

Microhuellas de manufactura: tecnología lapidaria en la Costa Rica precolombina

Waka Kuboyama-Haraikawa 

Center for Northeast Asian Studies, Tohoku University, Sendai, Japón

waka.kuboyama@gmail.com

Resumen: Este artículo se enfoca en los aspectos tecnológicos de los colgantes hachaoideos de piedras verdes en la Costa Rica precolombina. La autora menciona el procedimiento de producción y presenta huellas de manufactura de dichos colgantes, esto se permite observar con el microscopio digital (Keyence VHX-5000). Además, los experimentos de producción de este estudio prueban algunas técnicas lapidarias hipotetizadas. En este estudio se deduce la existencia de variaciones en tecnología de tallar; además, al parecer, cada técnica artesanal requiere niveles de dificultad diferentes. Aunque todos los colgantes hachaoide se han categorizados bajo la misma comprensión -objetos de prestigio o símbolo de estatus-, debe haber distintas dueñas, grupos de artesanos, valores sociales, y significados sociales. Toda la información anterior complementaría sugiere la participación de artesanos con varias procedencias sociales.

Palabras clave: arqueología experimental; piedras verdes; tecnología lapidaria; arte precolombino, colgantes hachoides.

Micro-traces of manufacture: lapidary technology in pre-Columbian Costa Rica

Abstract: Celtiform pendants (500 B.C.- A.D. 900) are carved from polished green stone, and characterized by axe form. Their superior region is typified by human or animal carving while the inferior axe portion is not decorated. This paper aims to answer a basic question, “How did crafts people behave with the

Cuadernos de Antropología

Enero-Junio 2023, 33(1)

DOI: <https://doi.org/10.15517/cat.v33i1.52780>

Recibido: 22-10-2022 / Aceptado: 18-01-2023

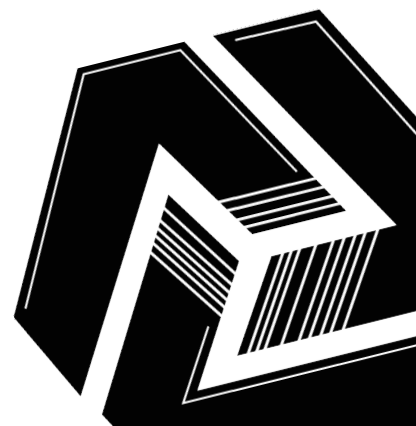
Revista del Laboratorio de Etnología María Eugenia Bozzoli Vargas

Centro de Investigaciones Antropológicas (CIAN), Universidad de Costa Rica (UCR)

ISSN 2215-356X



Cuadernos de Antropología está bajo una licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0



artefact at the time of manufacturing?”. Celtiform pendants themselves have plenty of crafting traits, such as polish, groove-snaps, perforating, and striations, which may help us to reconstruct the crafting activity and its procedure. This paper presents the unique traces of lapidary technologies by using digital microscope (Keyence VHX-5000) and conducts an experimental program to test the hypothesized manufacturing activities of celtiform pendants.

Keywords: experimental archaeology; greenstones; lapidary technologies; Pre-Columbian arts; Celtiform pendants.

Introducción¹

La lapidaria de piedras verdes de la época precolombina en Costa Rica se ha considerado como una evidencia de desigualdad social y especialización laboral. Las poblaciones indígenas del Formativo Temprano, el periodo floreciente de producción lapidaria, formaron pequeños grupos familiares que vivían de la caza, la pesca, la recolección, y el cultivo de maíz, mandioca, pejibayes y otros productos (Doyle, Hoopes y Mora-Marín, 2021; Hoopes, 2017; Hoopes, McEwan y Cockrell, 2021). Considerando el modo de vida de este periodo, las hachas fueron instrumentos esenciales para el diario vivir, en tareas de cultivo y deforestación. Para su elaboración, se requiere de mucho tiempo y habilidad, tanto para formar como para afilar las piedras duras. La manufactura de uno de estos colgantes hachoides (Figura 1), además del proceso de formación del hacha pulida, necesita también de corte, talla y perforación. Como consecuencia, en estos colgantes se refleja no solo la habilidad técnica, sino también el poder económico de quienes los poseían, ya que se invirtió un gran costo en su elaboración.

Los pendientes hachoides normalmente se encuentran en contextos funerarios, particularmente en el Área Central y Región Caribe de Costa Rica (Figura 1). Se les denomina hachoides no por su función como hacha utilitaria, sino por su apariencia; aunque no existe ningún estudio que aclare si realmente fueron empleados en prácticas agrícolas o de sacrificio; antes, durante o después de ser tallados. Los objetos fueron perforados y, por lo mismo, se piensa que fueron usados como colgantes. Comúnmente fueron elaborados a partir de una base hachoides cortada por la mitad, con una sección frontal y otra posterior. En la sección frontal se tienen grabados de motivos; su parte superior presenta gran variedad de personajes y animales que se repiten mucho entre ellos, mientras que la parte inferior presenta el bisel liso de hacha (Kuboyama, 2019). Por su parte, la sección posterior no presenta ningún motivo, pero se conserva un corte de “septum”. Su tecnología sofisticada es indicativa de que estos colgantes probablemente funcionaron como objetos de prestigio particulares o como símbolo de estatus de las élites.

Los pendientes fueron tallados en jadeíta ($\text{NaAlSi}_2\text{O}_6$) o jade social (Harlow, 1993; Lange, 1993). Hasta el momento, no existe evidencia alguna de una fuente de jadeíta dentro de Costa Rica (Harlow, 1993), y se

¹ Este artículo es basado en las pruebas llevadas a cabo en la tesis de doctorado de Waka Kuboyama (2022b): “*Chapter 7: Results of experimentation*”, con actualización de los resultados del análisis traceológico y fotografía microscópica, utilizado un equipo nuevo, microscopio digital de Keyence VHX-5000”.

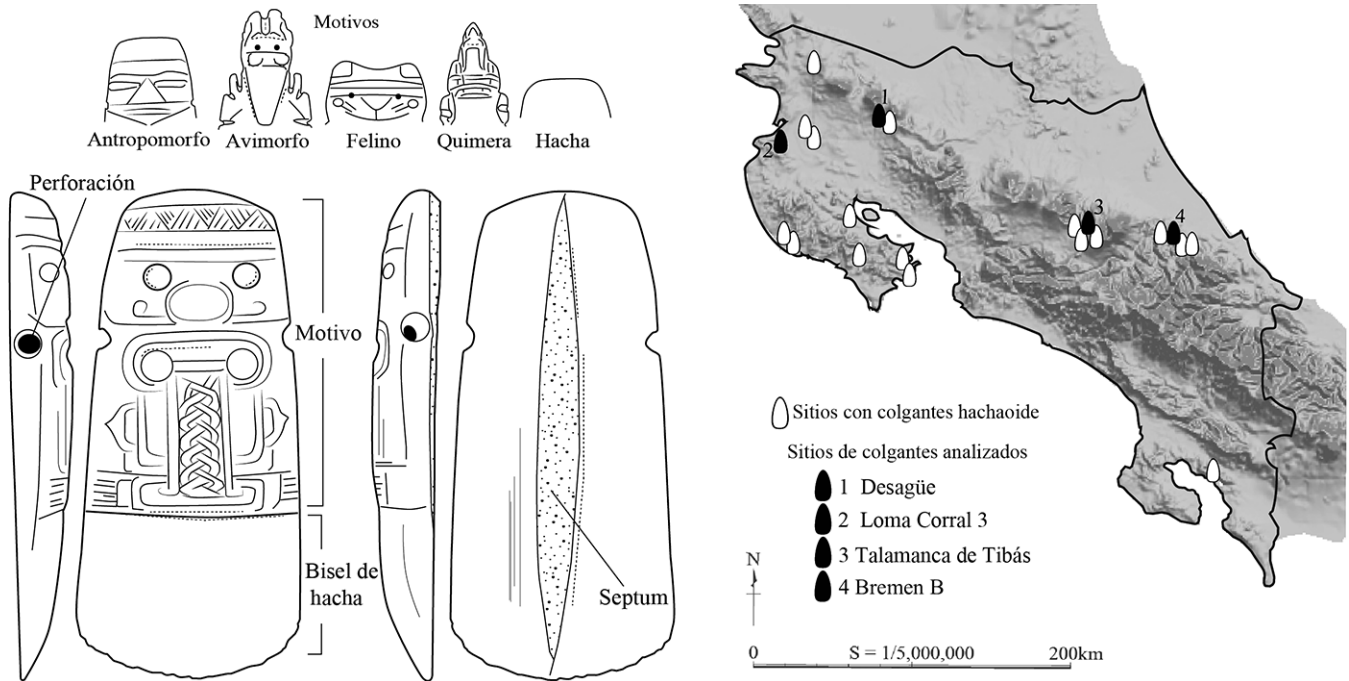


Figura 1: Colgantes hachoides y su distribución en Costa Rica.

considera que la mayoría de los artefactos de jadeíta encontrados aquí proviene de la materia prima del río Motagua, en Guatemala (Bishop, Sayre y Mishara, 1985; Lange y Bishop, 1988; Lange, Bishop y Zelst, 1981).

En cambio, “jade social” es la definición genérica de piedras raras, como nefritas, serpentina, cuarzo, calcedonia, ópalo, onfacita, y otras que se pueden encontrar en playas y ríos de Costa Rica (Alvarado y García-Casco, 2019; Reynoard, 1993; Salgado y Guerrero 2005; Soto, 1993). Los artesanos utilizaron no solamente jadeíta, sino también otros minerales y rocas de varios colores, como verde, azul, negro, gris, y amarillo, que se encuentran localmente. Estos materiales presentan varios colores, brillos y características físico-químicas que implican el uso de distintas técnicas al momento de tallar.

Aunque existe evidencia de las interacciones culturales a través de la lapidaria entre el territorio que actualmente se conoce como Costa Rica y las culturas mesoamericanas, como la maya y la olmeca (Andrews, 1986; Easby, 1963; Mora-Marín, 2016; Stone, 1957), los motivos únicos de estos colgantes indican que fueron desarrollados de forma independiente a otras regiones culturales (Guerrero, 1998; Hoopes, 2005; Salgado y Guerrero, 2005; Snarskis, 2003). Tanto su tecnología lapidaria como su procedimiento de manufactura representan la singularidad de los colgantes hachoides. Asimismo, cada procedimiento de talla requiere diferentes niveles de habilidad y esfuerzos técnicos; esto resulta en distintas figuras como producto final (Kuboyama, 2021, 2022b).

Tomando en cuenta todas las características de los colgantes, antes mencionadas, este estudio tiene como objetivo presentar las huellas de manufactura diagnósticas de estos colgantes, y probar algunas técnicas especuladas, a través de los experimentos de producción. De esta manera, la autora alude a las variaciones tecnológicas y el costo de elaboración, factores importantes para reconstruir el proceso de producción particular de los colgantes hachoides.

Enfoque a los aspectos tecnológicos de la lapidaria

Las tecnologías, de manera general, son inventadas, desarrolladas, difundidas y aplicadas en la vida diaria de la gente. El término “tecnología” puede incluir distintas actividades o fenómenos, no solamente tangibles, sino también intangibles. Los elementos tangibles pueden ser: el estilo y los diseños de un producto final, la selección de materia prima y las huellas de producción. Mientras que los elementos intangibles vendrían a ser: el conocimiento y la habilidad de los artesanos, interacciones humanas, organización productiva, aspectos simbólicos y la transmisión de tecnología (Miller, 2009). Consecuentemente, la distribución temporal-espacial de tecnologías particulares podría ser un factor importante para identificar la movilidad y la comunicación de los artesanos provenientes de generaciones y grupos sociales distintos. Para reconstruir estos elementos intangibles, en primer lugar, la autora intentará reconstruir los elementos tangibles, enfocándose en las huellas de producción.

La mayoría de los colgantes hachoides en Costa Rica provienen de colecciones de museo, y muy pocos de ellos fueron encontrados en excavaciones sistemáticas. Debido al escaso número de contextos arqueológicos, los estudios previos solían enfocarse en los aspectos estilísticos y simbólicos de los colgantes (*cf.* Aguilar, 2003; Fonseca y Scaglione, 1978; Lange, 1993; Mora-Marín, 2021; Raynoard, 1996). Sin embargo, los colgantes hachoides en sí mismos presentan una gran variedad de huellas de producción; como estrías, pulimentos, cortes, y perforaciones (Kuboyama, 2022b). Recientemente, McEwan, Colin y Hoopes (2021) han presentado estudios sobre la historia de origen, morfología, y tecnología de lapidarias de jade en la Costa Rica precolombina; este trabajo ha mostrado que el análisis material de los artefactos de jade tiene el potencial para entender la actividad productiva de las sociedades. Aunque una sociedad antigua ya no exista más, las huellas tecnológicas evidencian tanto las actividades productivas como el comportamiento humano, para utilizar recursos naturales distintos (Schiffer, 1976).

El trabajo de Chenault (1986) presenta una investigación pionera concentrada en los aspectos técnicos de la lapidaria de jade en Costa Rica. Por un lado, centrado en los procesos de elaboración, Chenault insinúa que los colgantes hachoides comúnmente fueron elaborados a partir de una base con forma de hacha, en ocasiones partida a la mitad; así como existen casos en los que se utilizó un hacha completa, y se grabó el motivo en el bulto (Chenault, 1986). Por otro lado, McEwan y Hoopes (2021) mencionan la variedad de técnicas para tallar un colgante hachoides con una explicación más precisa, basado en el análisis material de artefactos completos e incompletos, así como de herramientas. Consecuentemente, la autora considera que los procedimientos técnicos para tallar un colgante hachoides deberían de ser mucho más variables (Kuboyama, 2022a; 2022b). A pesar de que Chenault (1986) discute el proceso, su propuesta es escasa de

evidencia empírica. Algunos estudios previos han presentado la tecnología lapidaria de la Costa Rica precolombina (Chenault, 1986; Hartman, 1907; Hoopes, Ménager et al., 2021, Mora-Marín y Kovacevich 2021; Mora-Marín, 2021), y han indicado que el análisis de las microhuellas de manufactura, ayudaría a entender sus características particulares (Hauff, 1993; Lauffenburg et al., 2015).

El avance en la disciplina del análisis tecnológico, en específico del estudio de las huellas, se dio de la mano de Sergei Semenov (1981[1957]), quien presentó métodos experimentales y realizó una serie de observaciones sistemáticas, con el objetivo de entender las funciones de antiguas herramientas. Más tarde, el campo tuvo un desarrollo importante gracias a George Odell (1977) y Lawrence Keeley (1980), y sus “pruebas ciegas” que legitimaron sus métodos de traceología experimental (Keeley, 1980; Odell y Odell-Vereecken, 1980). Desde entonces, se considera que las trazas de desgaste, estrías y lustres de una superficie observada con microscopios de grandes aumentos, permiten diagnosticar tanto el uso y las herramientas de manufactura, debido a que cada material de contacto produce patrones distintos. En consecuencia, el análisis traceológico es una forma confiable para la verificación de hipótesis relativas a las actividades tecnológicas de los artefactos antiguos; como, por ejemplo, el procedimiento de manufactura y las herramientas utilizadas. En estudios previos sobre lítica y lapidaria de Mesoamérica, se han realizado estudios empíricos, basados en arqueología experimental y análisis microscópico de las huellas de uso y manufactura (c.f. Aoyama, 2006; Aoyama et al., 2017; Melgar y Solís 2017; Ortega et al., 2019; Melgar et al., 2020). En cuanto a los artefactos de Costa Rica, han existido muy pocos estudios, aplicando tanto los métodos de la traceología como los de la arqueología experimental: Hauff (1993) presenta fotografías de SEM (microscopía electrónica barrido) de superficie pulido e incisión de algunos artefactos de jade de la Frederick R. Mayer Collection; Lauffenburg et al. (2015) comparan la efectividad de SEM y micro-RTI (Imagen por Transformación de Reflectancia) para analizar huellas de manufactura de jades del Walters Art Museum; asimismo. Recientemente, Ménager et al. (2021) ha realizado estudios traceológicos sobre espejos de mosaico de pirita en el sitio Sojo, y comparan las huellas de pruebas experimentales y artefactos arqueológicos. Así, entonces, se considera que es necesario probar y confirmar las propuestas de tecnología lapidaria de jade planteadas para los colgantes hachoides de Costa Rica, a través de la arqueología experimental y el análisis de huellas de manufactura, con microscopios de grandes aumentos y el microscopio digital de Keyence VHX-5000.

Tecnología experimental de los colgantes hachoides

Para cumplir con el objetivo de este estudio, la autora analizó colgantes hachoides procedentes de la colección del Museo del Jade y del Museo Nacional de Costa Rica (Kuboyama, 2022b). Como se mencionó anteriormente, por medio de la arqueología experimental se han reconstruido las técnicas y procedimientos de tallado de estos colgantes (Figura 2), específicamente las técnicas hacha-mitad (Figura 3) y hacha-entera (Figura 4), las cuales son las más comunes y abundantes en las colecciones consultadas. En los experimentos, se utilizaron piedras de tiza, con el fin de examinar secuencias tecnológicas completas. Luego, se probó cada tecnología diagnóstica con jadeíta, nefrita, cuarzo y serpentina, rocas típicas entre los colgantes

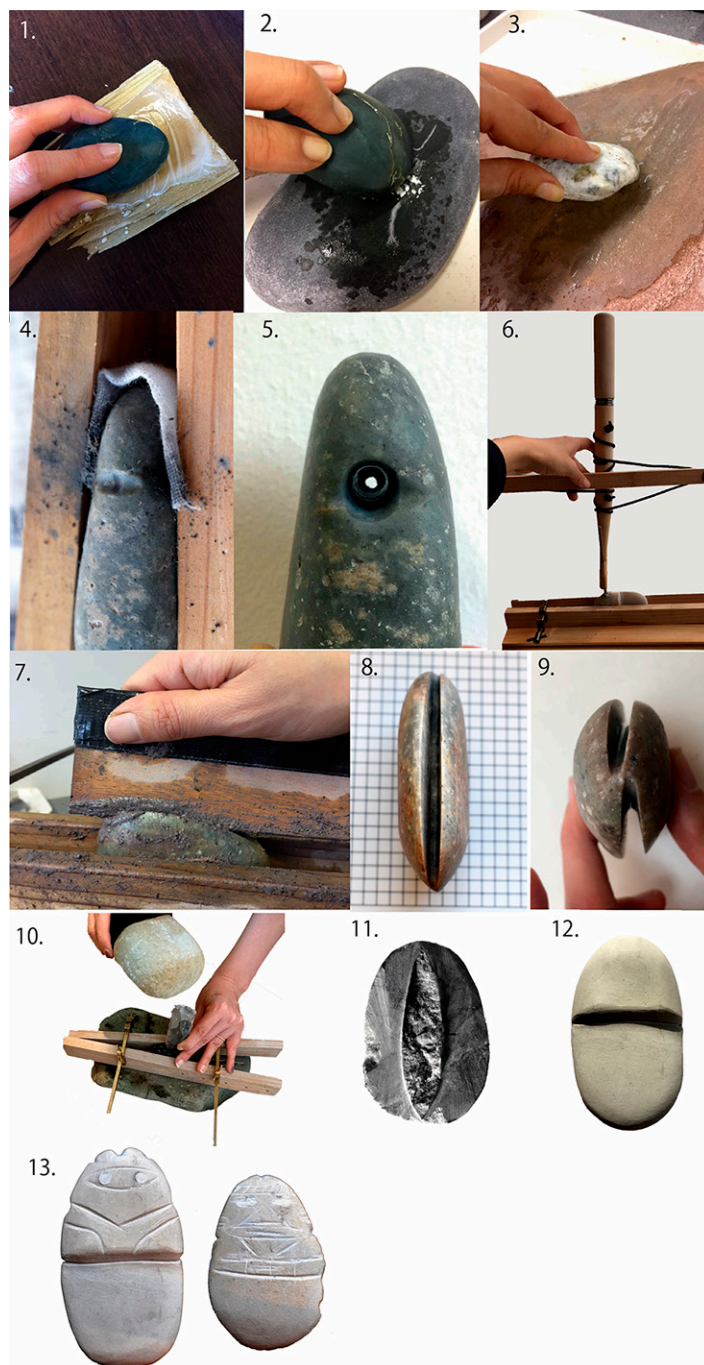


Figura 2: Tecnología experimental con distintas rocas (fotografías de la autora): 1. Pulimento con madera; 2. Pulimento con lutita; 3. Afilado con arenisca; 4. Incisión antes de perforar; 5. Agujero perforado; 6. Uso del taladro de arco; 7. Aserrado con navaja de madera; 8-9. Surco aserrado; 10-11. Separación de septum; 12. Pieza formada con el proceso de hacha entera; 13. Producto final.

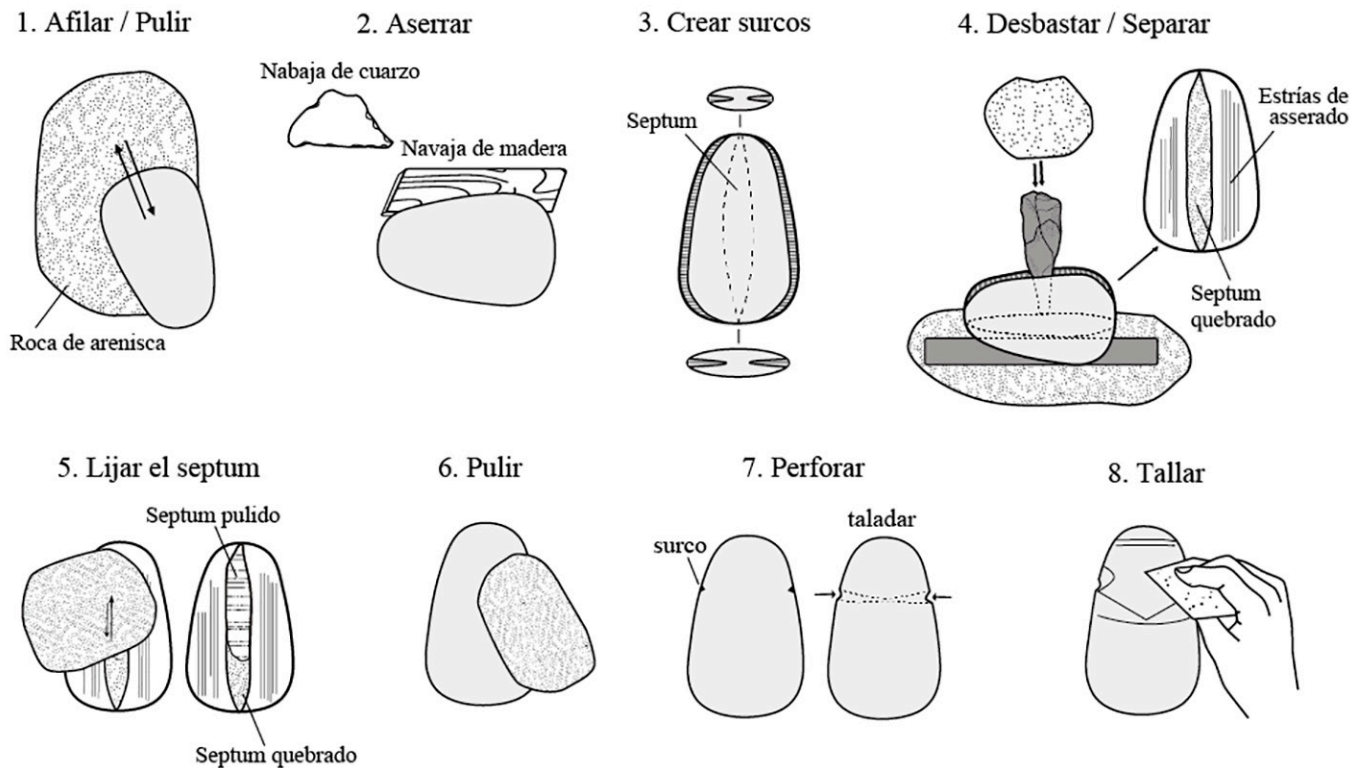


Figura 3: Procedimiento de la técnica hacha-mitad reconstruido. Imagen editada de Kuboyama (2022b, fig.7.1).

hachoides. Las pruebas pretendieron determinar y probar, herramientas y procedimientos efectivos para la producción de los colgantes. Finalmente, las huellas de talla resultantes y sus características, como lo son la distribución y morfología de estrías, lustres, desgastes y micro-hoyos, fueron comparados con los artefactos precolombinos, con el objetivo de confirmar las técnicas reconstruidas.

La figura 3 muestra el proceso experimental de la técnica hacha-mitad: la piedra fue afilada con una roca de arenisca con arena de granate para crear la forma base (Figura 3-1). Los lados laterales de la base hachoides fueron aserrados con navajas de cuarzo y madera², junto con abrasivo de arena de granate húmeda (Figura 3-2); las ranuras fueron aserradas, dejando un septum al medio (Figura 3-3). Para separar las partes frontal y posterior del hacha, se aplicó la técnica bipolar y percusión indirecta; en esta se coloca un lado de las ranuras en una placa que da impulso al septum directamente, se colocó un clavo de pedernal en la ranura del otro lado, y se golpeó el clavo con un martillo de piedra (Figura 3-4). El septum quebrado a veces fue lijado total o parcialmente –algunos artefactos presentan parte pulida tanto como parte rugosa– (Figura 3-5); se pule su superficie con polvo de corindón húmedo (Figura 3-6); se perfora con taladro de arco con broca

²Se utilizó contrachapado de abedul como cuchillo.

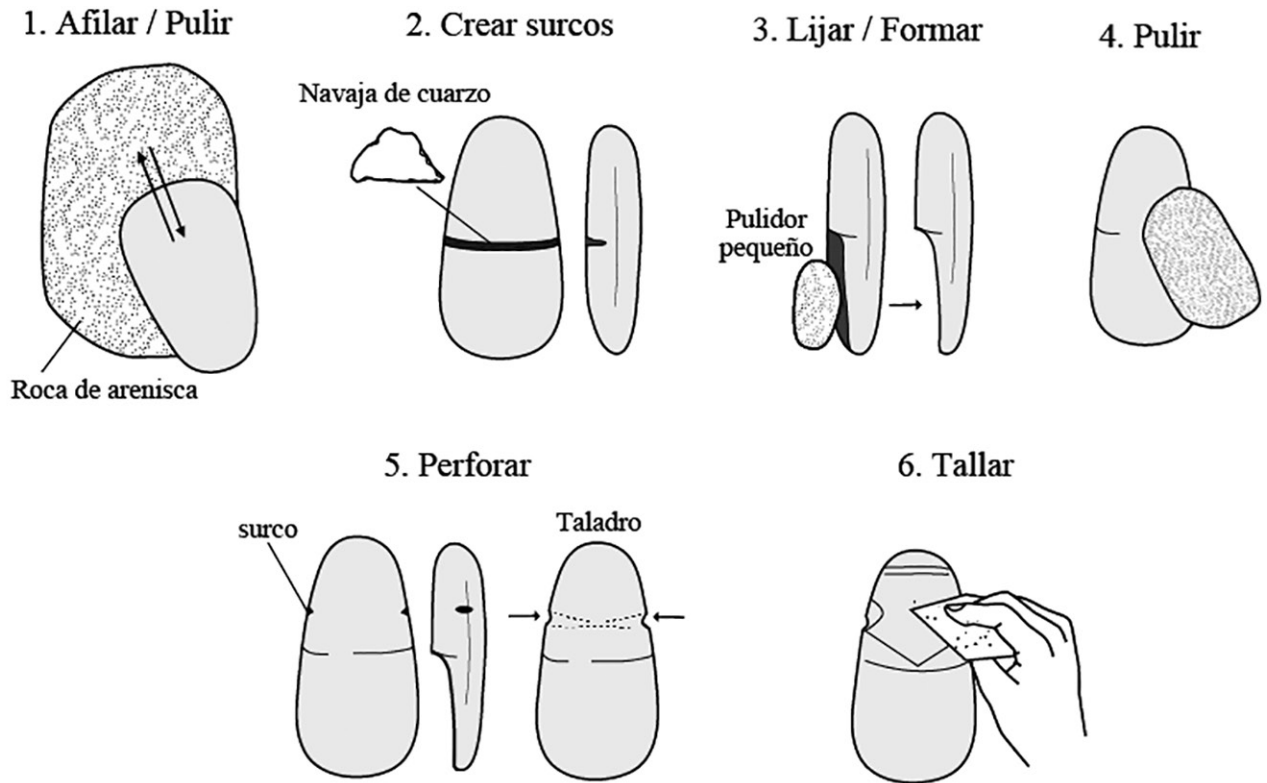


Figura 4: Procedimiento de la técnica hacha-entera reconstruido. Imagen editada de Kuboyama (2022b, fig.7.3).

de bambú³ –para ayudar la circulación de la broca, se tallan surcos con un cincel de pedernal en donde se perfora– (Figura 3-7); y, para finalizar, se graba el motivo con un cincel de pedernal (Figura 3-8).

El procedimiento conjunto de la técnica hacha-mitad requiere de mucho tiempo. Es evidente que la dureza de la materia prima debe ser proporcional al tiempo y esfuerzo de manufactura.

Especialmente, la técnica de aserrar y partir el hacha es muy complicada de elaborar, se dedica mucho tiempo a cortar con el abrasivo. Durante el proceso de aserrar las ranuras, los bordes del hacha se pulen y se desgastan fácilmente, así que se requiere de un trabajo delicado. En el momento de desbastar el septum, los artesanos tendrían que considerar las características de quiebra de cada roca. En definitiva, se requiere de una técnica avanzada y conocimiento para separar el hacha sin quebrarla. Por lo tanto, es posible que algunas piezas fueron separadas con éxito, mientras que con otras se fallara al querer partirlas sin quebrar. Para este último caso, los artesanos pudieron desechar el lado quebrado, mientras que desbastaban y lijaban el septum. Por consecuencia, conservaban tanto septum quebrado como pulido. Todo lo anterior demuestra que la técnica hacha-mitad involucra riesgo de fractura, después del largo proceso de formar la base hachoi-de; sin embargo, esta técnica es la más común entre las piezas.

³ Se utilizó bambú recolectado por la autora en Costa Rica. Hartman (1907) también indica la posibilidad del uso de *Arundinaria macrosperma*, especie nativa de América.

La figura 4 muestra el procedimiento experimental de la técnica hacha-entera. Al igual que en la técnica hacha-mitad, se afiló la piedra con una roca de arenisca añadiendo abrasivos –arena de granate húmeda– para formar la base hachoida (Figura 4-1). Después, se talló una línea incisa con una navaja de cuarzo, la cual ayuda a formar la superficie tridimensional (Figura 4-2); la parte inferior fue desgastada, lijando con un pulidor pequeño (Figura 4-3). Cuando la forma básica fue creada, se pule su superficie (Figura 4-4); se perfora con taladro de arco con broca de bambú –para ayudar la circulación de la broca–, se tallan surcos en donde se perfora (Figura 4-5); y, por último, se talla la decoración con un cincel de pedernal (Figura 4-6).

El procedimiento conjunto de la técnica hacha-entera tiene menos riesgos de quiebra que la técnica hacha-mitad, por no tener que hacer el proceso de aserrar y partir el hacha. Sin embargo, el nivel técnico y tiempo necesarios serían variables, dependiendo de la complejidad de la decoración tridimensional. El tiempo necesario para tallar estaría en función de la forma original de la piedra, tanto como la habilidad y experiencia de los artesanos.

Además, las herramientas y equipos aplicados para la elaboración también afectarían el tiempo de trabajo. Por ejemplo, para afilar la base, una roca de mayor tamaño, es mejor para lograr un movimiento dinámico y eficiente, así como las arenas –utilizadas como abrasivo– ayudan a afilar más rápido. Las pruebas de este estudio demuestran que la utilización de arenas y polvos, como abrasivos húmedos, son indispensables para facilitar las tecnologías lapidarias. De la misma forma, el uso de prensas para sostener la roca ayuda a obtener un trabajo estable de perforación y corte (Figura 2-6, 2-10); la autora prensó y fijó la piedra entre dos placas de madera. De esta manera, los artesanos tienen las dos manos libres para trabajar efectivamente y lograr tallar sin ayuda de alguna otra persona.

Huellas de manufactura de réplicas y artefactos

En esta sección, se comparan las huellas de manufactura de la tecnología experimental (Cuadro 1) y de los artefactos registrados en el Museo del Jade y Museo Nacional de Costa Rica (Cuadro 2). Entre más de 400 colgantes, se eligieron 6, los cuales muestran marcas diagnósticas de cada tecnología (Figura 1, Cuadro 2); particularmente pulimento, perforación y corte. Seguidamente, se analizó la condición de superficie (rugosidad y uniformidad), la distribución y la forma de desgastes, lustres, estrías y microhoyos. Todo lo anterior permite caracterizar las huellas diagnósticas, las cuales varían según el material de contacto y la actividad de los artesanos. Antes de analizar las huellas, tanto los artefactos como las réplicas fueron limpiados con agua y jabón natural líquido (sin color, ni olor), y algodón y etanol para eliminar la grasa que pudiera existir por el contacto con las manos. Se aplicó la high-power-approach (Keeley, 1980); es decir, el uso del microscopio digital de alto aumento. Se utilizó un microscopio digital Keyence VHX-5000 (Figura 5), con magnificación de 100x, 200x, 300x y 1000x, para analizar huellas identificadas. Este microscopio digital controla automáticamente la nitidez, el contraste y las áreas saturadas, de este modo se obtienen de inmediato imágenes de alta calidad que permiten observaciones, a menudo, imposibles con otros equipos.

Las figuras 6, 7, 8 y 9 presentan fotografías de las huellas microscópicas; los dibujos señalan los puntos que fueron fotografiados. En la figura 6-1 se observa una nefrita afilada, por 30 horas, sobre un pulidor de

Cuadro 1: Lista de experimentos.

Materia Prima	Operación experimental				Fotografía microscópica
	Acción	Herramienta	Abrasivo	Duración (h:min:s)	
Jadeíta	Afilar	Arenisca	Arena de granate	14:00:00	-
	Pulir	Piel de venado	Polvo de corindón	2:00:00	-
	Pulir	Lutita	Polvo de corindón	15:00:00	Fig. 6-4
	Pulir	Lutita	-	5:00:00	N/A
	Pulir	Madera	Polvo de corindón	5:00:00	Fig. 6-5
	Aserrar	Sierra de cuarzo	-	5:00:00	-
Serpentina	Afilar	Arenisca	Arena de granate	3:53:12	-
	Afilar parte inferior	Lutita	Arena de granate	00:41:40	-
	Pulir	Lutita	Polvo de corindón	2:00:00	N/A
	Partir con golpe	Cuña de pedernal	-	00:01:00	-
Nefrita	Afilar	Lutita	Arena de granate	33:52:22	Fig. 6-1
	Pulir	Piel de venado	Polvo de corindón	5:00:00	N/A
	Pulir	Lutita	Polvo de corindón	2:30:00	Fig. 6-2
	Pulir	Madera	Polvo de corindón	7:30:00	Fig. 6-3
Cuarzo	Afilar	Arenisca	Arena de granate	11:59:47	-
	Aserrar	Sierra de cuarzo	Arena de granate	12:00:00	-
	Aserrar	Sierra de madera	Arena de granate	42:05:00	Fig. 9-1, 9-2
	Aserrar	Sierra de madera	Arena de granate	33:00:00	-
	Aserrar	Pedernal	Arena de granate	23:00:00	-
	Incisión	Pedernal	Arena de granate	2:00:00	-
	Perforar	Broca de madera	Arena de granate	2:00:00	-
	Perforar	Broca de pedernal	Arena de granate	1:00:00	-
	Perforar	Broca de bambú	Arena de granate	10:00:00	Fig. 8-1
	Perforar	Broca de bambú	Arena de granate	20:00:00	Fig. 8-2
	Perforar	Broca de bambú	Arena de granate	22:00:00	-
	Partir con golpe	Cuña de concha	-	00:01:00	-
Arenisca	Partir con golpe	Cuña de pedernal	-	00:01:00	-

N/A: sin resultado; fue analizado, pero no se observa ninguna huella diagnóstica.

Cuadro 2: Lista de artefactos analizados.

Sitio	Número de registro	Contexto	Motivo	Materia prima	Punto fotografiado	Fotografía microscópica
Desagüe	146	Tumba	Avimorfo	Cuarzo	Superficie pulida	Fig. 6-6
Loma Corral-3	82	Tumba	Avimorfo	Jade	Superficie pulida	Fig. 6-7
	82	Tumba	Avimorfo	Jade	Perforación	Fig. 8-4
N.A.	INS 4501	-	Avimorfo	Jade	Superficie pulida	Fig. 7-2
Talamanca de Tibás	34	Tumba	Avimorfo	Jadeíta	Perforación	Fig. 8-3
	34	Tumba	Avimorfo	Jadeíta	Superficie pulida	Fig. 7-1
Bremen B	122	Tumba	Hacha Simple	Cuarzo	Superficie pulida	Fig. 7-3
	122	Tumba	Hacha Simple	Cuarzo	Perforación	Fig. 8-5
N.A.	INS 6901	-	Incompleto	Jade	Surco aserrado	Fig. 9-3, 9-4



Figura 5: Análisis de uno de los moldes de silicona con el microscopio digital Keyence VHX-5000.

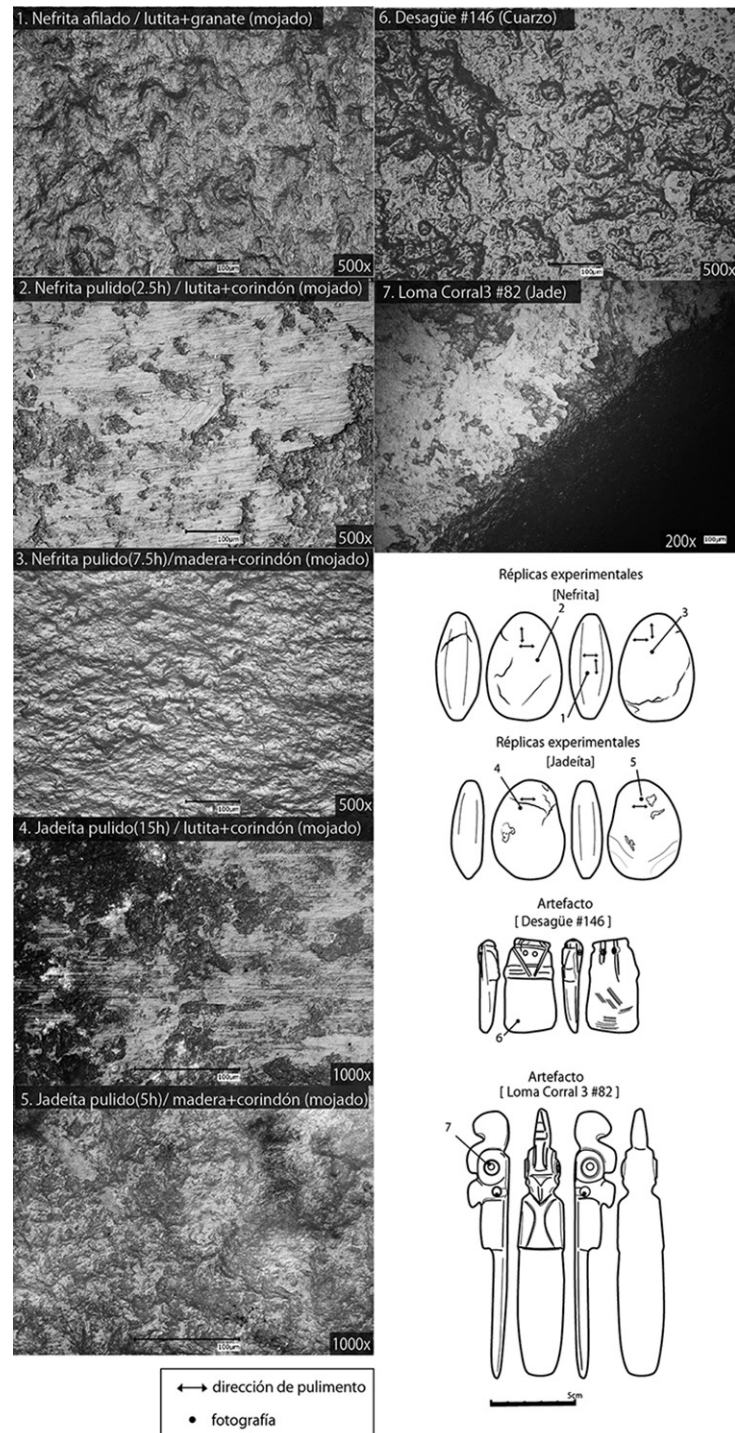


Figura 6: Huellas microscópicas de superficie afilado y pulido: 1-5. Tecnologías experimentales; 6-7. Artefactos (réplica de silicona). Fotografías de la autora; dibujos editados de Kuboyama (2022b, fig.7).

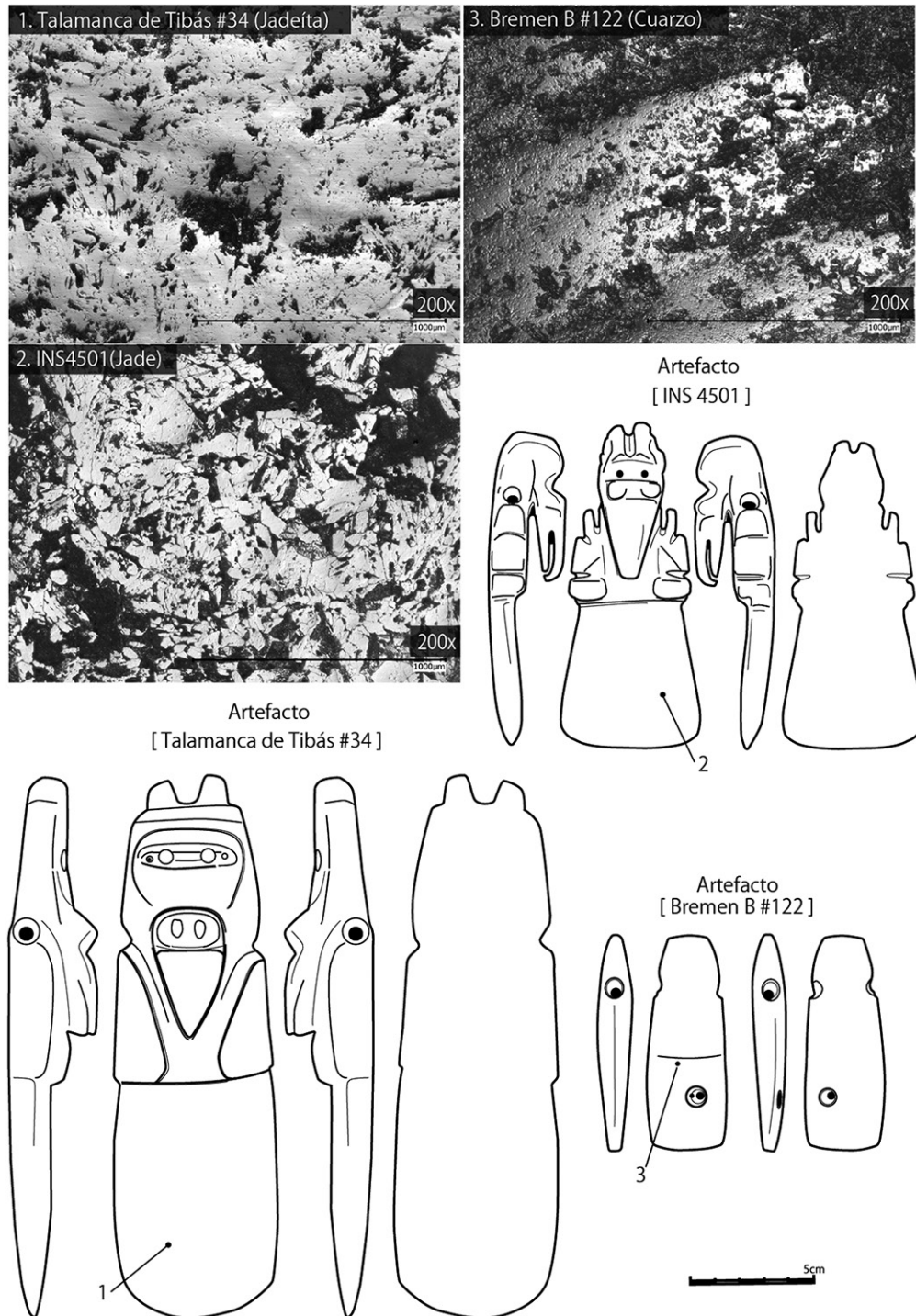


Figura 7: Huellas microscópicas de superficie pulido de artefactos (réplica de silicón). Fotografías de la autora; dibujos editados de Kuboyama (2022b, fig. 7).

lutita con abrasivos de granate –húmedo–; presenta una superficie rugosa con hoyos y bordes angulares. La figura 6-2 muestra la misma nefrita pulida, por 2.5 horas, con lutita y polvo de corindón –húmedo–; se destaca por su pulido brillante, la superficie plana que se distribuye de manera uniforme, y estrías finas sobre la superficie plana. En la figura 6-3 es posible ver la nefrita pulida, por 7.5 horas, con madera⁴ y polvo de corindón; se observa bordes redondeados y pulido suave en estos, sin embargo, la superficie es irregular.

La figura 6-4 muestra jadeíta afilada, por 8 horas, en arenisca con abrasivo de granate, y pulida con lutita y polvo de corindón –húmedo– por 15 horas. Su superficie muestra parches de pulido brillante y bordes ángulos. Se observan estrías agudas en la superficie pulida, siguiendo la dirección de pulimento. En la figura 6-5 se observa la misma jadeíta pulida, por 5 horas, con madera y polvo de corindón –húmedo–, se caracteriza por bordes redondeados y aspecto liso en sus partes protuberantes; el patrón sugiere que el nivel de pulimento varía dependiendo de cada artefacto. La figura 6-6 es un artefacto del sitio Desagüe y presenta la superficie pulida. Las partes elevadas están aplanadas suavemente; sin embargo, se observan hoyos de tamaños irregulares en la superficie, donde las partes profundas no están pulidos, por lo que la superficie en general se observa irregular. Por último, la figura 6-7 es un artefacto del sitio Loma Corral-3, la superficie se ve pulida planamente, como ya se ha indicado en la tecnología experimental mostrada en las figuras 6-2 y 6-4.

En los experimentos de pulimento de este estudio se presenta solo desgastes de arenisca y lutita, porque se ha encontrado un pulidor de ortocuarcita, un tipo de arenisca con alto contenido de cuarzo, en el sitio Finca Linares (Guerrero, 1998). La autora también utilizó andesita como pulidor, pero resulta que arenisca se desgasta más rápido por sus clastos de arena de sílice. Lutita contiene granos muy finos y es eficiente para dar un pulido brillante. Sin embargo, es necesario probar y comparar más rocas como basalto, caliza, entre otras, de común presencia en Costa Rica. En cuanto a los abrasivos, la autora utilizó arena de granate y polvo de corindón para pulir con lubricante de dureza parecida o más dura comparado con jade (*cf.* Hoopes, Mora-Marín y Kovacevich, 2021). No obstante, es importante valorar otros abrasivos como ceniza y arena de playa que son más fáciles de encontrar en Costa Rica, tanto como polvo y desechos de jade que salen durante la manufacturación de lapidaria.

En la figura 7-1 se observa un artefacto del sitio Talamanca de Tibás, este presenta pulimento brillante extendido ampliamente, y una sección transversal suavemente curvada. La figura 7-2, artefacto INS4501, muestra parches de lustre muy desarrollado y extendido ampliamente. Mientras que en la figura 7-3, un artefacto del sitio Bremen B presenta parches de pulimento parcial.

La figura 8 muestra huellas microscópicas de perforación. En la figura 8-1, se observa el resultado.

de la prueba experimental de taladrado con una bronca de bambú por 10 horas. Se observan estrías circulares, con superficie rugosa y parches pulidos pequeños a lo largo de las estrías; la superficie rugosa posiblemente fue producida por la arena utilizada como abrasivo áspero. La figura 8-2 muestra el interior del agujero luego de perforar por 20 horas; se observan parches pulidos sobre la superficie rugosa, y curvos en los bordes de las partes pulidas. El agujero presenta estrías constantes.

⁴ Se utilizó madera de Pochote (*Pachira quinata*), recolectada por la autora en Guanacaste, Costa Rica.

En la figura 8-3, un artefacto del sitio Talamanca de Tibás, se presentan microhuellas en un agujero taladrado del artefacto. Se observan marcas circulares delgadas sobre la superficie rugosa, aunque no tan desarrolladas como en la figura 8-1. La figura 8-4 muestra el borde del agujero perforado en el artefacto del sitio Loma Corral-3; presenta desgaste redondeado, posiblemente por la fricción continua del hilo del colgante, la superficie de desgaste se observa curva. Este tipo de lustre y superficie curva son diagnósticos del pulido Tipo B, lo que sugiere el contacto con madera (Aoyama et al., 2017) o material blando; por ejemplo, el hilo de colgante mencionado anteriormente. La figura 8-5, el interior de la perforación del artefacto de Bremen B, presenta un patrón de líneas sobre la superficie rugosa, de la misma forma que en la figura 8-2. Se observan estrías continuas a lo largo del agujero, creadas por el movimiento circular y abrasivo de la arena.

En las figuras 9-1 y 9-2 se muestra el surco aserrado en una de las réplicas; se observan marcas lineares y hoyos irregulares. La superficie se ve rugosa, posiblemente por la fricción de los abrasivos, los parches de lustres se distribuyen de manera dispersa. Mientras que en las figuras 9-3 y 9-4 se muestra el surco aserrado del artefacto INS6901, es posible observar marcas lineares, lustres parciales y hoyos irregulares, similares a los de las figuras 9-1 y 9-2.

Acercas del material de brocas, se considera que las tubulares de jade fueron utilizadas para perforar otros artefactos lapidarios, como cabeza de maza (Hoopes et al., 2021); sin embargo, en el caso de colgantes hachaoideos, tomando en cuenta el diámetro pequeño del hoyo, la autora considera que unas más finas fueron empleadas. Además de brocas de cuarzo, bambú y madera, también es necesario probar las de huesos, como los de aves (c.f. Hartman, 1907) y otros tipos de plantas nativas a futuro.

Resultados preliminares del análisis traceológico

En la sección anterior se muestra la efectividad del análisis de las huellas microscópicas con el fin de deducir la tecnología lapidaria del pasado. En cuanto a la superficie de pulido, las huellas de la tecnología experimental indican que cada material de contacto presenta distintas características de lustre (Figuras 6-1, 6-2, 6-3, 6-4 y 6-5). El nivel de lustre de los artefactos es variable y se puede presumir que varias tecnologías de pulimento fueron aplicadas para finalizar la elaboración. De hecho, algunos colgantes fueron pulidos finamente más que otros. Por ejemplo, en la figura 7-1 se observa un lustre muy brillante y la zona pulida está expandida ampliamente, pero la superficie es redonda, lo cual es difícil de conseguir con un pulidor plano y duro. En este caso, presumiblemente fueron combinados pulidores de distintos materiales; iniciando con un material duro, como puede ser una piedra para dar un lustre fuerte; finalizando con algún material blando, como madera y cuero, para pulir la superficie redondeada.

La serie de experimentos realizados demuestra que la instalación o ambiente del taller es un factor importante para trabajar efectivamente. Es evidente que el uso de un agente abrasivo es eficaz en todos los niveles de elaboración de las piezas, como afilar, pulir, y, sobre todo, es indispensable para perforar y cortar piedras duras. Del mismo modo, el uso de agua es necesario, no solo para lavar, sino también para producir un agente abrasivo pegajoso. En las pruebas llevadas a cabo, la arena o el polvo de abrasivo fue humedecido con espray de agua, de esta manera el abrasivo se mantiene en la superficie de la piedra y la

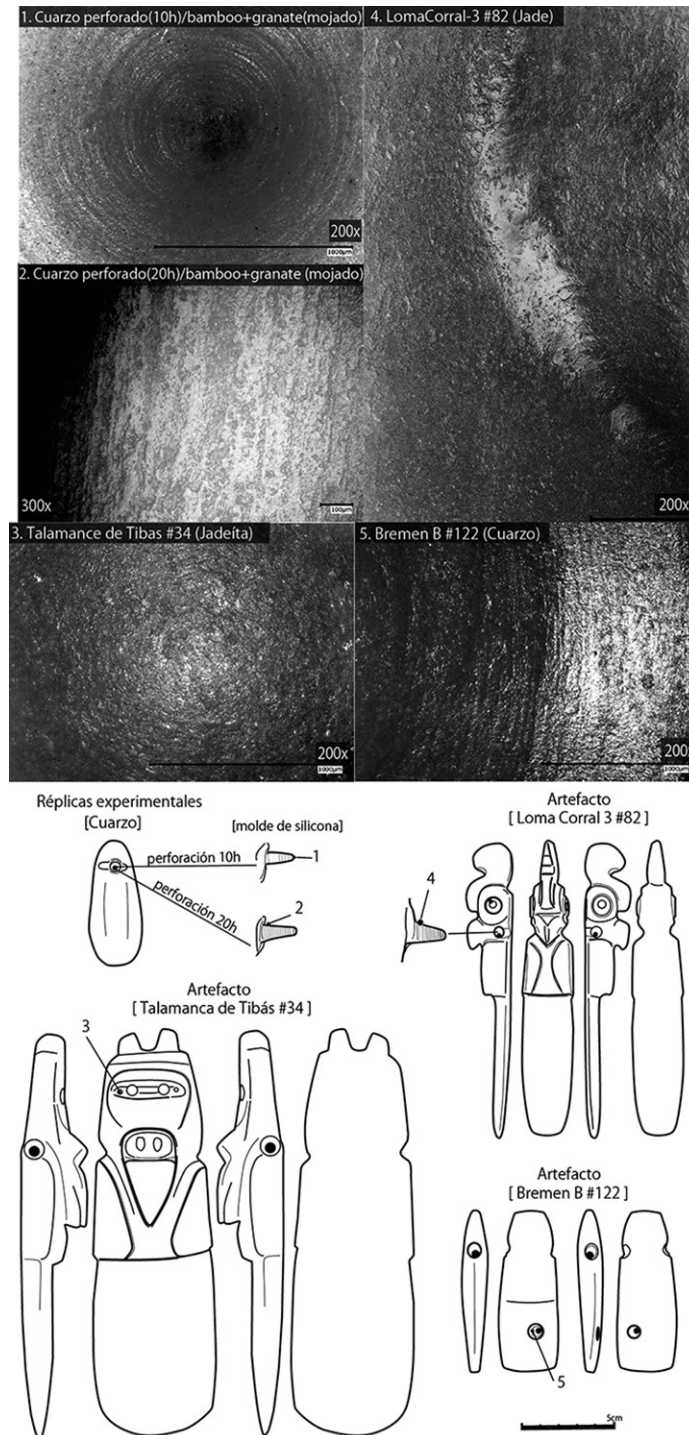


Figura 8: Huellas microscópicas de perforación: 1-2. Tecnologías experimentales; 3-5. Artefactos (réplica de silicona). Fotografías de la autora; dibujos editados de Kuboyama (2022b, fig.7).

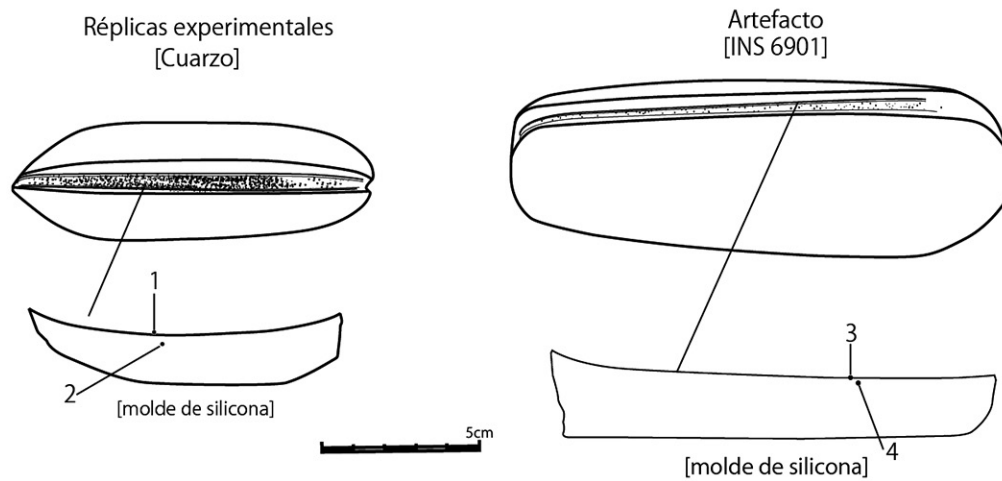
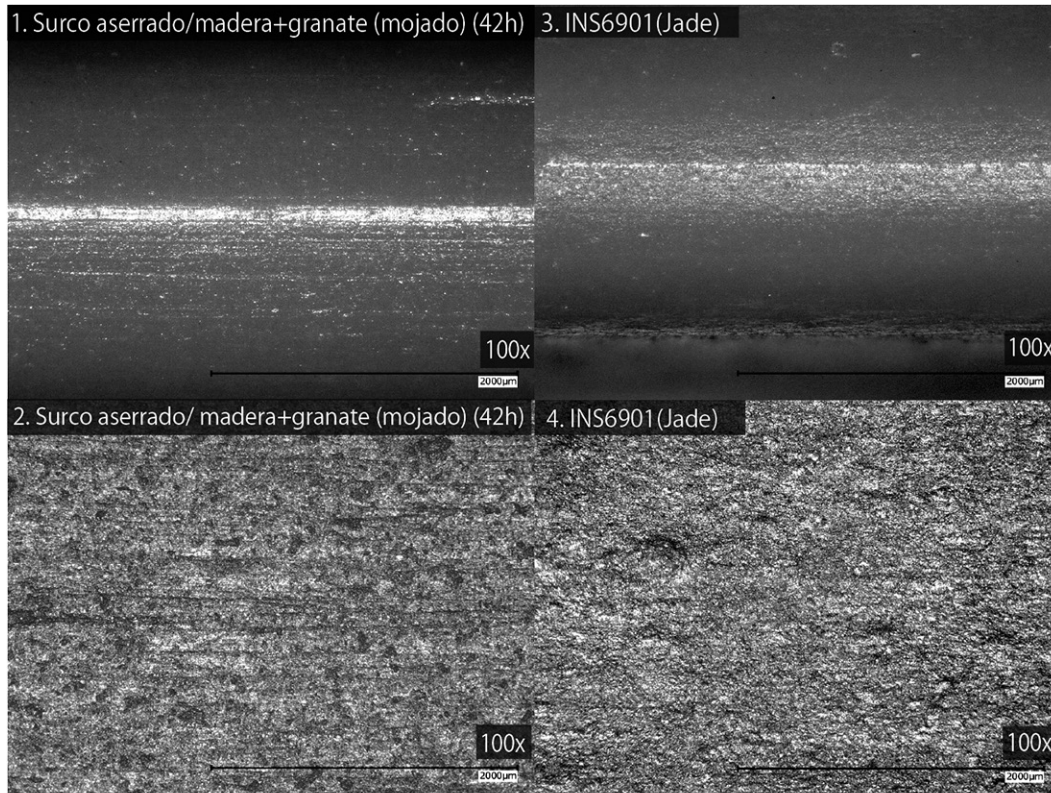


Figura 9: Huellas microscópicas de surco aserrado: 1-2. Tecnología experimental; 3-4. Artefacto (réplica de silicona). Fotografías de la autora.

herramienta. Con respecto al equipo utilizado para la elaboración de las piezas, los experimentos de perforación y corte indican que las piedras trabajadas deben ser sostenidas con una prensa –posiblemente placas de madera amarradas con alguna cuerda – si el artesano trabaja sin ayuda de alguna otra persona, como se hizo con las piezas de las figuras 2-4, 2-6, 2-7, 2-10. Es importante notar que, aunque las herramientas de piedra son eficientes y rápidas para trabajar, en algunos procesos, como perforación y corte (aserrado), las herramientas de madera y bambú también fueron eficientes, con el uso de abrasivo. Algunas de las huellas microscópicas de los artefactos han demostrado huellas diagnósticas generadas por contacto de madera y bambú (Figura 8-4, 8-5, 9-3).

El análisis del surco aserrado y artefacto INS6901 (Figura 8) mostró que un cuchillo de madera o piedra permite crear un corte o surco, con forma de arco. En estudios previos sobre lapidaria Maya, se consideró que se han utilizado cuchillos de cuerda para cortar y aserrar piedras duras, creando un corte con forma de arco (Kovacevich, 2013). La autora trató de aserrar piedra con cuerda de cáñamo y arena como abrasivo; sin embargo, las cuerdas se desgastaron tan rápido con el abrasivo que no permitieron cortar materiales duros como el jade. En experimentos futuros, también vale la pena probar cuerdas de otro material; como, por ejemplo, tendones o tiras de piel. De igual forma, los cuchillos de madera funcionaron de manera correcta, con abrasivo de arena, produciendo el corte transversal redondo, como se observa en los artefactos separados (técnica hacha-mitad).

Conclusiones

Este estudio ha sugerido que la técnica y el procedimiento de producción están estrechamente relacionados con el acabado y producto final que se puede producir desde una roca. Acerca del procedimiento de elaboración de la técnica hacha-mitad, al parecer, involucra más riesgo de quiebra durante la manufactura, comparado con la técnica hacha-entera. Partir un hacha a la mitad en su proceso requiere una técnica compleja y tiempo de dedicación; por lo tanto, los artesanos desarrollaron varios procesos para complementar esta técnica riesgosa. Entre los artefactos arqueológicos hay piezas en las cuales se utilizó la técnica hacha-mitad, estas presentan un septum quebrado, septum parcialmente pulido, y septum completamente pulido. De hecho, la mayoría de los colgantes hachoides no se encuentran en una pareja (la otra mitad de hacha mitad).

Como ya hemos indicado, en el caso de colgantes hachoides, dependiendo del método de elaboración, artesanos pueden producir 1, 2, o más colgantes en un procedimiento. En el momento de la producción, los antiguos artesanos elegían métodos y técnicas de tallar entre diversas opciones, elecciones que posiblemente reflejan la variedad de grupos de artesanos existentes; de esta forma, técnicas particulares fueron incluidas o excluidas dependiendo del grupo. Además, es probable que la metodología efectiva para tallar varió, dependiendo de la materia prima usada.

La autora considera que tanto la selección de materia prima como la empleabilidad de varios minerales indican la habilidad de los artesanos para reproducir objetos de prestigio, dependiendo de sus circunstancias; como, por ejemplo, la situación económica o recursos minerales disponibles. Cada roca tiene caracte-

rísticas distintas, como composición mineral, dureza y tamaño de granos, las cuales afectan los requisitos tecnológicos y funcionales. Al momento de la selección de materia prima, los artesanos debieron conocer las técnicas de elaboración adecuada a cada mineral (Miller y Taube, 1993). Aunque hay rocas más sencillas de procesar, para la elaboración de colgantes hachoides, en algunos casos los artesanos eligieron rocas inadecuadas, es decir, rocas difíciles de tallar. Este acto de selección excepcional puede ocurrir por las siguientes razones: el grupo social prefiere un material específico, la materia prima tiene significado ritual-cultural o, simplemente, no tenían acceso a ella. Por consecuencia, es necesario considerar la relación entre el tipo de mineral y la técnica de elaboración. Las interpretaciones convencionales de los colgantes hachoides, como ya se ha mencionado anteriormente, califican a estos como objetos de prestigio o símbolo de estatus. Sin embargo, considerando la variedad morfológica y tecnológica, es probable que existiera una variedad en el uso, dueño o actividades en que se involucraban los colgantes hachoides. En el futuro, es necesario investigar tanto la diferencia regional y temporal de cada técnica de producción.

Referencias bibliográficas

- Aguilar, P., y Carlos H. (2003). *El jade y el chamán*. Editorial Tecnológica de Costa Rica.
- Alvarado, G. E., y García-Casco, A. (2019). Jade social precolombino en Costa Rica: una revisión de la diversidad petrográfica, fuentes de materia prima y posibles rutas comerciales. *Cuaderno de Antropología*, 29(1), 1-17. <https://doi.org/10.15517/cat.v1i1.35538>
- Andrews, V., y Wyllys, E. (1986). Olmec Jades from Chacsinkin, Yucatan, and Maya Ceramics from La Venta, Tabasco. En E. Andrews (ed.), *Research and reflections in archaeology and history: essays in honor of Doris Stone* (pp. 11-49). Middle American Research Institute Publication 57, Tulane University Press.
- Aoyama, K. (2006). La guerra y las armas de los mayas clásicos: puntas de lanza y flecha de aguateca y Copán. *Estudios de Cultura Maya*, XXVIII, 27-49.
- Aoyama, K., y Mutsumi I. (2012). Green and blue stone artefacts as a case study of Mesoamerican environmental use: Social meanings of green obsidian artefacts among the Ancient Maya and the Aztec turquoise objects. *America Antigua*, 15, 33-50.
- Aoyama, K., Takeshi, I., Pinzón, F., y Palomo J. (2017). Polished greenstone celt caches from Ceibal: the development of Maya public rituals. *Antiquity*, 91(357), 701-717.
- Bishop, R. L., Mishara, J., y Sayre, E. V. (1985). Characterization of Mesoamerican Jade. En P. A. England, y L. Zelst (eds), *Application of science in examination of works of art* (pp. 151-156). The Research Laboratory, Museum of Fine Arts.
- Chenault, M. L. (1986). Technical analysis of precolumbian Costa Rican jadeite and greenstone artefacts. [Tesis de maestría inédita]. University of Colorado.
- Doyle, J., Hoopes, W. J., y Mora-Marín, D. F. (2021). Shining Stones and Brilliant Regalia: Connections between Classic Mesoamerica and Central America and Colombia. En C. McEwan y J. W. Hoopes (eds), *Pre-Columbian Central America, Colombia, and Ecuador: toward an integrated approach* (pp.89-99). Dumbarton Oaks Research Library and Collection.

- Easby, E. (1963). Un 'Dios - Hacha' de las tierras altas Mayas. *Estudios de Cultura Maya*, 3. <https://doi.org/10.19130/iifl.ecm.1963.3.681>
- Fonseca, O. M., y Scaglione, R. (1978). Stylistic analysis of stone pendants from Las Huacas Burial Ground, Northwestern Costa Rica. *Annals of Carnegie Museum*, 47, 281-298.
- Guerrero, J. (1998). The archaeological context of jade in Costa Rica. En J. Jones (ed.), *Jade in ancient Costa Rica* (pp. 23-38, Chapter 1). The Metropolitan Museum of Art.
- Harlow, G. 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, Chapter 1). University of Utah Press.
- Hartman, C. V. (1907). Archaeological researches on the Pacific Coast of Costa Rica. *Memories of the Carnegie Museum*, 3(1).
- Hauff, P. 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), University of Utah Press.
- Hoopes, J. W. (2005). The emergence of social complexity in the Chibchan World of Southern Central America and Northern Colombia, A.D. 300 - 600. *Journal of Archaeological Research*, 13(1), 1-47
- Hoopes, J. (2017). Magical Substances in the Land between the Seas: Luxury Arts in Northern South America and Central America. En J. Pillsbury, T. Potts y K. N. Richter (eds), *Golden kingdoms: luxury arts in the ancient Americas* (pp. 55-65). J. Paul Getty Museum and Getty Research Institute.
- Hoopes, J. W., McEwan, C., y Cockrell, B. R. (2021). Introduction. En C. McEwan y J. W. Hoopes (eds), *Pre-Columbian art from Central America and Colombia at Dumbarton Oaks* (pp. 1-9, Pre-Columbian Art at Dumbarton Oaks, Number 5). Dumbarton Oaks Research Library and Collection.
- Hoopes, J. W., Mora-Marín D. F., y Kovacevich, B. (2021). Jadeworking. En C. McEwan y J. W. Hoopes (eds), *Pre-Columbian art from Central America and Colombia at Dumbarton Oaks* (pp. 29-46, Pre-Columbian Art at Dumbarton Oaks, Number 5). Dumbarton Oaks Research Library and Collection.
- Keeley, L. (1980). *Experimental determination of stone tool uses*. University of Chicago Press.
- Kovacevich, B. (2013). Craft production and distribution in the Maya Lowlands: a jade case study. En K.G. Hirth and J. Pillsbury (eds), *Merchants, markets, and exchange in the Pre-Columbian World* (pp. 255-282, Chapter 10). Dumbarton Oaks Research Library and Collection.
- Kuboyama, W. (2019). Clasificación estilística de los “dioses-hacha” y sus aspectos funcionales: un análisis de materiales realizados con la colección del Museo del Jade, Costa Rica. *Cuadernos de Antropología*, 29(1), 1-16. <https://doi.org/10.15517/cat.v1i1.36257>
- Kuboyama, W. (2021). Experimental work and tracological analyses of lapidary production -Celtiform pendants-. *América Antigua*, 24, 77-89.
- Kuboyama, W. (2022a). Technological approach to Costa Rican celtiform pendants: material analyses and crafting experiments. *Kodai, The journal of the Archaeological Society of Waseda University*, 149, 91-106.
- Kuboyama, W. (2022b). *Lapidary technology of Celtiform pendants from pre-Columbian Costa Rica: productive organisation, human interaction, and distribution*. [Tesis de doctorado inédita]. University of Southampton.

- Lange, F. W. (1993). Formal classification of prehistoric Costa Rican jade: a first approximation. En F. W. Lange, (ed.), *Precolumbian jade: new geological and cultural interpretations* (pp. 269-288, Chapter 21). University of Utah Press.
- Lange, F. W., Bishop R. L., y Zelst L. (1981). Perspectives on Costa Rican jade: compositional analyses and cultural implications. En E. Benson (ed.), *Between continents / between seas: precolumbian art of Costa Rica* (pp. 167-175). Harry N. Abrams, Inc.
- Lange, F. W., y Bishop R. L. (1988). Abstraction and jade exchange in Precolumbian Southern Mesoamerica and Lower Central America. En F. W. Lange (ed.), *Costa Rican art and archaeology. Essays in honor of Frederick R. Mayer* (pp. 65-88). Johnson Books.
- Lauffenburger, J., Webb, E. K., y Messier, P. (2015). SEM vs Micro-Reflectance Transformation Imaging (RTI) for examining tool marks. Poster presentado en *43rd Annual Meeting, The American Institute for Conservation and the Foundation for Advancement in Conservation*. https://www.culturalheritage.org/events/annual-meeting/past-meetings/43rd-annual-meeting-miami/2015-posters/docs/default-source/publications/annualmeeting/2015-posters/2015am_poster_75
- McEwan, C., y Hoopes, J. (eds). (2021). *Pre-Columbian art from Central America and Colombia at Dumbarton Oaks* (Pre-Columbian Art at Dumbarton Oaks, Number 5). Dumbarton Oaks Research Library and Collection.
- Melgar, E. R., y Solís, R. (2017). Los objetos lapidarios de “estilo mixteco” en el Templo Mayor de Tenochtitlan. Sus características tecnológicas. En M. I. Álvarez Icaza Longoria y P. Escalante (eds), *Estilo y región en el arte mesoamericano* (pp. 263-282). Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Estéticas.
- Melgar, E. R., Solís, R., Hervé V., Monterrosa, D., Puy, M., Alquiza, J. C., y Meléndez, M. (2020). Presencia de lapidaria de estilo maya fuera de la región maya. *Revista Española de Antropología Americana*, 51, 11-32. <https://doi.org/10.5209/reaa.70773>
- Mathieu, M., Melgar Tísoc, E., Cavallini, C., Sibaja Conejo, P., Barboza, N., y Salgado, S. (2021). Combining analytical chemistry and traceology: An innovative approach applied to Mesoamerican mirrors found at the Sojo site (Costa Rica). *Journal of Archaeological Science*, 125. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2020.105302>
- Miller, H. (2009). *Archaeological approaches to technology*. Routledge.
- Miller, M., y Taube, K. (1993). An illustrated dictionary of the gods and symbols of ancient Mexico and the Maya. Thames and Hudson.
- Mora-Marín, D. F. (2016). The “Charlie Chaplin” silhouette figural theme: a pan-middle american ritual performer theme. *Cuadernos de Antropología*, 26(1), 9-45. <https://doi.org/10.15517/cat.v26i1.25274>
- Mora-Marín, D.F. (2021). The anthropomorphic celtiform pendant theme of the jade tradition in Costa Rica. En C. McEwan y J. W. Hoopes (eds). *Pre-Columbian art from Central America and Colombia at Dumbarton Oaks* (pp.47-60, Pre-Columbian Art at Dumbarton Oaks, Number 5). Dumbarton Oaks Research Library and Collection.
- Odell, G. H., y Odell-Vereecken, F. (1980). Verifying the reliability of lithic use-wear assessments by “blind tests”: the low-power approach. *Journal of Field Archaeology*, 7, pp.87-120.

- Ortega, V., Guzmán, V., Melgar, E. R., y Sánchez, S. (2019). Análisis tecnológico de los monolitos de piedra verde hallados en la plaza de la pirámide de la luna, Teotihuacán. *Boletín de Arqueología Experimental*, 13, pp.37-54. <https://doi.org/10.15366/baexuam2018-19.13.003>
- Reynoard, M. (1996). *El papel del jade en el proceso socio-cultural de las sociedades antiguas de Costa Rica*. [Tesis de licenciatura inédita]. Universidad de Costa Rica.
- Reynoard de Ruenes, M. (1993). A possible source of raw material for the Costa Rican lapidary industry. En F. W. Lange (ed.), *Precolumbian jade: new geological and cultural interpretation* (pp. 61-67, Chapter 3). University of Utah Press.
- Salgado, S., y Guerrero, J. V. (2005). La distribución de la jadeíta en Centroamérica y su significado social. *Cuadernos de Antropología*, 15, 53-64.
- Schiffer, M. B. (1976). *Behavioural archeology: principles and practice*. Academic Press.
- Semenov, S. (1981[1957]). Pervobitnaya tejnika. *Materiali y isledovania po arjeologii SSSR*, 54.
- Snarskis, M. J. (2003). From jade to gold in Costa Rica: how, why, and when. En J. Quilter y J. W. Hoopes (eds), *Gold and power in ancient Costa Rica, Panama, and Colombia* (pp. 159-204). Dumbarton Oaks.
- Soto, Z. (1993). Jades in the Jade Museum, Instituto Nacional de Seguros, San Jose, Costa Rica. En F. W. Lange (ed.), *Precolumbian jade: new geological and cultural interpretations* (pp. 68-72, Chapter 4). University of Utah Press.
- Stone, D. Z. (1957). The archaeology of Central and Southern Honduras. *Papers of the Peabody Museum*, 49(3).