producción fue muy importante para las principales entidades políticas mayas (Kovacevich *et al.*, 2005).

No obstante, en las demás regiones de Mesoamérica, donde no aflora este material, fuera del área maya, se halla una gran variedad de rocas metamórficas de color verde que fueron empleadas debido a que eran los materiales disponibles (Lozano y Ruvalcaba, 2012), y a que las piedras verdes de mejor calidad, como las

jadeítas, eran difíciles de obtener y probablemente costosas. Por lo anterior, la presencia de estos materiales pétreos del Motagua en las ofrendas y como objetos de estatus fue muy reducida. Tal es el caso del sector monumental de Tamtoc y la zona residencial de élite de Rancho Aserradero, ambos dentro del asentamiento de Tamtoc ubicado en un amplio meandro del río Tampaón en la Huasteca potosina (figuras 1 y 2), donde se han recuperado cientos de objetos lapidarios en ofrendas y entierros, la gran mayoría hechos en calcitas amarillas, blancas y verdes (figura 3), de origen local al existir afloramientos en la Sierra de El Abra Tanchipa (figura 4); mientras que son escasos los objetos hechos en otros materiales pétreos, como 2 pendientes de malaquita, 4 cuentas de crisocola, 2 cuentas y 1 pendiente de turquesa, así como un fragmento de orejera y una cuenta de travertino (figura 5), entre otros (Melgar *et al.*, 2012: 332-338).

Si bien hay menciones de la existencia de 7 piezas de jadeíta verde y 11 de jadeíta gris verdosa en ofrendas funerarias de Tamtoc (Stresser-Péan y Stresser-Péan, 2005: 617-620), no cuentan con análisis químicos que permitan confirmar que sean jadeítas y no otra piedra verde lustrosa como el cuarzo verde o la serpentina. Por ello se puede destacar que hasta hace poco se publicaron las composiciones químicas

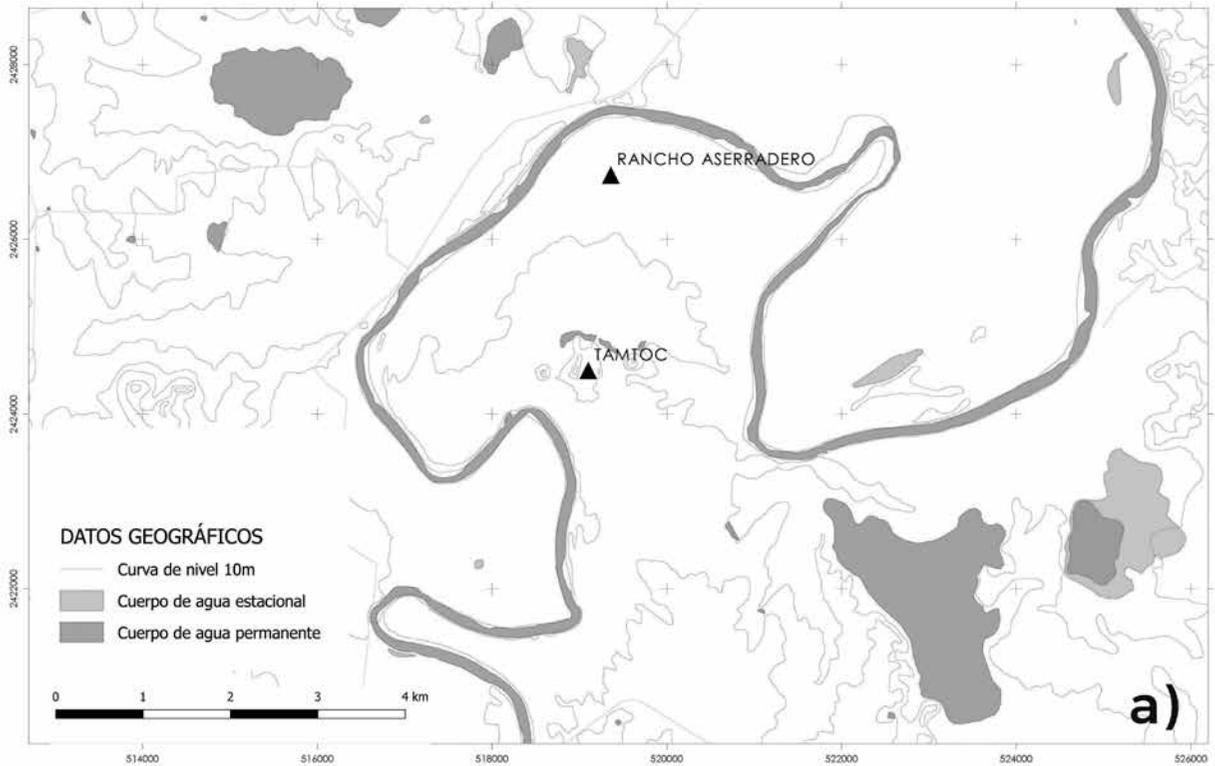


Fig. 1 Ubicación del sector monumental de Tamtoc y la zona residencial de Rancho Aserradero dentro de un amplio meandro del río Tampoán (a) y mapa de los grupos principales de Tamtoc (b). Imágenes cortesía del Proyecto Arqueológico Origen y desarrollo del paisaje urbano de Tamtoc, SLP.

de las primeras jadeítas confirmadas en la colección lapidaria de Tamtoc (Melgar y Solís, 2021: 115-116), cuyos yacimientos se encuentran en la cuenca del río Motagua (figura 6), en Guatemala (Harlow, 1993). Así, con base en las nuevas investigaciones y la catalogación de materiales de Tamtoc, en este

trabajo se presentan en conjunto los resultados previos y recientes del análisis mineralógico y tecnológico aplicado a un grupo de 15 piezas de piedra verde de lustre vítreo, que permiten confirmar la presencia de lapidaria maya en la Huasteca durante el Posclásico tardío.



Fig. 2 Vista del sector de túmulos funerarios de La Noria (a) y de la unidad residencial de Rancho Aserradero (b). Fotografías de Estela Martínez Mora y Emiliano Melgar Tísoc.

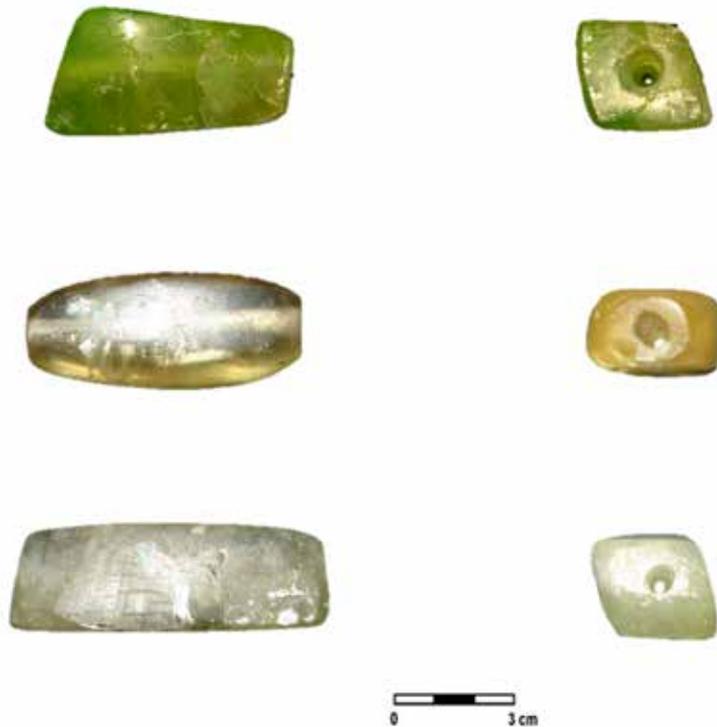


Fig. 3 Piezas lapidarias hechas en calcitas de colores verde, amarillo y blanco. Fotografías de Emiliano Melgar Tísoc y Reyna Beatriz Solís Ciriaco.

El problema de la filiación cultural de los objetos

En el estudio y clasificación de los materiales arqueológicos, entre los aspectos principales para su análisis están el poder determinar el origen o procedencia de un objeto a través de la identificación de sus materiales constitutivos y de sus técnicas de manufactura. Así, la correcta caracterización de las materias primas y las secuencias de elaboración empleadas permiten profundizar en las redes de interacción de un sitio con regiones cercanas o distantes en un espacio y tiempo específico (Sackett, 1977: 375; Wobst, 1977: 321; Gosselain, 1992: 583; Carr, 1995: 165). En este sentido, es posible inferir si las estructuras, sistemas e instituciones encargadas de la transformación de los materiales en objetos incidieron en la circulación y distribución de estos bienes, especialmente si son empleados como emblemas de poder o para enfatizar la diferenciación social. Bajo estas dinámicas, los recursos considerados de lujo o de prestigio son escasos, alóctonos y/o de manufactura excepcional, y tienen una distribución más limitada en beneficio de determinados sectores de la sociedad, ya que son empleados para fines religiosos o simbólicos, o sirven

como marcadores de estatus e identidad (Brumfiel y Earle, 1987: 3; Weiner, 1992: 36; Manzanilla, 1996: 21). Cabe señalar que su aprecio aumentaba si procedían de lugares sagrados o que remitían al pasado, a los ancestros y a los dioses (Inomata, 2001: 321).

Desde esta perspectiva, en esta investigación se pone énfasis en la procedencia y manufactura de las piezas, debido a que no sólo la predilección por ciertos artefactos y materias primas, sino también sus técnicas de elaboración, son expresiones del estilo (Lechtman, 1977: 6-7). Estos detalles tecnológicos y las distintas trayectorias de producción, circulación y distribución de objetos preciosos se entrelazan con otros ámbitos sociales (Hodder, 2016: 115-116). Así, en el estudio de los materiales arqueológicos es necesario considerar la tecnología cuando se trata de asignarles filiaciones culturales y/o temporalidades (Lechtman, 1977: 15; Carr, 1995: 166). A partir de ello, en este estudio se propone que el empleo de la arqueología experimental y el análisis de las huellas de manufactura son importantes porque permiten identificar la homogeneidad o heterogeneidad de las piezas atribuidas a un estilo y su probable pertenencia a él, así como distinguir las producciones locales de las foráneas en un sitio y región. Además, este tipo



Fig. 4 Vista general de un corte de la Sierra de El Abra Tanchipa (a) y detalle de calcita que abunda en la zona (b). Fotografías de Emiliano Melgar Tísoc y Reyna Beatriz Solís Ciriaco.

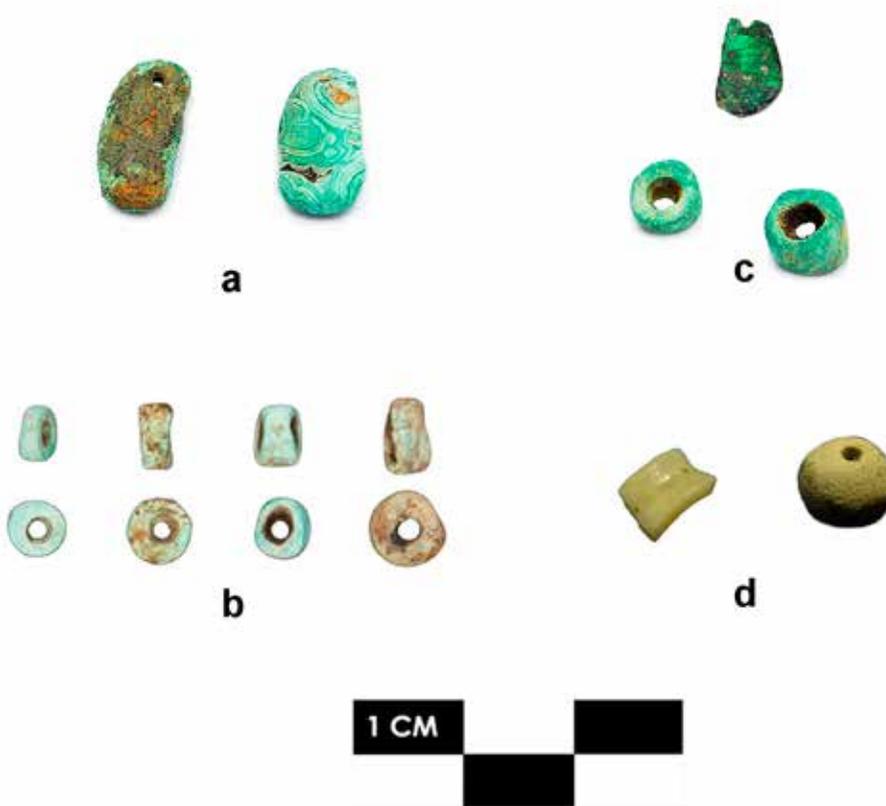


Fig. 5 Objetos lapidarios en malaquita (a), turquesa (b), crisocola (c) y travertino (d). Fotografías de Jonathan Silva Pérez, Estela Martínez Mora y Emiliano Melgar Tísoc.

de análisis, combinado con estudios de caracterización mineralógica de los materiales constitutivos, también permite evaluar la filiación cultural de objetos de forma geométrica y no sólo de piezas antropomorfas o que por su iconografía se les ha asignado un estilo; ya que, si comparten materias primas particulares o patrones de manufactura específicos con colecciones lapidarias de determinadas culturas o áreas, se puede postular su pertenencia a dicha tradición artesanal o estilo tecnológico.

Sin embargo, la presencia de objetos hechos en materiales pétreos autóctonos en un sitio o región no necesariamente implica que se trate de producciones foráneas. Para valorar esta consideración resulta fundamental comparar las técnicas de manufactura, tanto de los materiales locales donde éstos fueron recuperados, como de aquellos otros donde suponemos podrían haber sido elaborados, como la región de origen geológico de estas materias primas. Este proceso es el que permite adscribirlos a una determinada tradición tecnológica (Melgar, 2014: 5). Si bien en algunos casos existen talleres cercanos a los afloramientos, como la jadeíta en el valle del río Motagua, ello

no necesariamente implica que todos los objetos elaborados en este mineral provengan como objetos terminados desde los talleres mayas ubicados en esa zona. Para confirmar o descartar la manufactura foránea y que fue hecha en aquellas zonas mayas, se requiere comparar las secuencias de elaboración de los objetos de colecciones mayas y detectar si comparte o no la tecnología empleada (Melgar *et al.*, 2021).

Esta idea se apoya en el supuesto de que cada cultura o grupo social tiene formas particulares y características de elaborar sus objetos, las cuales transmite de una generación a otra (Lechtman, 1977: 6; Lemonnier, 1986: 154). Estas alternativas en las elecciones que los productores hacen, pueden estar basadas en sus tradiciones culturales (Miller, 2007: 42) y en la representación social de la tecnología y de sus instrumentos de trabajo, de acuerdo con su tradición técnica (*milieu technique*) (Leroi-Gourhan, 1945: 6-39). Por ello, el introducir la variable tecnológica al estilo nos permite profundizar en las formas en que una cultura se expresa a través de la elaboración de piezas y qué tanto imprime a dichos materiales su sello de localidad o identidad (Gosselain, 1992: 583; Wobst, 1977: 321).



Fig. 6 Vista general del río Motagua en Guatemala (a) y detalle de afloramiento de jadeíta con otros minerales en la zona. Fotografías de Emiliano Melgar Tísoc y Reyna Beatriz Solís Ciriaco.

Los objetos lapidarios analizados

Para este trabajo se analizaron 15 piezas de Tamtoc (figura 7), 4 de ellas de tonalidad verdosa esmeralda con lustre vítreo (figura 8) y 11 de tonalidad verde olivo (figura 9). Todas formaban parte de ajuares mortuorios, la mayoría en el Grupo C (figura 10), tanto en el Conjunto Arquitectónico Funerario de La Noria (también conocido como Los Túmulos) y en un entierro colocado en la parte superior de la estructura C5, así como en los entierros 1 y 5 de la Estructura 1N de Rancho

Aserradero. En el caso de los entierros del Grupo C, se trata de restos óseos inhumados individualmente en posición sedente dentro de túmulos en forma de cono truncado hechos con cantos rodados de río (Hernández, 2021:16). Por su parte, los entierros de Rancho Aserradero están en un núcleo residencial de élite con ofrendas y ajuares de mayor jerarquía social dentro del asentamiento de Tamtoc (Martínez *et al.*, 2012: 254-259). Cabe señalar que todos los contextos analizados corresponden al periodo Posclásico tardío (Hernández, 2021:15).

Tipo de objeto	Forma general	Cantidad completos/fragmentos	Contexto	Cronología
Pendiente	Triangular inciso	1/0	Rancho Aserradero, estructura 1N, entierro 1, individuo 12	Posclásico tardío
	Rectangular	2/0	La Noria, entierro 8 y Rancho Aserradero, estructura 1N, entierro 1, individuo 12	
	Cuadrangular	1/0	Rancho Aserradero, estructura 1N, entierro 5	
	Circular	3/0	La Noria, entierros 8, 9 y 13	
	Trapezoidal	1/0	La Noria, entierro 205	
	Diente de tiburón	1/0	Estructura C5, entierro 19	
Cuenta	Tabular	1/0	La Noria, entierro 14	
	Tubular	2/0	La Noria, entierros 8 y 12	
	Rueda	3/0	La Noria, entierros 24, 25 y 38	
Total		15/0		

Fig. 7, cuadro 1 Piezas analizadas de Tamtoc. Elaborada por Emiliano Melgar Tísoc y Reyna Beatriz Solís Ciriaco.



Fig. 8 Piezas lapidarias analizadas de Tamtoc y Rancho Aserradero de color verde con lustre vítreo. Fotografías de Estela Martínez Mora y Emiliano Melgar Tísoc.



Fig. 9 Piezas lapidarias hechas en cuarzo prase. Fotografías de Emiliano Melgar Tísoc y Reyna Beatriz Solís Ciriaco.

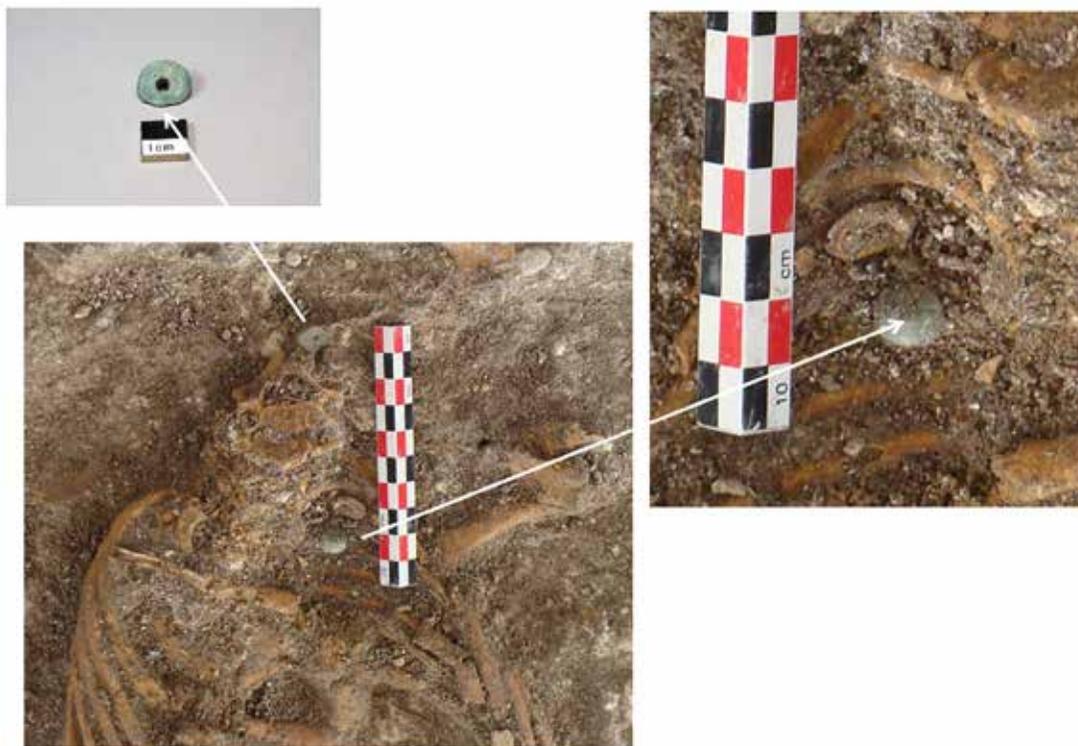


Fig. 10 Detalle de cuentas de piedra verde como parte del ajuar funerario en entierro del sector de túmulos de La Noria. Fotografías de Estela Martínez Mora.



Fig. 11 Ejemplar moderno de jadeíta. Fotografía de Jonathan Silva Pérez.

Técnicas empleadas en la caracterización de materiales constitutivos

Para este estudio se consultaron manuales y colecciones de referencia pertenecientes a los acervos del Museo del Templo Mayor y del Laboratorio de Geología de la Escuela Nacional de Conservación, Restauración y Museografía (ENCRYM). Para confirmar que estos minerales modernos de referencia están bien caracterizados, se hicieron láminas delgadas de los mismos para analizarlas con la Dra. María Jesús Puy y Alquiza (2017) con un microscopio Petrográfico Olympus BX41 en el Laboratorio de Investigación y Caracterización de Materiales y Minerales (Licamm) de la Universidad de Guanajuato. En este último también se hizo Difracción de Rayos X (XRD) con un difractómetro Rigaku Ultima IV, la cual permite conocer la estructura y fases cristalinas del material analizado (Puy, 2017). Dichas identificaciones mineralógicas en las muestras de referencia hechas a través de las petrografías y XRD sirvieron para analizar estas mismas muestras con Microsonda de Rayos X (EDS) y Espectroscopía Micro-Raman (μ Raman), cuyos resultados con estas últimas dos técnicas fueron comparados con las piezas arqueológicas para confirmar los resultados obtenidos en la caracterización de materiales constitutivos. Este punto es importante a destacar ya que se pudo analizar a detalle una gran cantidad de objetos lapidarios sin

dañarlos con técnicas invasivas, además de que el Consejo de Arqueología restringe los estudios con técnicas destructivas o microdestructivas.

Con el análisis EDS es posible obtener información sobre la composición elemental de manera semicuantitativa (% en peso y % atómico) de las piezas a través de detectores de rayos X. Con ello se pueden identificar los elementos químicos con número atómico mayor a 5 de la tabla periódica presentes en las piezas, gracias a la detección de la energía resultante de la transición de los electrones excitados de cada átomo al ser ionizados por el haz primario de electrones (Mendoza *et al.*, 2004: 187; Melgarejo *et al.*, 2010: 4-9). El equipo EDS utilizado, marca INCA, se encuentra en el Laboratorio de Microscopía Electrónica del Instituto Nacional de Antropología e Historia. Para el análisis se emplearon electrones retrodispersados (BES) y el tiempo de adquisición fue de 120 segundos. Este análisis a las cuatro piezas se realizó con el apoyo técnico del Mtro. Mario Monroy, encargado de la operación del equipo.

El análisis μ Raman permite determinar la presencia de un mineral, o compuesto en general, a partir de un haz de láser verde (de 532 nm) que interactúa con las muestras, cuya dispersión inelástica de fotones, llamada efecto Raman en honor a su descubridor, el hindú Venkata Raman, produce espectros vibracionales a partir de una emisión luminosa característica de los materiales que integran la región analizada (Edwards

y De Faria, 2004). El haz de láser es idóneo para medir el efecto Raman debido a sus propiedades de intensidad, coherencia, monocromaticidad y elevada direccionalidad. La espectroscopía Raman presenta la ventaja de no ser destructiva ni invasiva, no requiere de preparación de la muestra y posee un amplio rango de trabajo, resolución y rapidez. Para esta técnica se empleó el equipo de Micro-Raman, modelo Thermo Scientific DXR, del Laboratorio de Materiales Avanzados del Instituto de Física de la Universidad Nacional Autónoma de México, con apoyo de la Mtra. Cristina Zorrilla Cangas. Todas las piezas se observaron a 20 y 50X, apertura de 50 μm slit, 6.6 mW, con un intervalo espectral de 0 a 3500 cm^{-1} y un tiempo de adquisición de 10 repeticiones de 10 segundos. Los espectros obtenidos se procesaron con el programa OMNIC®.

Resultados obtenidos en las identificaciones mineralógicas

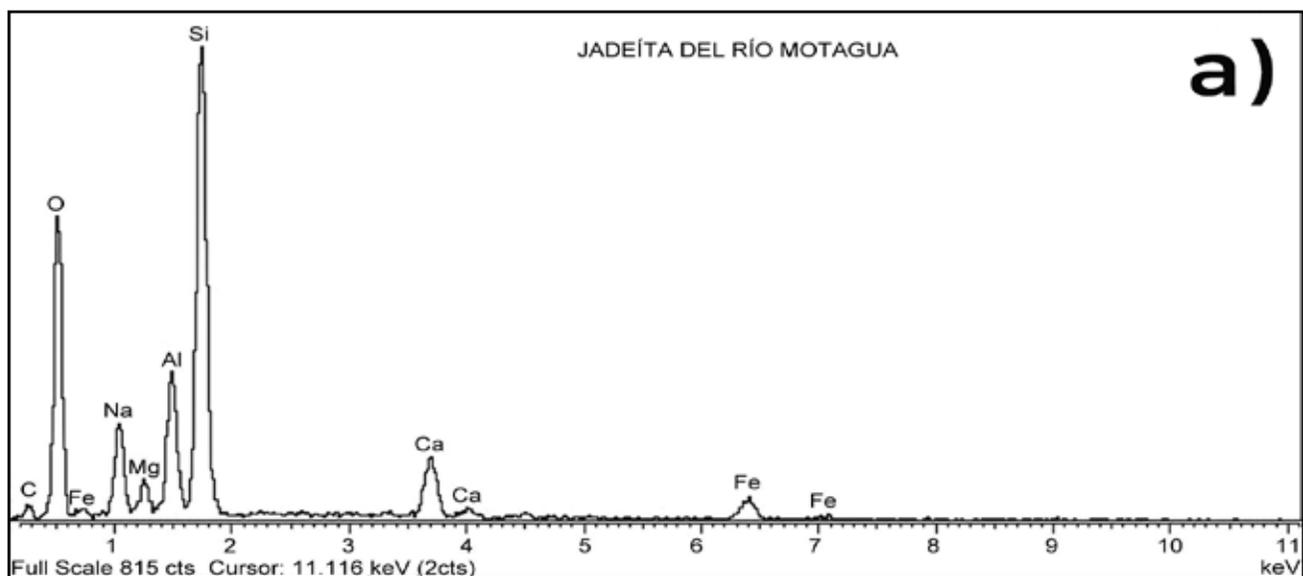
Gracias a la combinación del EDS con μRaman se pudo confirmar que cuatro piezas estaban hechas en jadeíta (figura 11). Se trata de un aluminosilicato de la familia de los piroxenos rico en sodio y cuya fórmula básica es $\text{NaAlSi}_2\text{O}_6$ (Foshag, 1954: 12; Harlow, 1993: 13), siendo sus colores más conocidos el verde imperial y el verde esmeralda (Price y Walsh, 2006: 199). Entre mayor cuarzo tenga se verá más blanca, mientras que el hierro, magnesio y calcio le dan un tono verde (Maresch y Medenbach, 2003: 244).

Con EDS se observó que en varias muestras de jadeíta de referencia originarias del Motagua en Guatemala se aprecia esta composición química de aluminosilicato rico en sodio (figura 12a), ya que se observa silicio (Si), oxígeno (O), aluminio (Al) y sodio (Na), pero también

hay algunas concentraciones menores de calcio (Ca), carbono (C) y Hierro (Fe). Estos mismos elementos se detectaron en cuatro piezas arqueológicas (figura 12b). Cabe señalar que esta composición química de la jadeíta con EDS también ha sido reportada por otros investigadores (Hauff, 1993: 101; Carrasco y Farías, 2005).

Con μRaman se apreció que en todos los espectros hay tres grandes picos en los rangos de 369-373, 681-696 y 1028-1036 cm^{-1} (figura 12c), donde los primeros corresponden a los enlaces de Al-O, los segundos a vibraciones de flexión Si-O y los últimos a enlaces Si-O de estiramiento (Delgado, 2015: 80 y 97). También hay señales débiles de otros aluminosilicatos o compuestos presentes por los picos de menor tamaño. Estos mismos tres grandes picos han sido reportados para la jadeíta guatemalteca por otros investigadores (Gendron *et al.*, 2002: 840; Prencipe *et al.*, 2014: 707) e incluso en la base de datos de espectros Raman *RRUFF* aparece la jadeíta con este patrón, por lo cual pudimos confirmar que estos cuatro objetos eran jadeítas. Cabe señalar que a lo largo del Motagua existen diferentes afloramientos de jadeíta, cuya heterogeneidad química resultado de distintos procesos de metamorfismo complica la identificación precisa del yacimiento, en específico de donde procede la materia prima de las piezas bajo análisis.

Once piezas presentaron resultados similares a los cuarzos verdes (figura 13). Éstos son minerales de apariencia verdosa en los que predomina el dióxido de sílice (Farndon, 2006: 202; Price y Walsh, 2006: 143). Al revisar las muestras de referencia con EDS, se confirmó que sus elementos principales son oxígeno (O) y silicio (Si), con algo de Aluminio (Al) (figura 14a). Esta composición química se apreció en las 11 piezas revisadas (figura 14b). El análisis con μRaman



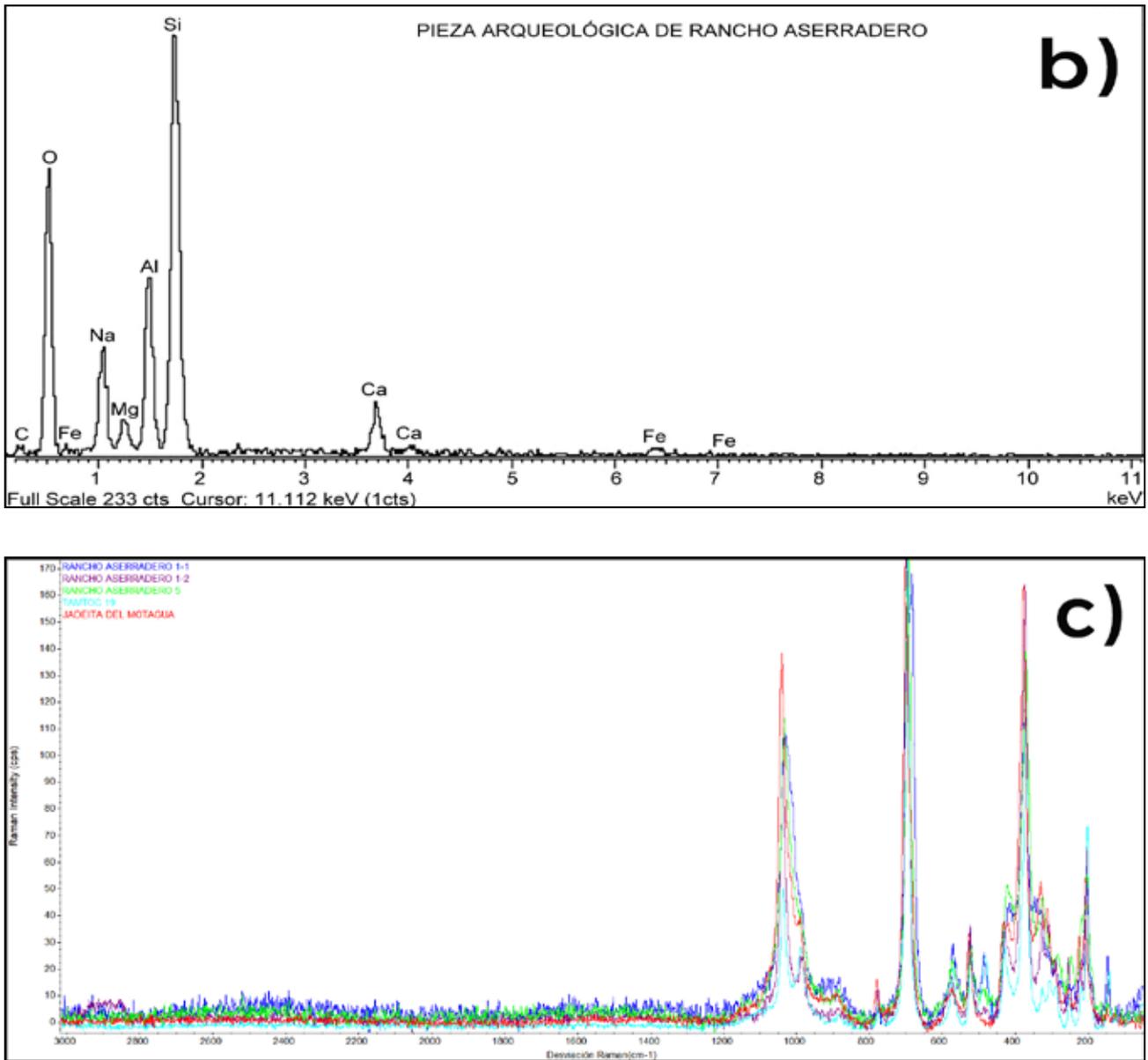


Fig. 12 Análisis mineralógico de jadeítas de referencia comparadas con piezas arqueológicas con EDS (a-b) y con μ Raman (c). Espectros analizados por Emiliano Melgar Tísoc y Reyna Beatriz Solís Ciriaco. Proyecto Estilo y Tecnología de los Objetos Lapidarios en el México Antiguo.

confirmó la presencia de cuarzo verde en todas las piezas, por el pico principal de las rocas silíceas ubicado en el 460-475 cm^{-1} , así como dos picos menores de 120-130 cm^{-1} y 200-210 cm^{-1} (figura 14c).

Las huellas de manufactura de los objetos lapidarios

Para analizar los objetos lapidarios nos hemos apoyado en la arqueología experimental. Según dicha corriente, en las sociedades humanas toda actividad se encuentra normada, por lo cual, los artefactos son usados o

producidos de acuerdo con esquemas determinados, que les proporcionan características específicas (Ascher, 1961: 807; Gándara, 1990: 51).

De esta manera se plantea que es posible identificar técnicas antiguas de acuerdo con el nivel tecnológico de la sociedad que se va a estudiar, al comparar los rasgos presentes en los materiales arqueológicos con los producidos en los modernos, si se utilizan los mismos procedimientos y utensilios a través de simulaciones, reproducciones o duplicaciones (Ascher, 1961: 793; Coles, 1979: 46-47 y 171; Lewenstein, 1987: 7). Ello implica que la elaboración o utilización de objetos similares,



Fig. 13 Ejemplar moderno de cuarzo verde. Fotografía de Jonathan Silva Pérez.

siguiendo los mismos patrones, deben dar resultados idénticos (Ascher, 1961: 807; Velázquez, 2007: 23). Lo anterior se complementa con el criterio uniformista, en el cual se supone que la utilización de un instrumento particular, hecho de un determinado material, empleado de una manera específica y bajo ciertas condiciones, dejará rasgos característicos y diferenciables entre sí (Binford, 1977: 7; 1991: 22; Tringham, 1978: 180; Velázquez, 2007: 23).

De esta forma se generan observables arqueológicos para identificar y distinguir las técnicas y herramientas empleadas por los artesanos lapidarios, reproduciendo las distintas modificaciones presentes en las piezas, como

desgastes, cortes, perforaciones, incisiones y acabados. Para ello se han empleado las herramientas y los procesos que pudieron haber utilizado los lapidarios del México prehispánico (figura 15 y 16), según las fuentes históricas (Sahagún, 2006), los datos observados en el registro arqueológico (Domínguez y Folan, 1999: 643; Kovacevich, 2005: 74-86; Rochette, 2009: 209-216) o las propuestas de varios investigadores (Kidder, 1947: 122-123; Smith y Kidder, 1951: 33-36; Digby, 1964: 16 y 20; Mirambell, 1968).

Para su análisis, seguimos los niveles de observación planteados por Velázquez (2007) para objetos de concha, pero adaptados a piezas lapidarias (Melgar *et al.*, 2010; Melgar, 2014), los cuales son los siguientes.



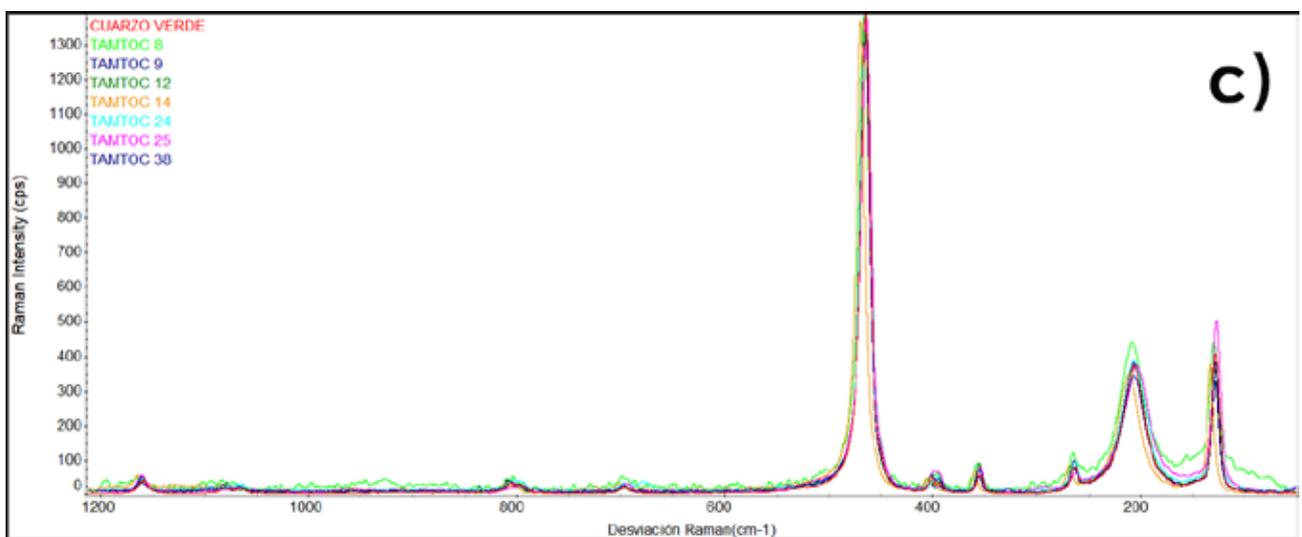


Fig. 14 Análisis mineralógico de cuarzos verdes de referencia comparados con piezas arqueológicas con EDS (a-b) y con μ Raman (c). Espectros analizados por Emiliano Melgar Tísoc y Reyna Beatriz Solís Ciriaco. Proyecto Estilo y Tecnología de los Objetos Lapidarios en el México Antiguo.

Modificación	Herramientas
Desgastes de superficies	Basalto, andesita, riolita, arenisca, caliza y granito adicionando agua y ocasionalmente arena
Cortes	Arena, agua y tiras de piel o cuerdas vegetales Herramientas líticas de pedernal y obsidiana
Perforaciones	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, polvo de pedernal y polvo de cuarzo), animados con ramas de carrizo de gran diámetro, adicionando agua
Incisiones	Herramientas líticas de pedernal y obsidiana
Acabados	Pulido con abrasivos, agua y trozos de piel Bruñidos con trozos de piel en seco La aplicación de ambos acabados

Fig. 15, cuadro 2 Tipos de modificaciones y herramientas empleadas. Fuente: elaboración de Emiliano Melgar Tísoc y Reyna Beatriz Solís Ciriaco.

1) *Análisis macroscópico*. Se realiza a simple vista o con la ayuda de una lupa con aumento de 20X. Esto permite observar *in situ* los objetos y conocer las modificaciones que presentan y después compararlas con los rasgos producidos en cada uno de los experimentos realizados. En algunas ocasiones se puede determinar o descartar el empleo de ciertas herramientas o procesos de manera rápida.

2) *Microscopio estereoscópico con cámara acoplada*. Se observan los materiales con aumentos de 10X y 30X y se toman imágenes digitales de las huellas observadas. Lo anterior permite comparar con un mayor detalle las huellas (arqueológicas y las de las réplicas). Para ello se toman 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, su composición y dirección. Gracias a esto será posible confirmar o descartar algunas herramientas y procesos de manufactura en las piezas.

3) *Uso del microscopio electrónico de barrido (MEB)*. El equipo empleado fue el modelo Jeol JSM-6460LV que se encuentra en el Laboratorio de Microscopía Electrónica del Instituto Nacional de Antropología e Historia, con las asesorías del Dr. Gerardo Villa y del Mtro. Mario Monroy. Las muestras se analizan a 100X, 300X, 600X y 1000x. Siempre se repiten los mismos parámetros en cada observación (10 mm de distancia, haz de 48, 20 kV de voltaje y señal SEI). Este nivel de observación ha ofrecido los mejores resultados en la caracterización y diferenciación de las huellas producidas por cada tipo de herramienta (arqueología experimental) y aquellas detectadas en el material arqueológico revisado.

Siguiendo esta metodología se revisan todas las piezas arqueológicas para obtener una muestra representativa que refleje la diversidad de modificaciones en el conjunto, sin olvidar su estado de conservación.

Para agilizar el estudio se emplea la técnica de impresión de polímeros para la observación de las huellas de manufactura. Para esta técnica se usa una cinta de polímero replicante, la cual se reblandece con acetona y se presiona contra la superficie de trabajo a analizar; se espera a que se seque, se retira y se obtiene un molde de la superficie. Después, los moldes se bañan con iones de oro para poder ser observados en el MEB en su modo de Alto Vacío. Esta técnica evita el traslado de las piezas arqueológicas al laboratorio y facilitando los análisis.

Resultados obtenidos en el análisis tecnológico

Siguiendo la metodología descrita en el apartado anterior, obtuvimos los siguientes resultados (figura 17).

Todas las piezas presentan las superficies muy brillantes con un aspecto de lustre vítreo (figura 18a). A mayores ampliaciones se ven algunas bandas difusas de 20 μm de espesor cruzadas por finísimas líneas de 1 a 2 μm de anchura (figura 18b-c). Estos rasgos son similares a los obtenidos en los desgastes experimentales con caliza, pulidos con jadeíta y bruñidos con piel (figura 18d-f).

En los bordes e incisiones (sólo dos piezas las presentan) se aprecian algunas líneas rectas y entrecruzadas algo difusas, las cuales miden entre 0.7 y 1.3 μm de anchura (figura 19a-b). Estas huellas coinciden con las producidas en los cortes e incisiones experimentales con lascas y navajas de obsidiana (figura 19c-d).

Todas las piezas, al ser pendientes, están perforadas. En sus paredes internas se aprecian círculos concéntricos muy difusos sobre una textura de partículas (figura 19e). Al analizarlas con MEB, fue posible observar líneas

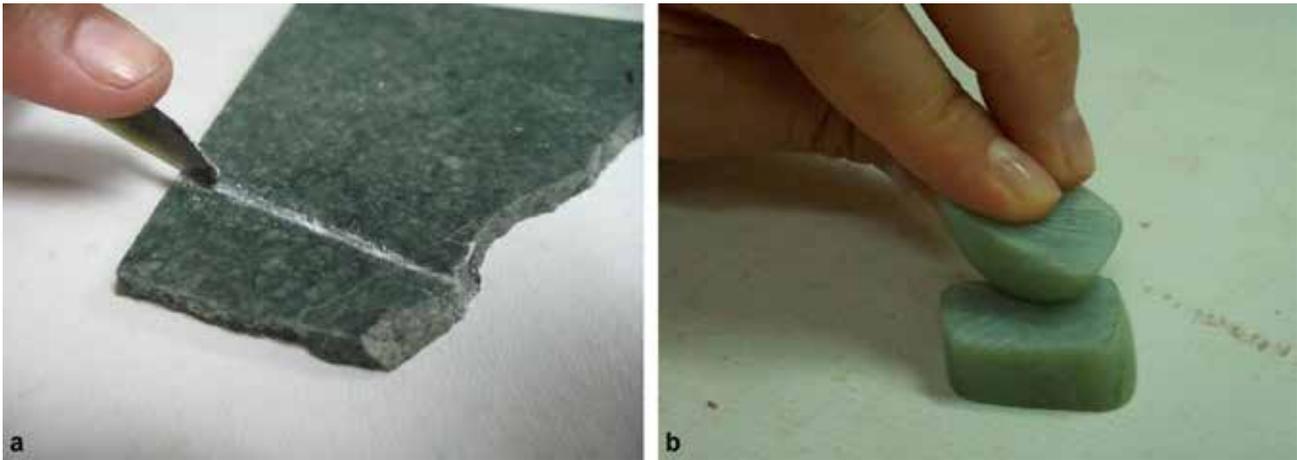


Fig. 16 Arqueología experimental en lapidaria: corte de jadeíta con navaja de obsidiana (a) y pulido de jadeíta con nódulo de jadeíta (b). Fotografías de Emiliano Melgar Tísoc y Reyna Beatriz Solís Ciriaco.

Contexto	Piezas	Desgaste	Corte	Incisión	Perforación	Acabados
La Noria	11	Caliza	Obsidiana	Obsidiana	Polvo de pedernal	Jadeíta y piel
Estructura C5	1	Caliza	Obsidiana	Obsidiana	Polvo de pedernal	Jadeíta y piel
Rancho Aserradero	3	Caliza	Obsidiana	Obsidiana	Polvo de pedernal	Jadeíta y piel

Fig. 17, cuadro 3 Resultados del estudio tecnológico. Fuente: elaboración de Emiliano Melgar Tísoc y Reyna Beatriz Solís Ciriaco.

difusas de 1 a 1.5 µm de anchura sobre una textura uniforme (figura 19f). Estas huellas son similares a las obtenidas al perforar experimentalmente con polvo de pedernal y carrizo (figura 19g-h).

Discusión de resultados

Como hemos podido observar, en este estudio se propuso que la combinación de la identificación de las materias primas con el análisis tecnológico de sus huellas de manufactura permite identificar la homogeneidad o heterogeneidad de las piezas atribuidas a un estilo y su probable pertenencia a él, así como distinguir las producciones locales de las foráneas en un sitio o región.

A partir de los resultados obtenidos en la caracterización mineralógica de Tamtoc y Rancho Aserradero, se puede resaltar que no todas las piezas verdes de gran brillo y lustre vítreo fueron jadeítas como se acostumbra a identificar *a priori* este tipo de objetos. Si bien en cuatro de las piezas sí se pudo confirmar que se trataba de jadeítas, también se detectaron 11 objetos hechos en cuarzo verde. Con base en ello se aprecia la necesidad de revisar a detalle los materiales para no asignar como jadeítas a muchos artefactos de tonalidades verdes elaborados en otras rocas y minerales.

En el caso de los cuatro objetos de jadeíta, éstos destacan por ser los únicos en este mineral identificados en la Huasteca hasta el momento. Esta escasez puede

deberse a que los yacimientos de jadeíta se encuentran en la cuenca del río Motagua (Harlow, 1993; Bishop *et al.*, 1993), a más de 1 000 km de distancia de la Huasteca. Esta gran lejanía de la zona de obtención y su distintiva coloración verde esmeralda debió favorecer su identificación visual como un material exótico destinado a ofrendas y entierros, por lo cual reúne varias características para ser considerado un bien de prestigio (Drennan, 1998: 26-28). Asimismo, se puede destacar que 3 de las 4 verdaderas jadeítas fueron recuperadas en la zona residencial de élite de Rancho Aserradero, cuyos habitantes muestran una mayor jerarquía en Tamtoc por la riqueza y variedad de sus ofrendas (Martínez *et al.*, 2012), muchas de ellas con materiales foráneos, como centenares de cuentas de concha rojiza *Spondylus crassisquama*, de cobre bañadas en oro, de turquesa y de vidrio azul (Melgar *et al.*, 2018: 72-73). En contraste, los cuarzos verdes predominan en los entierros revisados del Conjunto Arquitectónico Funerario de La Noria, mientras que el único pendiente de jadeíta del Grupo C no fue inhumado en Los Túmulos, sino en el entierro 19, ubicado en la parte superior de la estructura C5, quizás para marcar algún tipo de diferenciación social del individuo que tuvo dicha pieza.

En cuanto a la tecnología detectada en las piezas de jadeíta y de cuarzo verde, llama la atención que la mayoría de los instrumentos de trabajo identificados, como lajas o metates de caliza con huellas de trabajo

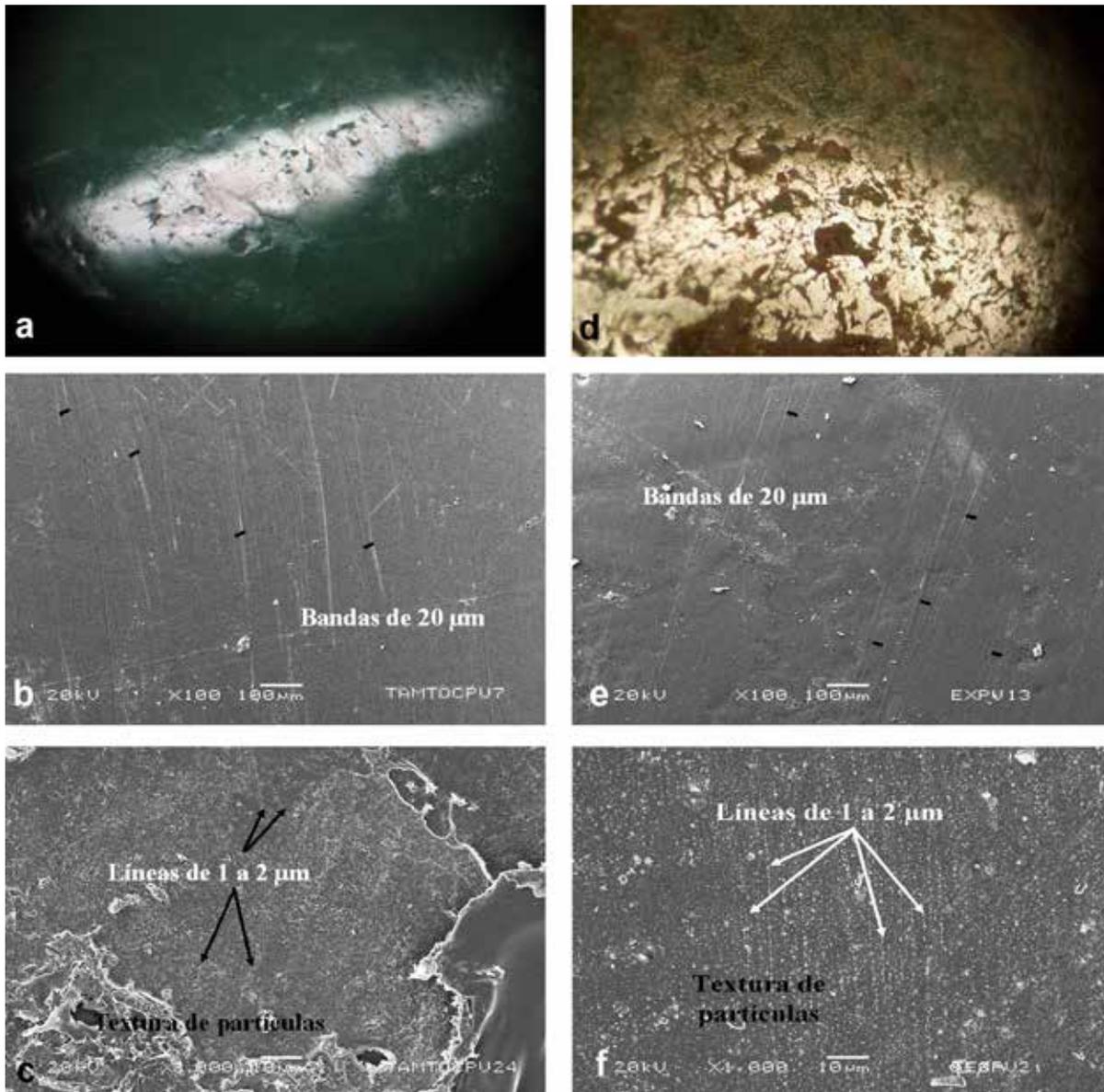


Fig. 18 Análisis de superficies: pieza arqueológica a 10X (a), 100X (b) y 1000X (c) comparada con el desgaste experimental con caliza, pulido con jadeíta y bruñido con piel a 10X (d), 100X (e) y 1000X (f). Micrografías analizadas por Emiliano Melgar Tísoc y Reyna Beatriz Solís Ciriaco. Proyecto Estilo y Tecnología de los Objetos Lapidarios en el México Antiguo.

lapidario (figura 20) y los pulidores de jadeíta, no han sido recuperados en contextos arqueológicos de la Huasteca. Si a ello se añade que no se encontraron evidencias de producción de estos objetos, como material en bruto y piezas en proceso de trabajo, que contrastan con la abundante cantidad de calcitas en distintas etapas de elaboración (figura 21), se puede inferir que se trata de manufacturas foráneas.

¿Por qué presentan similitudes tecnológicas las piezas de jadeíta y cuarzo verde y a qué tradición de manufactura pertenecen? Debido a que las evidencias arqueológicas de Tamtoc y Rancho Aserradero parecen

confirmar que se trata de producciones foráneas, fue necesario comparar el patrón tecnológico identificado en estos 15 objetos con otras regiones de Mesoamérica. Ello dio como resultado que comparten la secuencia de elaboración de la lapidaria de varios sitios mayas (figuras 22, 23 y 24), ya que presentan los desgastes hechos con lascas o metates de caliza, los pulidos con nódulos de jadeíta, los cortes e incisiones con lascas o navajillas de obsidiana y las perforaciones con polvo de pedernal (Melgar y Andrieu, 2016; Melgar *et al.*, 2021). Esta tecnología detectada queda reforzada con las evidencias de producción reportadas en varios sitios

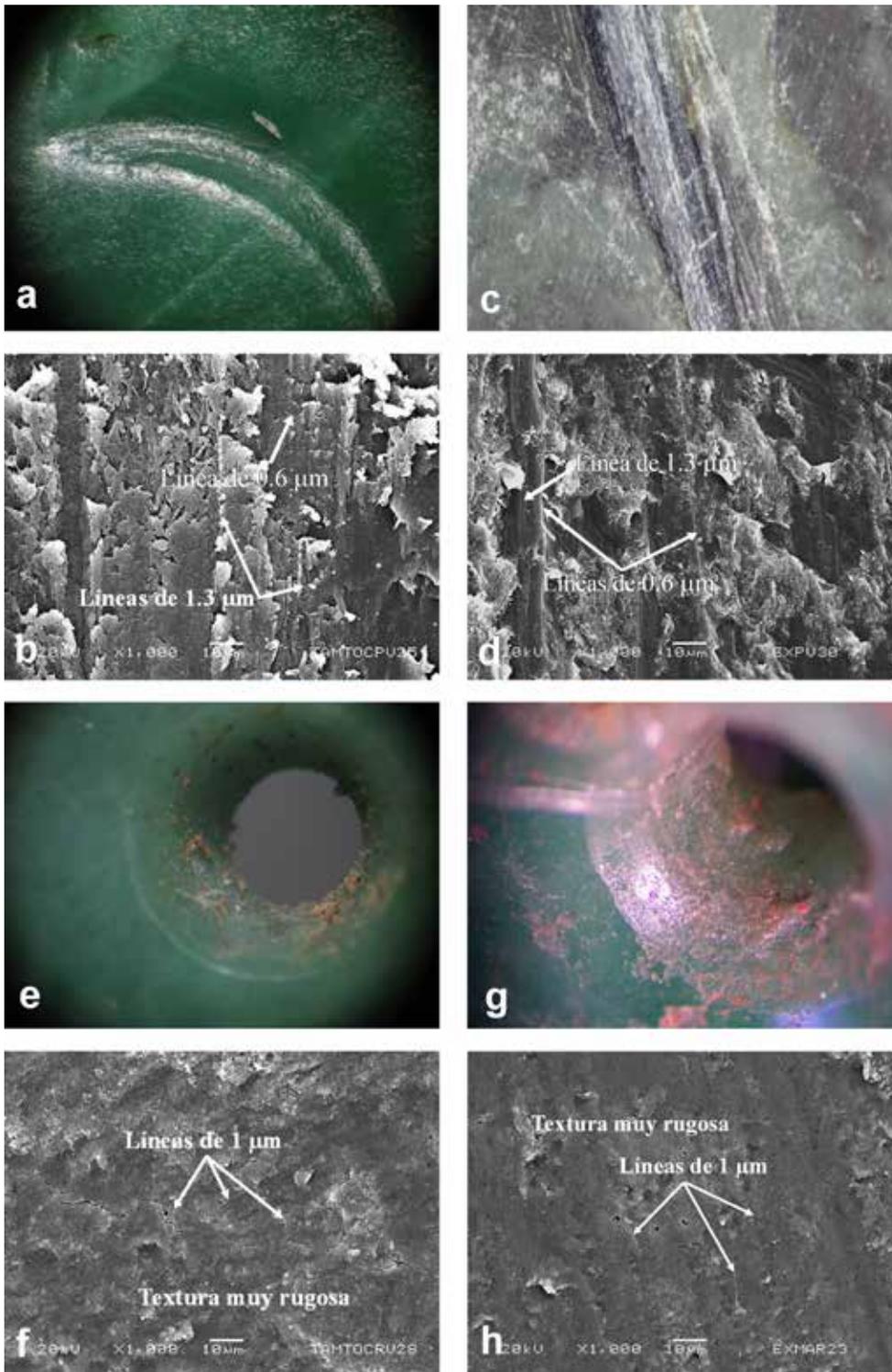


Fig. 19 Análisis de incisiones y horadaciones: diseño inciso de pieza arqueológica a 10X (a) y 1000X (b) comparado con la incisión experimental con obsidiana a 10X (c) y 1000X (d); así como la perforación en pieza arqueológica a 30X (e) y 1000X (f) y su similitud con la horadación experimental con polvo de pedernal y carrizo a 30X (g) y 1000X (h). Micrografías analizadas por Emiliano Melgar Tísoc y Reyna Beatriz Solís Ciriaco. Proyecto Estilo y Tecnología de los Objetos Lapidarios en el México Antiguo.



Fig. 20 Desgastador de caliza con oquedades producto del desgaste de piezas lapidarias que fue recuperado en Yaxchilán. Fotografía de Jonathan Silva Pérez.



Fig. 21 Evidencias de producción en distintas fases de trabajo de objetos de calcita. Fotografía de Emiliano Melgar Tísoc y Reyna Beatriz Solís Ciriaco.

Sitio	Piezas	Desgaste	Corte	Incisión	Perforación	Acabados
Tamtoc (La Noria)	1	Caliza	Obsidiana	Obsidiana	Polvo de pedernal	Jadeíta y piel
Tamtoc (Rancho Aserradero)	3	Caliza	Obsidiana	Obsidiana	Polvo de pedernal	Jadeíta y piel
Tikal	93	Caliza	Obsidiana	Obsidiana	Polvo de pedernal	Jadeíta y piel
Cancuén	30	Caliza	Obsidiana	Obsidiana	Polvo de pedernal	Jadeíta y piel
La Corona	149	Caliza	Obsidiana	Obsidiana	Polvo de pedernal	Jadeíta y piel
El Perú	31 2	Caliza	Obsidiana	Obsidiana	Polvo de pedernal	Jadeíta y piel
Waká	2	Caliza	Pedernal	Pedernal	Polvo de pedernal	Jadeíta y piel
Calakmul	20	Caliza	Pedernal	Pedernal	Polvo de pedernal	Jadeíta y piel
Palenque	247	Caliza	Obsidiana	Obsidiana	Polvo de pedernal	Jadeíta y piel
Yaxchilán	250	Caliza	Obsidiana	-	Polvo de pedernal	Jadeíta y piel Arenisca y piel
Total	826					

Fig. 22, cuadro 4 Comparación tecnológica de las piezas de jadeíta de Tamtoc con objetos de varios sitios mayas. Fuente: elaboración de Emiliano Melgar Tísoc y Reyna Beatriz Solís Ciriaco.



Fig. 23 Ejemplos de piezas lapidarias halladas en sitios mayas que fueron empleadas con fines comparativos: Cancuén (a) y Palenque (b). Fotografías de Emiliano Melgar Tísoc.

mayas, como en Calakmul, Cancuén, Tikal, Naachtun, El Perú-Waká y La Corona, donde se hallaron lajas de piedra caliza que presentan cavidades en forma de roscas o donas con las mismas dimensiones que las cuentas de jadeíta recuperadas (figura 20), así como grandes cantidades de navajillas de obsidiana y perforadores de pedernal (Domínguez y Folan, 1999: 643; Folan *et al.*, 2001: 252; Kovacevich, 2007: 74-86; Andrieu *et al.*, 2014; Melgar y Andrieu, 2016).

A partir de ello, es factible considerar como manufacturas mayas las piezas de jadeíta y cuarzo verde que presentan esta secuencia de elaboración. Además, se puede destacar que este conjunto de 15 piezas de jadeíta y cuarzo verde son los objetos con manufactura

maya halladas más al norte en Mesoamérica, lo cual permite confirmar la enorme dinámica e interacción cultural que había en esa época.

Por consecuencia, es factible considerar como manufacturas mayas las piezas de jadeíta y cuarzo verde que presentan esta secuencia de elaboración.

También se puede destacar la particularidad de una de las piezas analizadas: el pendiente de jadeíta triangular inciso. Se trata de un objeto que originalmente era de mayor tamaño y con diseños incisos de un personaje visto de frente, el cual fue reciclado a partir de cortar el rostro casi a la mitad de forma longitudinal siguiendo la nariz y se le hizo una perforación en la boca que provocó que al colgarlo se invirtiera

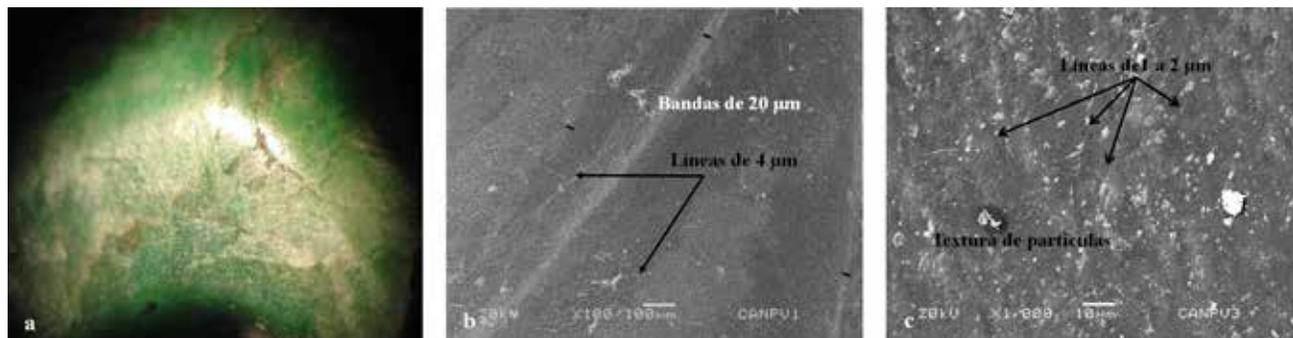


Fig. 24 Ejemplo de huellas de manufactura de las superficies de piezas de jadeíta recuperadas en sitios mayas, donde se aprecia el lustre vítreo (a) producto del desgaste con caliza (b) y pulido con jadeíta (c). Micrografías analizadas Emiliano Melgar Tísoc y Reyna Beatriz Solís Ciriaco. Proyecto Estilo y Tecnología de los Objetos Lapidarios en el México Antiguo.

la posición original del diseño. Estas modificaciones alteraron su función original al mutilar el personaje representado y poner de cabeza el diseño facial, por lo cual parece que lo más valioso para los huastecos fue la materia prima de este color en sí, más que su decoración.

Todos estos datos permiten proponer que los 4 pendientes de jadeíta y las 11 piezas de cuarzo verde de Tamtoc podrían haber sido manufacturados en el área maya y que llegaron por comercio de larga distancia al sitio. Quizás algunos individuos de Tamtoc tenían nexos con aquellas zonas meridionales, como sugieren algunos resultados del análisis de morfología dental, los cuales indican la similitud de algunos habitantes con grupos mayas de las Tierras Altas (Chicoasén en Chiapas) y Tierras Bajas (Cobá en Quintana Roo) (Ragsdale, 2015: 103; Ragsdale y Edgar, 2015a; 2015b).

Conclusiones

Como se puede apreciar en esta investigación, el estudio detallado de los objetos lapidarios recuperados en Tamtoc, tanto del Conjunto Arquitectónico Funerario de la Noria, de la estructura C5 y de la Estructura 1N del sector residencial de élite de Rancho Aserradero, han permitido identificar jadeítas y cuarzos verdes con tecnología maya. A partir de ello es posible reevaluar las maneras en que a la lapidaria se le ha asignado su filiación cultural, ya que generalmente se hace por su morfología o estética. Sin embargo, esta forma de clasificar los materiales se complica cuando se abordan cuentas, pendientes o incrustaciones geométricas que carecen de rasgos diagnósticos.

Al parecer, su carácter alóctono debió aumentar su valor, ya que su lugar de origen estaba a más de mil kilómetros de distancia de la Huasteca. Por ello su circulación y distribución en ambos sectores estuvo controlada o restringida, ya que solamente fueron recuperadas en ajuares funerarios como bienes de

prestigio, siendo las jadeítas las depositadas en los entierros de mayor jerarquía de Rancho Aserradero y en la parte superior de la estructura C5, mientras que los cuarzos verdes predominan en los entierros dentro de Los Túmulos. Así mismo, se puede destacar que estas piezas de jadeíta y cuarzo verde, con sus datos mineralógicos y con tecnología maya identificada a través de traceología y arqueología experimental, son las más norteñas halladas en Mesoamérica.

Para finalizar, este tipo de estudios permiten conocer con mayor detalle las secuencias de elaboración de las piezas lapidarias, cuya comparación entre regiones y temporalidades ofrece nueva información sobre las relaciones e interacciones entre los distintos grupos de Mesoamérica.

Agradecimientos

Este trabajo no hubiera sido posible sin el apoyo del Proyecto Estilo y Tecnología de los Objetos Lapidarios en el México Antiguo del INAH y de las facilidades de Estela Martínez Mora y Guillermo Córdova Tello de la Dirección de Estudios Arqueológicos, del mismo instituto, para poder analizar los materiales de Tamtoc. También fue importante la colaboración de Mario Monroy del Laboratorio de Microscopía Electrónica del INAH, de Cristina Zorrilla del Laboratorio de Materiales Avanzados del Instituto de Física de la UNAM, de María Jesús Puy del Laboratorio de Investigación y Caracterización de Minerales y Materiales de la Universidad de Guanajuato y de los integrantes del taller de arqueología experimental en lapidaria: Hervé Monterrosa, Edgar Pineda, Viridiana Guzmán, Laura Carrillo, Andrea Pérez, Angy Domínguez, Adriana Soto, Francisco Macedo y Marcos Reyes. Un agradecimiento especial a Chloé Andrieu de la Universidad de la Sorbona y a Juan Carlos Meléndez del Musée du quai Branly por el apoyo y trabajo en colaboración para estudiar objetos lapidarios de Guatemala.

Bibliografía

Andrieu, Chloé, Rodas, Edna y Luin, Luis

2014 The Values of Maya Jade: a Technological Reanalysis of the Cancuen Workshop, Guatemala. *Ancient Mesoamerica*, 25 (1): 141-164. Cambridge, Cambridge University Press.

Ascher, Robert

1961 Experimental Archaeology. *American Anthropologist*, 63 (4): 793-816. Arlington, Virginia, American Anthropological Association.

Binford, Lewis R.

1977 General Introduction. En L.R. Binford (ed.), *For Theory Building in Archaeology. Essays on Faunal Remains, Aquatic Resources, Spatial Analysis, and Systemic Modeling* (pp. 1-10). Albuquerque, Academic Press.

1991 *Bones, Ancient Men, and Modern Myths*. Londres, Academic Press.

Bishop, Ronald L., Sayre Edward, V. y Mishara, J.

1993 Composition and Structural Characterization of Maya and Costa Rican Jadeites. En F.W. Lange (ed.), *Precolumbian Jade. New Geological and Cultural Interpretations* (pp. 30-60). Salt Lake City, University of Utah Press.

Brumfiel, Elizabeth M. y Earle, Timothy K.

1987 Specialization, Exchange, and Complex Societies: an Introduction. En E.M. Brumfiel y T.K. Earle (eds.), *Specialization, Exchange, and Complex Societies* (pp. 1-9). Cambridge, Cambridge University Press.

Carr, Christopher

1995 Building a Unified Middle-Range Theory of Artifact Design. En C. Carr y J.E. Neitzel (eds.), *Style, Society, and Person. Archaeological and Ethnological Perspectives* (pp. 151-170). Nueva York, Plenum Press.

Carrasco Teja, Mario y Fariás Pelayo, Mónica Sabrina

2005 *Píxeles y electrones. Estudio de los materiales líticos de una ofrenda en el Valle del Mezquital*. Tesis de licenciatura. ENAH-INAH, México.

Coles, John

1979 *Experimental Archaeology*. Londres, Academic Press.

Delgado Robles, Alma Angelina

2015 *Aplicación de técnicas espectroscópicas para la caracterización no destructiva in situ de piezas arqueológicas de lítica mesoamericana*. Tesis de maestría. UNAM, México.

Digby, Adrian

1964 *Maya Jades*. Londres, The Trustees of the British Museum.

Domínguez Carrasco, María del Rosario y Folan, William J.

1999 Hilado, confección y lapidación: los quehaceres cotidianos de los artesanos de Calakmul, Campeche, México. En J.P. Laporte y H.L. Escobedo (eds.), *XII Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 1998* (pp. 628-646). Guatemala, Museo Nacional de Arqueología y Etnología.

Drennan, Robert D.

1998 ¿Cómo nos ayuda el estudio sobre el intercambio interregional a entender el desarrollo de las sociedades complejas? En E. Childs Rattray (ed.), *Rutas de intercambio en Mesoamérica. III Coloquio Pedro Bosch Gimpera* (pp. 23-39). México, UNAM.

Edwards, H.G.M. y De Faria, Dalva L.A

2004 Infrared, Raman Microscopy and Fibre Optic Raman Spectroscopy. En K. Janssens y R. van Grieken (eds.), *Non Destructive Microanalysis of Cultural Heritage Materials* (pp. 359-395). Ámsterdam, Elsevier.

Farndon, John

2006 *The Complete Guide to Rocks and Minerals*. Londres, Hermes House.

Folan, William J., May Hau, Jacinto, Marcos, Joyce y Miller, Frank

2001 Los caminos de Calakmul, Campeche. *Ancient Mesoamerica*, 12 (2): 293-298. Cambridge University Press.

Foshag, William

1954 Estudios mineralógicos sobre el jade de Guatemala. *Antropología e Historia de Guatemala*, 1 (6): 3-47. Guatemala.

Gándara Vázquez, Manuel

1990 La analogía etnográfica como heurística: lógica muestral, dominio etnográfico e historicidad. En Y. Sugiura y M.C. Serra Puche (eds.), *Etnoarqueología. Primer Coloquio Bosch-Gimpera* (pp. 43-82). México, UNAM.

Gendron, François, Smith, David C. y Gendron-Badou, Aïcha
 2002 Discovery of Jadeite-Jade in Guatemala Confirmed by Non-Destructive Raman Microscopy. *Journal of Archaeological Science*, 29 (8): 837-851.

Gosselain, Olivier P.
 1992 Technology and Style: Potters and Pottery among Bafia of Cameroon. *Man*, 27 (3): 559-583.

Harlow, George E.
 1993 Middle American Jade. Geologic and Petrologic Perspectives on Variability and Source. En F.W. Lange (ed.), *Precolumbian Jade. New Geological and Cultural Interpretations* (pp. 9-29). Salt Lake City, University of Utah Press.

Hauff, Phoebe L.
 1993 The Enigma of Jade, with Mineralogical Reference to Central American Source Materials. En F.W. Lange (ed.), *Precolumbian Jade. New Geological and Cultural Interpretations* (pp. 82-103). Salt Lake City, University of Utah Press.

Hernández Espinoza, Patricia Olga
 2021 Los atributos de la identidad. El caso de Tamtoc, San Luis Potosí, México. *Estudios de Antropología Biológica*, 9: 9-53.

Hodder, Ian
 2016 *Studies in Human-Thing Entanglement*. Nueva Jersey, Wiley-Blackwell.

Inomata, Takeshi
 2001 The Power and Ideology of Artistic Creation. Elite Craft Specialists in Classic Maya Society. *Current Anthropology*, 42 (3): 321-335. The Wenner-Gren Foundation for Anthropological Research.

Kidder, Alfred V.
 1947 *The Artifacts of Uaxactun, Guatemala*. Washington, Carnegie Institution.

Kovacevich, Brigitte
 2007 Ritual Crafting, and Agency at the Classic Maya Kingdom of Cancuen. En C.E. Wells y K.L. Davis Salazar (eds.), *Mesoamerican Ritual Economy, Archaeological and Ethnological Perspectives* (pp. 67-114). Boulder, University Press of Colorado.

Kovacevich Brigitte, Neff, Hector y Bishop, Ronald L.
 2005 Laser Ablation ICP-MS Chemical Characterization of Jade from Jade Workshop of Cancuen, Guatemala. En R.J.

Speakman y H. Neff (eds.), *Laser Ablation-ICP-MS in Archaeological Research* (pp. 39-58). Albuquerque, University of New Mexico Press.

Lechtman, Heather
 1977 Style in Technology, Some Early Thoughts. En H. Lechtman y R. Merrill (eds.), *Material Culture: Styles Organization, and Dynamics of Technology* (pp. 3-20). Nueva York, West Publishing.

Lemonnier, Pierre
 1986 The Study of Material Culture Today: Toward and Anthropology of Technical Systems. *Journal of Anthropological Archaeology*, 5: 147-186.

Leroi-Gourhan, André
 1945 *Milieu et Techniques*. París, Albin Michel.

Lewenstein, Suzanne M.
 1987 *Stone Tools at Cerros. The Ethnoarchaeological and Use-wear Evidence*. Austin, University of Texas Press.

Lozano Santa Cruz, Rufino y Ruvalcaba Sil, José Luis
 2012 Determinación de minerales de jade y otros minerales asociados con 'piedras verdes' usando técnicas de rayos X. En W. Wiesheu y G. Guzzy (coords.), *El jade y otras piedras verdes. Perspectivas interdisciplinarias e interculturales* (pp. 17-35). México, INAH.

Manzanilla, Linda R.
 1996 La organización económica de Teotihuacan y Tiwanaku. En M. Cervantes (coord.), *Mesoamérica y los Andes* (pp. 13-81). México, CIESAS (Ediciones de la Casa Chata).

Maresch, Walter y Medenbach, Olaf
 2003 *Guías de Naturaleza Blume: Rocas*. Barcelona, Blume.

Martínez Serrano, María de Jesús, Hernández Espinosa, Patricia Olga y Martínez Mora, Estela
 2012 Conjunto Norte Aserradero, ¿un sitio residencial de élite? En G. Córdova Tello, E. Martínez Mora y P. O. Hernández Espinosa (eds.), *Tamtoc. Esbozo de una antigua sociedad urbana* (pp. 253-268). México, INAH.

Melgar Tísoc, Emiliano Ricardo
 2014 *Comercio, tributo y producción de las turquesas del Templo Mayor de Tenochtitlan*. Tesis de doctorado. UNAM, México.

- Melgar Tísoc, Emiliano Ricardo, Solís Ciriaco, Reyna Beatriz, Monterrosa Desruelles, Hervé, Puy y Alquiza, María Jesús y Meléndez Mollinedo, Juan Carlos**
 2021 Presencia de lapidaria de estilo maya fuera de la región maya. *Revista Española de Antropología Americana*, 51: 11-32. Madrid, Universidad Complutense de Madrid.
- Melgar Tísoc, Emiliano Ricardo, Solís Ciriaco, Reyna Beatriz y González Licón, Ernesto**
 2010 Producción y prestigio en concha y lapidaria de Monte Albán. En E. Melgar, R. Solís y E. González Licón (eds.), *Producción de bienes de prestigio ornamentales y votivos de la América antigua* (pp. 7-22). Miami, Syllaba Press.
- Melgar Tísoc, Emiliano Ricardo, Solís Ciriaco, Reyna Beatriz y Monterrosa Desruelles, Hervé**
 2018 *Piedras de fuego y agua. Turquesas y jades entre los nahuas*. México, INAH.
- Melgar Tísoc, Emiliano Ricardo, Solís Ciriaco, Reyna Beatriz y Ruvalcaba Sil, José Luis**
 2012 Lapidaria de Tamtoc. En G. Córdova, E. Martínez y P. Hernández (coords.), *Tamtoc. Esbozo de una antigua sociedad urbana* (pp. 331-354). México, INAH.
- Melgar Tísoc, Emiliano Ricardo y Andrieu, Chloé**
 2016 El intercambio del jade en las Tierras Bajas Mayas desde una perspectiva tecnológica. En *XXIX Simposio de Investigaciones Arqueológicas de Guatemala* (pp. 1065-1076). Guatemala, Asociación Tikal.
- Melgar Tísoc, Emiliano Ricardo y Solís Ciriaco, Reyna Beatriz**
 2010 Los artistas del jade en Mesoamérica y China: una comparación tecnológica. En L. Chen y A. Saladino (comps.), *La Nueva Nao: de Formosa a América Latina* (pp. 391-408). Taipéi, Universidad de Tamkang.
 2013 Los secretos artesanales de los lapidarios: instrumentos y técnicas de trabajo en Mesoamérica y China. En L. Chen y A. Saladino García (comps.), *La Nueva Nao: de Formosa a América Latina. Bicentenario del Nomenclario de Simón Bolívar como Libertador* (pp. 93-119). Taipéi, Universidad de Tamkang.
 2021 Presencia de lapidaria maya en Tamtok y Rancho Aserradero. En C. Stresser-Péan y S. Ladrón de Guevara (coords.), *Vida, muerte y creencias en la Huasteca posclásica* (pp. 111-124). México, Fundación Stresser-Péan / INAH / UV / CEMCA.
- Melgarejo, Joan Carles, Proenza, Joaquín, Gali, Salvador y Llovet, Xavier**
 2010 Técnicas de caracterización mineral y su aplicación en exploración y explotación minera. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 62 (1): 1-23.
- Mendoza Anaya, Demetrio, Martínez Cornejo, Gustavo y Rodríguez Lugo, Ventura**
 2004 Análisis del deterioro del material pétreo que conforman las serpientes esculpidas de la Pirámide de Tenayuca. En D. Mendoza, L. Brito y J. Arenas (eds.), *La ciencia de materiales y su impacto en la arqueología* (pp. 185-196). México, Academia Mexicana de Ciencia de Materiales.
- Miller, Heather Margaret-Louise**
 2007 *Archaeological Approaches to Technology*. San Diego, Elsevier-Academic Press.
- Mirambell, Lorena**
 1968 *Técnicas lapidarias prehispánicas*. México, INAH.
- Prencipe, Mauro, Maschio, Lorenzo, Kirtman, Bernard, Salustro, Simone, Erba, Alessandro y Dovesi, Roberto**
 2014 Raman spectrum of NaAlSi₂O₆ jadeite. A quantum mechanical simulation. *Journal of Raman Spectroscopy*, 45 (8): 703-709.
- Price, Monica y Walsh, Kevin**
 2006 *Rocas y minerales*. Barcelona, Ediciones Omega.
- Puy y Alquiza, María Jesús**
 2017 Reporte petrográfico. Jade, Archivo del Laboratorio de Petrología, Facultad de Minas, Metalurgia y Geología, Universidad de Guanajuato, Guanajuato.
- Ragsdale, Corey**
 2015 *Cultural Interactions and Biological Distance among Postclassic Mexican Populations*. Tesis de doctorado. University of New Mexico.
- Ragsdale, Corey y Heather Edgar**
 2015a Biological Distance among Huastec, Veracruz, and Maya Groups. Ponencia presentada en la SAA 80th Annual Meeting, San Francisco, California, 15 al 19 de abril.
 2015b Cultural Interaction and Biological Distance in Postclassic Period Mexico. *American Journal of Physical Anthropology*, 157: 121-133.

Rochette, Erick T.

2009 Jade in Full: Prehispanic Domestic Production of Wealth Goods in the Middle Motagua Valley, Guatemala. En K.G. Hirth (ed.), *Housework: Craft Production and Domestic Economy in Ancient Mesoamerica* (pp. 205-224). Nueva Jersey, American Anthropological Association.

Sackett, James R.

1977 The Meaning of Style in Archaeology: A General Model. *American Antiquity*, 42 (3): 369-380. Washington D.C., Society for American Archaeology.

Sahagún, fray Bernardino de

2006 *Historia general de las cosas de Nueva España*. México, Porrúa.

Seitzn Russell, Harlow, George E., Sisson, Virginia B. y Taube, Karl A.

2001 Olmec Blue? and Formative Jade Sources: New Discoveries in Guatemala. *Antiquity*, 75: 687-688.

Smith, A.L. y Kidder, Alfred V.

1951 *Excavations at Nebaj, Guatemala*. Washington, Carnegie Institution.

Stresser-Péan, Guy y Stresser-Peán, Claude

2005 *Tamtoc. Sitio arqueológico huasteco*. Vol. II: *Su vida cotidiana*. INAH / Instituto de Cultura de San Luis / Fomento Cultural Banamex / CEMCA.

Terzuola, Robert

1975 The Greenstone. En L. Feldman, R. Terzuola, P. Sheets y C. Cameron, *Jade Workers in the Motagua Valley* (pp. 5-6). Columbia, University of Missouri.

Tringham, Ruth

1978 Experimentation, Ethnoarchaeology, and the Leapfrogs in Archaeological Methodology. En R. Gould (ed.), *Explorations in Ethnoarchaeology* (pp. 169-199). Albuquerque, University of New Mexico Press.

Velázquez Castro, Adrián

2007 *La producción especializada de los objetos de concha del Templo Mayor de Tenochtitlan*. México, INAH.

Weiner, Annette

1992 *Inalienable Possessions: The Paradox of Keeping-While-Giving*. Berkeley, University of California Press.

Wobst, H. Martin

1977 Stylistic Behavior and Information Exchange. En C.E. Cleland (ed.), *For the Director. Research Essay in Honor of James B. Griffin* (pp. 317-342). Chicago, Museum of Anthropology-University of Michigan.