

Á. García-Cook, * D. Tenorio, **
M. Jiménez-Reyes, ** F. Monroy-Guzmán **
C. López-Reyes **

Estudio de procedencia de obsidiana arqueológica de Cantona, Puebla

Con el propósito de conocer la procedencia de la obsidiana manufacturada tanto en los “talleres estatales” de Cantona como en otros talleres familiares o locales ubicados en asentamientos del entorno de la Cuenca Oriental, se escogieron 79 muestras para ser analizadas mediante activación neutrónica. De acuerdo con el estudio estadístico de los datos, se dedujo que en dicha ciudad se utilizaba la obsidiana del yacimiento de Oyameles-Zaragoza. Otras muestras de obsidiana, colectadas en el Cerro Pizarro, tienen una composición química diferente de la de Oyameles-Zaragoza. Se presenta una discusión con las implicaciones de estos resultados en el contexto de tan importante ciudad prehispánica.

To establish the source of obsidian manufactured both in “state workshops” in Cantona or in family or local workshops located in settlements in the surrounding Oriental Basin, seventy-nine obsidian samples were chosen to be analyzed by means of neutron activation. According to the statistical study of the data obtained, it was determined that the obsidian utilized in Cantona came from the Oyameles-Zaragoza source. Other obsidian samples, collected from Cerro Pizarro, have a different chemical composition from that of the Oyameles-Zaragoza source. The implications of this discovery with regard to a pre-Hispanic city of the importance of Cantona are discussed.

Desde 1993 se han venido realizando trabajos de investigación en la zona arqueológica de Cantona, gran ciudad prehispánica que cubre 14.5 km². Cantona está situada en una región con la presencia de un gran derrame de lava andesítico-basáltica, del Pleistoceno Superior a la que se ha denominado *Malpaís* por sus características geo-morfológicas y rodeada de depósitos aluviales (Reyes Cortés, 1979). Se ubica en el extremo oriental del Altiplano Central y al norte-centro de la Cuenca de Oriental, casi al inicio de la vertiente del Golfo y justo a la mitad entre la Cuenca de México y la Costa Central del Golfo. La altitud es de 2500-2600 msnm y sus coordenadas geográficas quedan entre 19° 31' 30" y 19° 37' 30" de latitud norte, y entre 97° 28' 15" y 97° 31' 30" de longitud oeste (figura 1). El clima en la región es templado seco; cwb de Koeppen, con una precipitación de escasos 700 mm anuales (García *et al.*, 1975); con temperatura media anual de 16° C y la presencia de 20 a 40 días con heladas (Jáuregui, 1968).

Cantona, con una larga ocupación, tuvo su esplendor a partir de finales del Formativo y durante el llamado periodo Clásico, del 300 a.n.e. al 600 d.n.e.,

* Dirección de Estudios Arqueológicos, INAH.

** Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, Centro Nuclear de México.

Agradecemos al OIE el apoyo económico a través del Proyecto ARCAL RLA/8/043 y a Jesús Muñoz Lujano por el apoyo técnico brindado.

justo en el momento de apogeo de Cholula y poco después del de Teotihuacan. Sobrevivió a la debacle de esas grandes ciudades y fue contemporánea de Xochicalco, Cacaxtla y Tula chico, y en ese periodo de transición —600 al 900-950 d.n.e— llegó a ser la ciudad más grande y más poblada del Altiplano Central (García Cook-Martínez Calleja, 2008; García Cook, 2009).

La ciudad estuvo construida sobre piedra y es un ejemplo extraordinario de cómo los antiguos grupos humanos del territorio mexicano transformaron un terreno de lava volcánica para habitarlo. Sólo al observarla puede entenderse porqué Cantona está considerada como uno de los asentamientos prehispánicos con más alto grado de urbanización de toda Mesoamérica. De esto dan cuenta: el aprovechamiento del terreno, el trazo de largas, intrincadas y a veces estrechas calles, así como sus plazas y unidades habitacionales, muestras excepcionales de ingenio arquitectónico, las que a la vez, formaron parte de un sólido sistema de defensa militar y de control sobre el grueso de la población. Resalta la asimetría total en sus construcciones, tanto en la planta de sus edificios y conjuntos arquitectónicos, como en las fachadas de los mismos. Pareciera que los moradores de Cantona hubiesen querido negar el trazo simétrico del momento (Teotihuacan, entre otros) estableciendo su propia identidad (García Cook, 2004).

Toda la superficie del asentamiento fue adaptada o transformada para construir las unidades habitacionales y los edificios ceremoniales, administrativos y los de sus dirigentes. La población habitaba en unidades arquitectónicas cerradas; es decir, las casas de carácter precedero fueron construidas sobre basamentos y rodeadas con muros en su periferia. De estas unidades habitacionales, a las que también hemos llamado “patios”, se calculan unas 7 500 para la ciudad entera; hasta ahora se conoce al detalle una tercera parte, de estas unidades habitacionales, tanto de carácter popular como las asignadas a la elite (García Cook, 2003; 2004).

Tanto los “patios” como los edificios de carácter cívico-religioso están comunicados por una

extensa y compleja red de vías de circulación; calles que fueron construidas en su totalidad, con arroyo pavimentado y que generalmente van elevadas, aunque las hay también al nivel del terreno e inclusive incluidas en éste. Resulta notorio que no haya sido utilizado material cementante alguno para unir las piedras que conforman los muros y mucho menos cuentan con recubrimiento, e igualmente el gran número de Juegos de Pelota (se conocen hasta el momento 27) en el interior del asentamiento (García Cook, 2003, 2004; García Cook y Martínez Calleja, 2008; Zamora Rivera, 2004). Las canchas para el Juego de Pelota, entre las que existen algunas (14) que forman parte de conjuntos arquitectónicos alineados, se integran por: una pirámide en uno de los extremos del conjunto, una o dos plazas, con la presencia o no de un altar frente a la pirámide, y al extremo opuesto la cancha para el juego de pelota.

Los habitantes de Cantona tejieron una extensa red de intercambios comerciales que se vio favorecida tanto por su estratégica posición geográfica, como por su control sobre los ricos yacimientos de obsidiana localizados en la sierra de La Vigía Alta, material que era muy importante en el México antiguo.

Recordemos que la obsidiana fue un material fundamental durante la época prehispánica, ya que esta roca volcánica vítrea otorga artefactos de filos cortantes y/o desgastantes para satisfacer las necesidades básicas de las poblaciones, tanto como artefactos en sí como para la producción de otros objetos de uso cotidiano, de defensa y más tarde de carácter ceremonial y de lujo. A falta del hierro o acero, las sociedades prehispánicas contaron con este material —entre otros— que les facilitó el desarrollo de sus labores básicas en la producción de elementos para adorno, rituales y hasta de carácter bélico (García Cook, en edición).

Durante las exploraciones llevadas a cabo hasta ahora en los talleres de la ciudad de Cantona, se han recuperado en mayor proporción navajas prismáticas y también núcleos para la extracción de navajas. No se descarta la posibilidad de que se hayan manufacturado también raspadores, cuchillos y algunos otros artefactos para su

exportación. Pero con los materiales colectados tanto en la excavación como en la superficie, tal parece que fueron las navajas prismáticas y los núcleos, las piezas que más exportó Cantona. De esta manera, una gran cantidad de alimentos y de objetos de uso cotidiano, de carácter ceremonial o aún exótico, no producidos en la región (textiles, hule, cacao, piedras preciosas, frutas), así como también maíz, frijol, calabaza y chile pudieron obtenerse por medio del intercambio de la obsidiana producida y exportada por los habitantes de Cantona. Ese comercio lo llevaban a cabo con poblaciones cercanas y también con lejanas a la ciudad.

La ubicación de Cantona le permitió tener acceso a los yacimientos de obsidiana de Oyamales-Zaragoza y a otros cercanos a la ciudad. Por lo que esos yacimientos desempeñaron un papel sumamente importante en la existencia y mantenimiento de esta ciudad prehispánica. Además, esos yacimientos fueron una de las razones para que Cantona se convirtiera en un lugar estratégico y de gran importancia en su época (Lara Galicia, 2003; García Cook, en edición).

En Cantona, además de los talleres existentes en varias unidades habitacionales, cuya producción debió ser únicamente para el consumo familiar y/o local, existen más de 350 talleres en un área en torno a las 19 ha, talleres a los que hemos considerado como talleres estatales, dada su concentración en un área específica y por su producción intensiva de artefactos de obsidiana. Se han explorado cuatro de estos talleres, que confirman y apoyan nuestra propuesta de que se trata de talleres de producción de objetos de obsidiana, primordialmente navajas prismáticas —en gran escala— y núcleos para la obtención de navajas prismáticas, ambos para su exportación e intercambio comercial (García Cook, en edición).

En los trabajos llevados a cabo en el área de la mitad norte de la Cuenca de Oriental se han visitado, registrado y colectado restos de obsidiana en los yacimientos mismos, en algunos talleres primarios y secundarios,* cercanos a dichos yacimientos y en los talleres domésticos de algunos otros asentamientos.

La obsidiana es un vidrio natural de origen vol-

cánico que se produce por el rápido enfriamiento de la lava. La composición típica de la obsidiana es: SiO₂ (70-75%), Al₂O₃ (10-15%), Na₂O (3-5%), K₂O (2-5%), Fe₂O₃ (1-5%) y muchos otros elementos en concentraciones menores que 1%. Generalmente es negra o gris, aunque puede existir en otros colores como: verde oscuro, verde claro, rojizo, blanco y algunas veces se encuentra vetada en negro-rojo y en verde-café. Su consistencia vítrea, su calidad de fractura predecible y su facilidad para obtener bordes filosos contribuyeron a que la obsidiana fuera altamente apreciada por las culturas antiguas.

Uno de los objetivos primordiales del análisis de material arqueológico es la determinación de su procedencia; ya que a partir de este conocimiento, pueden establecerse rutas de comercio, se identifica qué grupos culturales se establecieron en un sitio determinado y su relación con otros. Los artefactos de obsidiana son el tipo de objetos que mejor se adecúa para el estudio de procedencia porque la composición química de ese material es homogénea en un mismo yacimiento y puede ser significativamente diferente de la de otras formaciones geológicas;

* Durante nuestras exploraciones y para contar con un mayor control de la información, hemos considerado como:

Talleres en yacimiento, cuando en el yacimiento mismo se transforma la materia prima —en macro lascas y preformas básicamente— para ser llevado a otro lugar-asentamiento, campamento o taller para su transformación en artefactos.

Talleres primarios. Lugares cercanos —50 a 100 metros— al yacimiento, donde se transforma la materia prima —en “pre protoformas”— para ser llevado a otros lugares-talleres en asentamientos o en campamentos para el procesamiento de los artefactos.

Talleres secundarios. Lugares cercanos o poco más alejados a los yacimientos pero en el que las evidencias del material lítico manifiesta que no solo se preparaban las “preformas” para ser llevadas al sitio donde se elaborarían los artefactos, sino que también aquí se produjeron utensilios: navajas, núcleos, bifaciales, raspadores y/o raspaderas. Son campamentos o estancias temporales, en las que se habitó por corto tiempo —1 o 2 semanas— en el caso de grupos sedentarios provenientes de otra parte o un poco más cuando el lugar corresponde a grupos nómadas.

Talleres terciarios. Son los lugares o talleres en los que se producen artefactos y que están ubicados al interior de asentamientos de grupos sedentarios, trátense de aldeas, villas, pueblos o en la misma ciudad, a los que es llevada la materia prima —de yacimientos o “talleres primarios”— para su transformación en artefactos. (Merino Carrión *et al.*, 2001; Merino Carrión-García Cook, 2002; García Cook, en edición).

además no se altera por el tallado o durante el entierro. Por lo tanto, la similitud entre la composición química de un artefacto arqueológico y la de la materia prima de un yacimiento puede revelar su origen.

En las últimas tres décadas, se han utilizado diversas técnicas de análisis químico para determinar la procedencia de artefactos de obsidiana: Espectroscopía de Emisión Óptica (EEO), Espectroscopía de Absorción Atómica (EAA), Emisión de rayos X inducida con partículas (PIXE), Espectroscopía de Emisión con Plasma (EEP), Fluorescencia de Rayos X (FRX) y Análisis por Activación Neutrónica (AAN), siendo ésta la más utilizada.

Para el estudio de la procedencia de la obsidiana colectada en Cantona y en otros sitios de su entorno, fueron escogidas setenta y nueve muestras. Quince de éstas proceden de trece yacimientos o talleres primarios, ubicados a orillas de yacimientos; siete corresponden a muestras obtenidas en talleres terciarios de sendos asentamientos humanos, cuatro de los cuales se localizan en torno al Cerro Pizarro y tres (los sitios 82, 104 y 140) al oeste y norte inmediato de la ciudad de Cantona. Cuarenta muestras (de la 23 a la 62) proceden de varios contextos estratigráficos de la excavación de uno de los talleres considerados como estatales. Las 17 muestras restantes (de la 63 a la 79) fueron colectadas en la superficie de sendos talleres estatales de la ciudad de Cantona. Las tablas 1A y 1B describen las características de esas muestras (figs. 2 a 4).

Conviene aclarar que hasta el momento en ninguno de los talleres —domésticos o estatales— de Cantona y/o en los asentamientos localizados en la mitad norte de la Cuenca de Oriental, ni en superficie, ni en las excavaciones realizadas, se ha colectado un solo elemento de obsidiana verde —lascas, navajas, núcleos o artefactos— y por tanto no hubo problema alguno en la selección de las muestras para ser analizadas. Solo en cuatro de los talleres —sitios 18, 19, 20 y 21— ubicados en la falda del cerro Pizarro, se seleccionó la obsidiana con grandes inclusiones, que aparentaba ser diferente al resto de los materiales de obsidiana encontrados

en abundancia en la mitad norte de la Cuenca de Oriental.

Los objetivos del presente estudio fueron los siguientes: a) Determinar la composición química de los yacimientos de obsidiana de la Cuenca Oriental del estado de Puebla, ya que en esta zona se ubicó una de las ciudades más importantes de la época prehispánica. b) Sugerir las rutas de comercio en esa región, al través de la identificación de la procedencia de obsidianas recuperada en los talleres prehispánicos de la mencionada cuenca y c) Incrementar los conocimientos sobre la caracterización de yacimientos de obsidiana del Eje Volcánico Transversal de nuestro país.

Análisis experimental

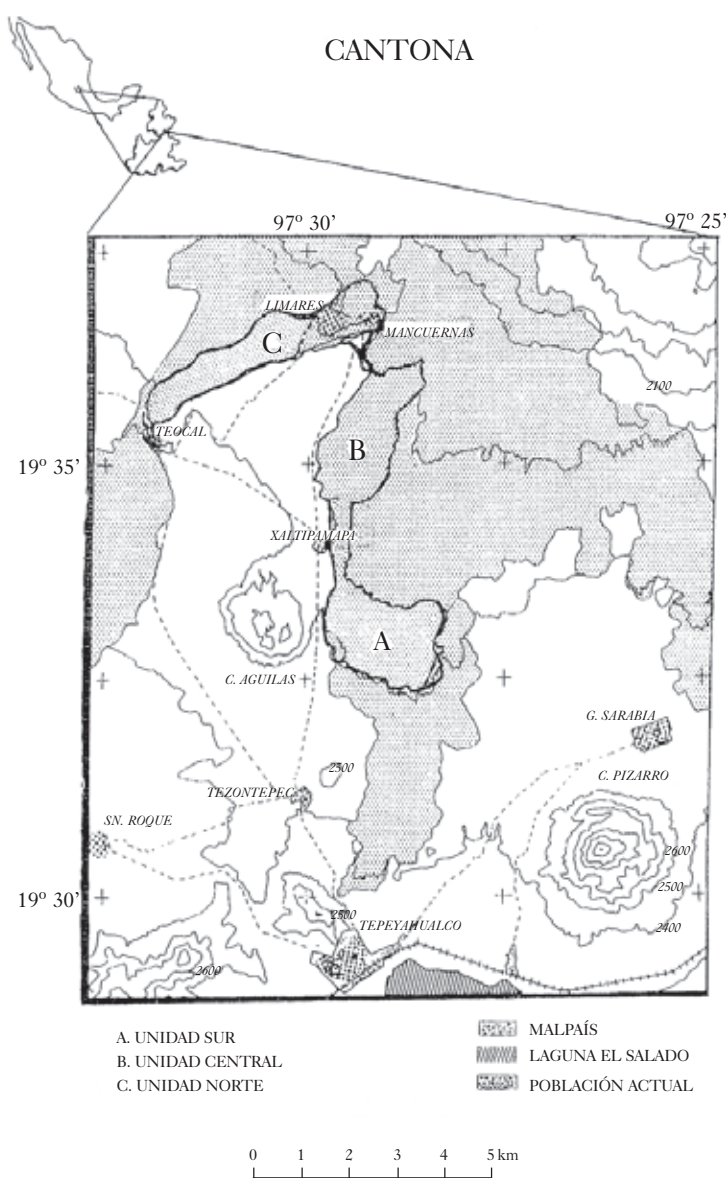
El análisis multielemental de las muestras de obsidiana se llevó a cabo mediante activación neutrónica, con el método del comparador, el cual consiste en irradiar simultáneamente con la muestra problema, un material de referencia, y determinar la radiactividad de ambos con un mismo equipo y en las mismas condiciones geométricas. El material de referencia fue el SRM 278 *obsidian rock*, certificado por el National Institute of Standard and Technology (NIST).

Limpieza de las muestras

Todas las muestras de obsidiana se limpiaron cuidadosamente para eliminar cualquier impureza que pudiera alterar los resultados, por lo que fueron lavadas con una solución de Extran al 10% en agua destilada y mediante agitación en un baño con ultrasonido.

Preparación de las muestras para la irradiación con neutrones

Las muestras de obsidiana ya limpias se molieron en un pulverizador automático de ágata (FRTTSCH-Pulverisette) hasta obtener un polvo fino, con el propósito de asegurar una irradiación homogénea en toda la muestra.



● Fig. 1 Ubicación general de Cantona, con las tres Unidades en que fue subdividida para su estudio.

Las condiciones para el análisis se establecieron tomando en cuenta las propiedades nucleares de los isótopos en estudio, tales como: tiempo de vida media y sección eficaz, así como las condiciones de medición de la radiactividad en un equipo de detección gamma. En esta investigación se cuantificaron los radionúclidos de vidas medias mayores que 40 horas.

Muestras, de 200 mg cada una, se prepararon por duplicado, en contenedores cilíndricos

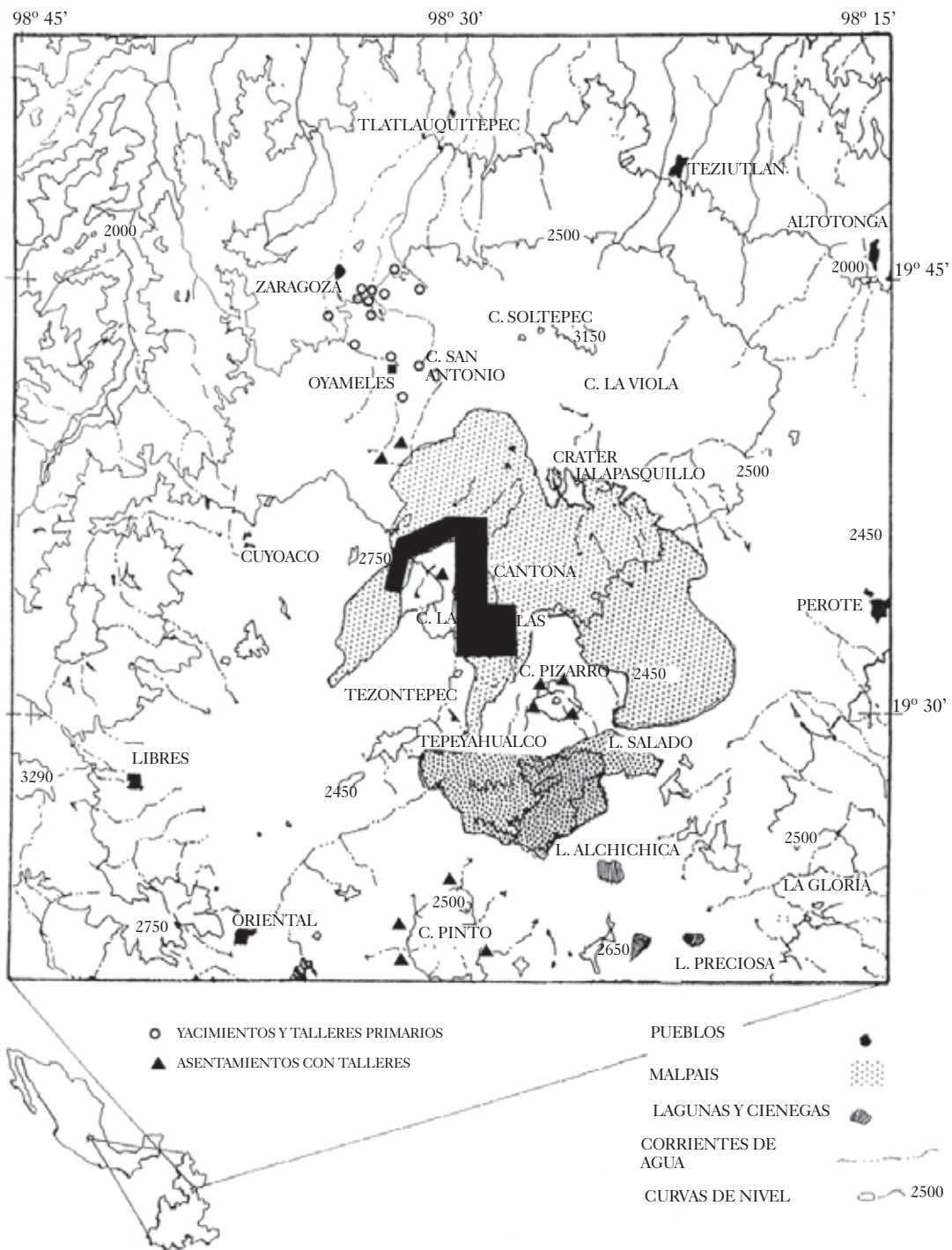
de polietileno de alta densidad, de aproximadamente 1.5 ml de capacidad, los cuales se sellaron herméticamente con calor. Finalmente, ambas muestras, junto con una cantidad idéntica del material de referencia, se depositaron en un contenedor adecuado para la irradiación neutrónica, claramente identificado (Almazán-Torres *et al.*, 2004).

La técnica de AAN es altamente sensible y puede detectar trazas de elementos, es por ello que durante el proceso de preparación de las muestras se debe tener en cuenta las siguientes precauciones: todos los contenedores utilizados deben lavarse previamente con Extran al 10% y agua destilada, para retirar el polvo que pudiera haberseles adherido durante su almacenamiento. Debe verificarse que los contenedores de las muestras estén perfectamente sellados para evitar la pérdida de éstas o su contaminación con agentes externos. Finalmente, los contenedores sellados deben limpiarse con acetona para eliminar la contaminación que se origina al manipularlos.

Condiciones de irradiación, decaimiento y determinación de la radiactividad.

Las muestras, junto con el material de referencia, se irradiaron durante 2 horas en el reactor nuclear TRIGA MARK III del Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, en la posición experimental SIRCA, donde el flujo de neutrones térmicos es de $1.19 \times 10^{13} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$. Luego se almacenaron durante 12-13 días para permitir el decaimiento de los isótopos de vida media corta, y finalmente la radiactividad de cada muestra se midió durante 1 hora con un detec-

CUENCA DE ORIENTAL: ZONA NORTE



● Fig. 2 Cantona y norte de la Cuenca de Oriental. Procedencia de las muestras de obsidiana procesadas por AAN.



● Fig. 3 Cantona. Sureste inmediato del Centro Cívico Religioso o Principal en el que se localizan los “talleres estatales”.

tor de GeH, acoplado a un analizador multicanal de altura de pulsos (Almazán *et al.*, 2004). En la fig. 5 se muestra un espectro de radiación gamma típico de las obsidias analizadas.

Resultados y discusión

Los elementos analizados cuantitativamente fueron: escandio, hierro, rubidio, antimonio, cesio, lantano, cerio, europio, iterbio, lutecio, torio y uranio. Los datos de las concentraciones de esos elementos se compararon con los de 30 yacimientos de obsidiana reportados en la literatura (Cobean 2002; Glascock, 2002; Glascock y Cobean, 2002; Jiménez-Reyes *et al.*, 2001;), los cuales habían sido obtenidos también mediante AAN. Ese cálculo se llevó a cabo con el progra-

ma de estadística multivariable escrito en lenguaje GAUSS (Neff). El objetivo de ese análisis estadístico fue identificar grupos de muestras para así asignar su procedencia

La fig. 6 muestra el diagrama de componentes principales. En él se observa una evidente discriminación entre dos grupos, lo que significa que las obsidias enviadas para análisis provienen de dos yacimientos, la mayoría (75 muestras) del de Oyameles-Zaragoza y sólo cuatro del yacimiento del Cerro Pizarro, ambos en Puebla. En efecto, los sitios de los que se obtuvieron esas cuatro muestras se encuentran en la periferia de ese cerro (fig. 2). Las 75 muestras procedentes de los yacimientos Oyameles-Zaragoza se colectaron tanto en los yacimientos mismos como en los talleres “primarios”, así como en la excavación de uno de los talleres de

Localización					
No.	Sitio	Grad-min-sec	Grad-min-sec	msnm	Nombre local
1	9	19-44-49.8	97-33-38.7	2413	El Durazno
2	9A	19-44-50.3	97-33-40.6	2100	El Durazno II
3	10	19-44-21	97-33-33.2	2500	El Sabinal
4	12B	19-44-03.7	97-33-52.5	2496	Ayala- El Sabinal
5	13	19-44-0.94	97-33-37.3 a 97-20-21	2539	Los Pastizales
6	31	19-39-44	97-32-30	2620	Barranca del Diablo
7	32 T1	19-42-10.7 a 19-42-13.2	97-32-02.7 a 97-32-13.5	2800 a 2864	Oyameles
8	33	19-42-10.7 a 19-42-13.2	97-32-02.7 a 97-32-13.5	2800 a 2864	Oyameles
9	32 T3	19-42-10.7 a 19-42-13.2	97-32-02.7 a 97-32-13.5	2800 a 2864	Oyameles
10	32 T6	19-42-10.7 a 19-42-13.2	97-32-02.7 a 97-32-13.5	2800 a 2864	Oyameles
11	34	19-41-51.4	97-30-53.3	2915	Barranca El Muerto
12	47	19-45-47.4	97-29-34.4	2453	Toluca Gómez
13	48	19-41-19.7	97-32-47.5	2716	Meseta La Rosa
14	73	19-42-56 a 19-42-51	97-42-37.5 a 97-33-31	2580	-
15	74A	19-43-08.1	97-33-49.6	2487	Barranca Acuaco (El Retiro)
16	82	19-39-12.2 a 19-39-14.5	97-32-11.0 a 97-32-57	2660	La Barranca
17	90	19-39-12.2	97-31-35.9	2575	Barranca del Diablo II
18	114 114T	19-30-09.4 a 19-30-22.4	97-27-22.3 a 97-27-30.8	2380 a 2400	Cerro Pizarro
19	115	19-31-10 a 19-31-31	97-26-35 a 97-27-22.5	2420 a 2600	Cerro Pizarro
20	118	19-30-21 a 19-30-45	97-26-34 a 97-27-05	2480 a 2620	Cerro Pizarro
21	137	19-29-38 a 19-29-58	97-26-34 a 97-26-47	2350 a 2600	Cerro Pizarro
22	140	19-34-59 a 19-35-08.8	97-30-18.7 a 97-30-22.3	2520 a 2540	Talleres del oeste de Cantona

● Fig. 4a Tabla 1A. Datos de localización de las 22 muestras de obsidiana procedentes de los yacimientos y de sitios aledaños a Cantona.

<i>Núm.</i>	<i>Cuadro-Capa</i>
23	M6-Ia
24	L6-Ia
25	N7-Io
26	M7-Io
27	M6-Ib
28	M6-IIa
29	M7-IIa
30	N10-IIa
31	N7-IIa
32	N7-IIIa
33	L7-IIIa'
34	N6-IIIa
35	L6-IIIa'
36	L6-IIIa'
37	L7-IIIa'
38	M6-IIIc
39	N7-IIIc
40	M7-IIIc
41	L7-IIIc
42	L6-IIIc'
43	M7-IIIc'
44	L7-IIIc'
45	L6-IIIc'
46	N7-IIId
47	L6-IIId'
48	M6-IIId'
49	N7-IIIE
50	N6-IIIE
51	N7-IIIE
52	M6-IIIE'
53	M6-IIIE'
54	M6-IIIE'
55	L6-IVa
56	P6-IVa
57	P6-IVa
58	N7-IVb
59	P7-IVb
60	P7-IVb
61	L6-superficie
62	M5-superficie

● Fig. 4b Tabla 1B. Datos de la ubicación estratigráfica de las 40 muestras de obsidiana procedentes de la excavación del taller (Estatal) 1 de Cantona.

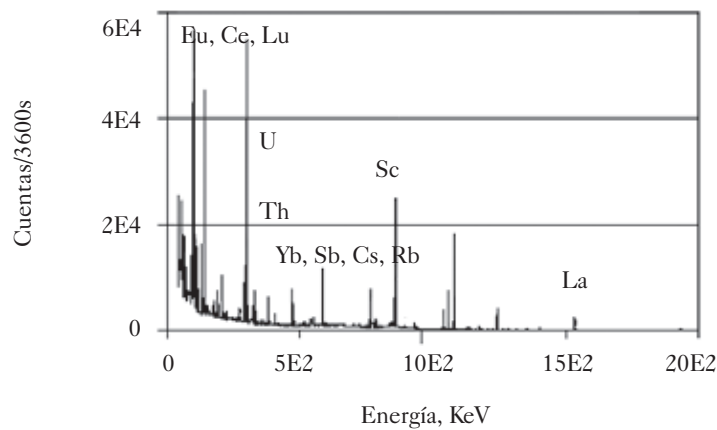
<i>Muestra núm.</i>	<i>Taller estatal núm.</i>
63	Superficie del taller 8
64	Superficie del taller 71
65	Superficie del taller 48
66	Superficie del taller 28
67	Superficie del taller 83
68	Superficie del taller 80
69	Superficie del taller 93
70	Superficie del taller 10
71	Superficie del taller 86
72	Superficie del taller 38
73	Superficie del taller 74
74	Superficie del taller 109
75	Superficie del taller 64
76	Superficie del taller 25
77	Superficie del taller 43
78	Superficie del taller 75
79	Superficie del taller 47

● Fig. 4c Tabla 1C. Datos de 17 "talleres estatales" de los que provienen las muestras de obsidiana analizadas.

la superficie de 17 talleres estatales en Cantona; tres de las muestras (las de números 16, 17 y 22; sitio 82, 104 y 140 respectivamente) proceden de sendos asentamientos arqueológicos, localizados al oeste y al norte inmediatos de la ciudad de Cantona (fig. 2).

En la fig. 7 se encuentran los valores promedio y las desviaciones estándar de las concentraciones de los elementos analizados para ambos grupos de muestras de obsidiana, así como del identificado como proveniente del yacimiento de Oyameles-Zaragoza y el correspondiente al Cerro Pizarro. Diferencias significativas se encuentran en la mayoría de los elementos, excepto para escandio y rubidio.

Resulta interesante recalcar que, de acuerdo con el material cerámico hallado durante la excavación del taller estatal 1, ese espacio fue ocupado por lo menos desde el 700 a.n.e. y hasta el 850-900 d.n.e. Por lo tanto, la obsidiana allí recolectada e identificada como de Oyameles-Zaragoza, indica que ya desde 700 a.n.e. ese yacimiento era explotado y que se producían en Cantona, en buena escala, artefactos de obsidiana tanto para consumo interno como para su ex-



● Fig. 5 Espectro de radiación gamma típico de una obsidiana irradiada durante una hora con neutrones térmicos, después de un tiempo de decaimiento de 12 días.

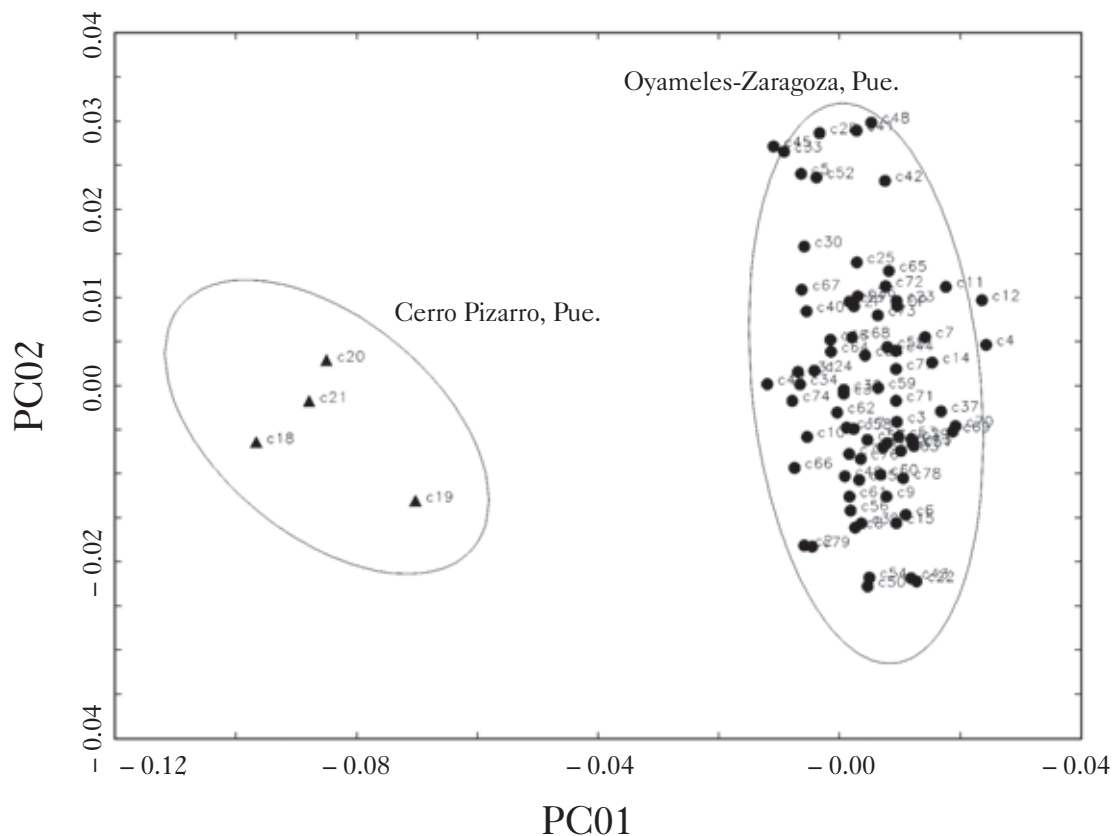
portación. Una explotación más intensa de este yacimiento se observa en Cantona a partir del 300 a.n.e. (García Cook, en edición). Debemos indicar que el yacimiento de Oyameles-Zara-

goza está situado al nornoroeste de Cantona, a escasos 7 km en línea recta de su orilla noroeste; mientras que el yacimiento del Cerro Pizarro se localiza a escasos 4 km del extremo sureste de la ciudad.

De acuerdo con los resultados obtenidos se confirma la hipótesis de que la población de Cantona explotó el yacimiento de Oyameles-Zaragoza y manufacturó artefactos —sobre todo navajas prismáticas y núcleos para su obtención— en gran cantidad, para el comercio y el intercambio por objetos

y materiales de otras regiones, a lo largo de un extenso periodo.

Mucho se sabe sobre la existencia de obsidiana procedente de Oyameles-Zaragoza en sitios



● Fig. 6 Diagrama de componentes principales. Intervalo de confianza de las elipses: 0.95.

<i>Elemento</i>	<i>OP/ZP</i> (<i>n</i> = 75)	<i>CP</i> (<i>n</i> = 4)
Sc	3±0.1	2.9±0.2
Fe	7109±371	5209±245
Rb	139±10	96±12
Sb	0.5±0.1	0.29±0.06
Cs	4.2±0.5	3±0.4
La	40±2	24±1
Ce	74±6	49±1
Eu	0.44±0.06	0.9±0.1
Yb	3.6±0.4	1.9±0.1
Lu	0.59±0.06	0.32±0.07
Th	22±2	9.5±0.4
U	5.5±0.6	2.7±0.6

● Fig. 7 Tabla 2. Resultados del análisis elemental de las muestras de obsidiana de Cantona Puebla, en mg/g. Promedio ± desviación estándar. Los grupos (OP-ZP: Oyameles-Zaragoza y CP: Cerro Pizarro) fueron identificados conforme al análisis estadístico.

arqueológicos ubicados tanto en áreas cercanas como distantes, al sur y al sureste de la región. Y es precisamente la obsidiana uno de los elementos culturales que nos permite saber con cuáles regiones mantuvo contacto Cantona, a saber: con el centro y sur de Veracruz y Tabasco en la costa del Golfo de México, con el valle de Oaxaca, la región Mixteca, el norte de Oaxaca y el sur de Puebla, con el valle de Tehuacán y el valle poblano-tlaxcalteca; con Yucatán, Campeche e incluso con Guatemala, y en menor escala con la Cuenca de México (Cobean-Coe, 1971; Hester *et al.*, 1971a, 1971b; Winter y Pires-Ferreira, 1976; Ferriz, 1985; Santley, 1989; Santley *et al.*, 1997; Stark, *et al.*, 1992; Moholy-Nagy, 1989, 1999; Drenan, *et al.*, 1990; Rojas, 2001; García Cook, en edición).

Recientemente se excavaron tres talleres más, entres éstos un depósito de material de desecho, resultante de la fabricación de artefactos, éste también ofrece información sobre la producción de artefactos en Cantona desde etapas tempranas (García Cook, en edición).

Resumen y comentarios

La obsidiana utilizada y transformada en artefactos en Cantona y en la parte noroeste de la Cuenca de Oriental procede de los yacimientos de Oyameles-Zaragoza, al menos desde una etapa correspondiente al Formativo tardío —desde el 700 a.n.e, hasta la desocupación masiva de Cantona— y de la región norte de la Cuenca de Oriental en el inicio del Posclásico temprano por el 1 000 d.n.e. La obsidiana procedente del yacimiento del Cerro Pizarro, hallada en Cantona, más que para fabricar artefactos se utilizó como relleno en las estructuras arquitectónicas a manera de grava, así como en algunos asentamientos del Formativo, ubicados al pie de dicho Cerro Pizarro.

En este momento se cuenta con cien muestras de obsidiana, tanto de Cantona como de otros asentamientos (la mayoría del Formativo), localizados hacia el centro-oeste de la Cuenca de Oriental, al sur de Cantona. Dichas muestras también serán procesadas con AAN; pero en este caso se seleccionaron aquéllas que de manera macroscópica aparentan proceder de la Sierra de las Navajas y/o del yacimiento en el Pico de Orizaba, además de la negra que es abundante. Aun cuando estos últimos materiales no son representativos de la obsidiana que se utilizó y se transformó para su explotación en Cantona —su presencia es excepcional— y en los asentamientos de su entorno, nos interesa conocer si en esta ciudad —y en la región— llegó a utilizarse obsidiana de otros yacimientos. El análisis por activación neutrónica podrá otorgarnos esta información sobre la procedencia de la obsidiana utilizada en esta mitad poniente de la Cuenca de Oriental.

Bibliografía

- Almazán-Torres, María Guadalupe, Melania Jiménez-Reyes, Fabiola Monroy-Guzmán y Dolores Tenorio 2004. "Determination of the Provenience of Obsidian Samples Collected in the Archaeological State of San Miguel Ixtapan, Mexico State, Mexico, by Means of Neutron Activation

Analysis”, en *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, Budapest, vol. 260, núm. 3, pp. 533-542.

• Cobean, Robert H.

2002. *Un mundo de obsidiana. Minería y comercio de un vidrio volcánico en el México Antiguo*, México, INAH/ University of Pittsburgh (Serie Arqueología de México).

• Cobean, Robert y M.D. Coe

1971. “Obsidiana Trade at San Lorenzo Tenochtitlan, México”, en *Science*, núm. 174, pp. 146 y 671.

• Drenan, Robert D., Philip T. Fitzgibbons y Heig Dehn
1990. “Import and Exports in Classic Mesoamerican Political Economy: The Tehuacan Valley and The Teotihuacan Obsidian Industry”, en *Research in Economic Anthropology*, Greenwich, JAI Press, núm. 12, pp. 177-199.

• Ferriz, Horacio

1985. “Caltonac, a Prehispanic Obsidianan-Mining Center in Eastern México? A Preliminary Report”, en *Journal of Field Archaeology*, núm. 12, pp. 363-370.

• García Cook, Ángel

2003. “Cantona: la ciudad”, en W. T. Sanders, A.G. Mastache y R.H. Cobean (eds.), *El urbanismo en Mesoamérica*, México, INAH/Pennsylvania State University, vol. 1., pp. 311-343.

2004. “Cantona: ubicación temporal y generalidades”, en *Arqueología*, México, INAH, núm. 33, pp. 91-108.

2009. “El Formativo en la mitad norte de la Cuenca de Oriental”, en *Arqueología*, México, INAH, núm. 40, pp. 115-152.

[En edición]. “Sobre los Talleres Estatales de Cantona, Puebla”, en L. González Arratia y L. Mirambell (coord.), *Reflexiones sobre la industria lítica*, México, INAH.

• García Cook, Ángel y Yadira Martínez Calleja

2008. “Las vías de circulación interna en Cantona”, en *Arqueología*, México, INAH, núm. 38, pp. 124-160.

• García, Enriqueta, Rosalía Vidal, Luz Ma. Tamayo, Teresa Reyna, Rubén Sánchez, Margarita Soto y Enrique Soto

1975. *Climas: Puebla-Tlaxcala*, México, CETENAL-Secretaría de la Presidencia.

• Glascock, Michel D.

2002. “Caracterización de los yacimientos de obsidiana en el norte de Mesoamérica”, en *Un mundo de obsidiana. Minería y comercio de un vidrio volcánico en el México Antiguo*, México, INAH/ University of Pittsburgh, apéndice 1 (Serie Arqueología de México), pp. 206-228.

• Glascock, Michael D. y Robert H. Cobean

2002. “Resumen de concentraciones de elementos para los yacimientos analizados de México”, en *Un mundo de obsidiana. Minería y comercio de un vidrio volcánico en el México Antiguo*, México, INAH/ University of Pittsburgh, apéndice 2 (Serie Arqueología de México), pp. 239-276.

• Hester, T.R., R.R. Heizen y R.N. Jack

1971a. “Technology and Geologic Source of Obsidian Artifacts from Cerro de las Mesas, Veracruz, with Observations on Olmec Trade”, en *Contributions of the University of California. Archaeological Research Facility*, Berkeley, núm. 13, pp. 133-141.

1971b. “The Obsidian of Tres Zapotes, Veracruz, Mexico”, en *Contributions of the University of California. Archaeological Research Facility*, Berkeley, núm. 13, pp. 65-131.

• Jáuregui, Ernesto

1968. *Mesoclima de la región Puebla-Tlaxcala*, México, Instituto de Geografía-UNAM.

• Jiménez Reyes, Melania, D. Tenorio, J.R. Esparza López, R.L. Cruz Jiménez, C. Mandujano y E. Sandra

2001. “Neutron Activation Analysis of Obsidian from Quarries of the Central Quaternary Trans-Mexican Volcanic Axis”, en *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, vol. 250, núm. 3, pp. 465-471.

• Lara Galicia, Aline

2003. “El yacimiento de Oyameles-Zaragoza, Puebla: ejercicios de explotación prehispánica”, tesis, México, ENAH-INAH.

• Merino Carrión, B. Leonor, A. García Cook y Aline Lara Galicia

2001. “Proyecto Norte de la Cuenca de Oriental.

Informe de la temporada 2000”, México, INAH, Archivo Técnico de la Coordinación Nacional de Arqueología.

- Merino Carrión, B. Leonor y A. García Cook
2002. “Proyecto Norte de la Cuenca de Oriental. Informe de la temporada 2001”, México, INAH, Archivo Técnico de la Coordinación Nacional de Arqueología.

- Moholy-Nagy, Hattula
1989. “Who Used Obsidian at Tikal”, en G.M. Gaxiola y J.E. Clark (coords.), *La obsidiana en Mesoamérica*, México, INAH (Científica, 176), pp. 379-389.

1999. “Mexican Obsidian at Tikal, Guatemala”, en *Latin American Antiquity*, Washington, Society for American Archaeology, vol. 10, núm. 3.

- Neff, Hector
2009. “GAUSS Language Routines for Statistical Analysis of Multivariate Archaeometric Data”, MURR, USA, programa de distribución gratuita.

- Reyes Cortés, Manuel
1979. *Geología de la Cuenca de Oriental*, México, INAH (Científica, 71).

- Rojas, Juan Martín
2001. “La lítica de Cantona, Puebla: análisis morfológico y tecnológico”, tesis, México, ENAH-INAH.

- Santley, Robert
1989. “Economic Imperialism, Obsidian Exchange, and Teotihuacan Influence in Mesoamérica”, en M. Gaxiola y J.E. Clark, (coords), *La obsidiana en Mesoamérica*, México, INAH (Científica, 176), pp. 369-373.

- Santley, Robert, Thomas P. Barret, Michael D. Glascock y Héctor Neff
1997. “Prehispanic Obsidian Procement in the Tuxtla Mountains, Southern Veracruz, México”, Albuquerque, informe mecanoescrito para el Departamento de Antropología, Universidad de Nuevo México.

- Stark, Barbara, L. Heller, M.D. Glascock, J.M. Elam y H. Neff
1992. “Obsidian Artifact Source Analysis for the Mixtequilla Region, South-Central, Veracruz,

Mexico”, en *Latin American Antiquity*, núm. 3, pp. 221-239.

- Winter, Marcus y W. Pires-Ferreira
1976. “Distribution of Obsidian Among Households in Two Oaxaca Villages”, en K.V. Flannery (ed.), *The Early Mesoamerican Village*, Nueva York, Academic Press, pp. 306-311.

- Zamora Rivera, Mónica
2004. “Ubicación, descripción y análisis de los Juegos de Pelota en Cantona, Puebla”, en *Arqueología*, segunda época, México, INAH, núm. 34, pp. 62-74.

