

107428

# ESTUDIO EDAFOLÓGICO Y GEOQUÍMICO Y DE LOS SITIOS ARQUEOLÓGICOS DE LA CUENCA DE SAYULA

*Oliver Grunberger  
Jean Louis Janeau  
Catherine Liot*

Este estudio se realizó en el marco del Proyecto Arqueológico Cuenca de Sayula (ORSTOM/Laboratorio de Antropología de la Universidad de Guadalajara/INAH), en el cual uno de los temas de investigación se propone analizar las relaciones entre el hombre y el medio ambiente con la evidencia de estrategias de adaptación para la explotación de los recursos naturales. Este propósito se refiere a la identificación de asociaciones entre las estructuras arqueológicas y el medio físico en el cual se han instalado (Schöndube et al., 1992: 10).

El presente trabajo se interesó particularmente en las zonas bajas de la cuenca, que conciernen a la laguna y las primeras terrazas lacustres, subáreas donde se han evidenciado instalaciones con relación a la producción de sal. Efectivamente, la composición de la Cuenca de Sayula y las condiciones climáticas de las cuales se beneficia, hacen de ella una zona privilegiada para la producción de sal. Se encuentran evidencias arqueológicas (Kelly, 1941, 1944; Sleight, 1964; Neal y Weigand, 1990) y etnohistóricas (Ponce, 1873) de esta actividad.

El estudio de los sistemas de producción asociados con la extracción de sal nos indica que las cadenas operativas que unen los distintos recursos y llevan a la producción de sal, están regidas por factores

Fonds Documentaire ORSTOM

Cote : B\* 7428 Ex : 1

naturales, químicos, físicos o geográficos. Estos factores, a veces muy localizados, imponen respuestas técnicas adaptadas a cada situación.

El objetivo de este trabajo, basado en el estudio de sondeos estratigráficos, es el de estudiar los parámetros naturales a fin de comprender el origen y la formación de los yacimientos arqueológicos Carmelita y Cerros Colorados, ubicados en la orilla de la laguna y supuestamente relacionados con la producción de sal.

#### DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS DATOS NATURALES DE LA CUENCA Y FUNCIONAMIENTO DEL LECHO LACUSTRE O PLAYA DE DONDE SE EXTRAEN LAS SALES

Una descripción física de la Cuenca de Sayula nos permite subrayar los fenómenos naturales que dirigen su funcionamiento. La Cuenca de Sayula es una cuenca endorréica ubicada en el eje Neovolcánico. Este eje, de orientación este-oeste, encuentra su origen en el fin del Cretáceo con la actividad simultánea de movimientos orogénicos, del volcanismo intensivo y de las consecuentes emisiones de material eruptivo. La parte occidental del eje se caracteriza por la presencia de dos grabenes: el graben Tepic-Chapala, de orientación este-oeste, y el graben Colima, de orientación norte-sur. En el punto de intersección de estas dos trincheras tectónicas se forman una serie de cuencas (Atotonilco, San Marcos, Zacoalco y Sayula) (Florez Díaz, 1984). Siendo una cuenca cerrada, Sayula corresponde a un área donde el drenaje está bloqueado por las Sierras de Tapalpa y El Tigre, lo que obliga a que la salida de agua ocurra en forma de evaporación bajo la acción del sol y del viento. La parte baja de la cuenca, llamada playa de Sayula, constituye la zona activa de la cuenca. Corresponde a una superficie relativamente plana, sin cobertura vegetal y es el receptáculo de las aguas y de los sedimentos procedentes de la erosión de las rocas de las dos sierras y sus vertientes. El funcionamiento de la playa está sujeto a un determinismo climático que se asocia con climas áridos o semiáridos en dos estaciones bien marcadas. Así, los fenómenos fisicoquímicos siguen ritmos estacionales. La temporada seca corresponde a la fase de afloramiento de los minerales salados y de su transporte por deflación: la evaporación es fuerte, las lluvias son escasas y el régimen de los vientos es muy importante. La temporada de lluvias corresponde a la fase de sedimentación lacustre. El clima de la región de Sayula resulta de la interacción entre su posición continental, el efecto de las barreras orográficas importantes que la rodean y la circulación general bajo la dominante de altas presiones

subtropicales. El clima se define como semiárido con inviernos semi-cálidos y veranos calientes, sin cambio térmico invernal bien definido, con lluvias estivales (porcentaje de las precipitaciones invernales inferior a 10) mostrando ocho meses de temporada seca (de octubre a mayo) (Florez Díaz, 1984).

La llegada de las aguas a la playa resulta de las lluvias directas, del escurrimiento de las superficies inclinadas, así como del alza de la capa freática. El agua está periódicamente almacenada en la superficie y se transmite hacia el acuífero por filtración a través de una zona no saturada (Eugster and Hardie, 1978). Durante la temporada de lluvias, el abastecimiento en agua aumenta, el nivel del acuífero sube, el suelo se satura de agua y se forma una laguna somera. Las aguas que llegan a la playa están cargadas de sales solubles procedentes de la alteración química de las rocas. Los procesos de alteración se favorecen por las aguas de lluvia cargadas de bióxido de carbono y las aguas termales de origen volcánico (Eugster and Hardie, 1978).

Durante la temporada seca ocurren ascensos capilares de agua cuya importancia depende de la tasa de evaporación ambiental y de la presión capilar del suelo (cuanto más tiene el sedimento una granulometría fina, mayor será la presión capilar, por lo que la franja capilar será pequeña) (Cooke et al., 1991). La acumulación de las sales solubles, asociada con un índice de evaporación elevado, acarrea un aumento de las concentraciones y una precipitación de minerales salados en los sedimentos de superficie. La mezcla de sedimento y sales se llama "salitre", y localmente "tequesquite". La naturaleza de los depósitos está determinada por las características geológicas de la cuenca. La geología de la Cuenca de Sayula es de carácter ígneo exclusivo donde prevalece una composición basáltica y andesítica, material volcánico básico denso y aportado en forma de lavas, tobas o brechas. El último componente son las rocas ácidas, producto de las expulsiones explosivas con enfriamiento rápido (riolitas vítreas y vidrios volcánicos como la obsidiana). En los puntos bajos de las vertientes se encuentran también rocas sedimentarias como areniscas y lutitas (Florez Díaz, 1984).

A este modelo general se añade un funcionamiento propio por cada sector de la Cuenca, determinado por variaciones climáticas locales según la situación topográfica y la orientación con respecto a los vientos dominantes. En este contexto natural definido de manera general, nos hemos propuesto estudiar los fenómenos particulares en cada momento preciso del año, en dos áreas reconocidas durante la fase de prospección

del Proyecto Arqueológico Cuenca de Sayula. Estas áreas están ubicadas en las orillas de la playa y, supuestamente, tienen relación con la producción de sal. Nos referimos a Carmelita y Cerros Colorados.

#### PRESENTACIÓN DE LOS SITIOS DE ESTUDIO

*Carmelita*: es una área de aproximadamente 2 kilómetros de largo, ubicada en las primeras terrazas lacustres, a orillas de la laguna. Se caracteriza por un sinnúmero de dunas o pequeñas colinas de origen incierto (entre 1 y 2 metros de alto, con diámetros diversos). Sobre las dunas hay varias huellas de ocupación humana: acumulaciones de tiestos, restos cerámicos, lítica aportada (en bloques o lascas de basalto y obsidiana, así como metates, manos, martillos, *choppers* y abundantes restos de talla). Hay una industria lítica importante, con láminas preparadas, abundantes puntas de proyectil, raederas, raspadores, escotaduras... Se nota la acción de excavadores clandestinos en el saqueo de algunos entierros (huesos fragmentados y diseminados) y en la destrucción de varias estructuras. Estos trabajos han expuesto sepulturas, niveles de ocupación doméstica, con basureros que contienen manos y metates fragmentados, restos de conchas diversas, huesos de animales y cerámica abundante (Schöndube et al., 1992). En otra parte, la proximidad de la playa y la presencia de tiestos y estructuras específicas nos indican una actividad eventual en relación con la producción de sal.

*Cerros Colorados*: conjunto de elevaciones y terrazas aparentemente artificiales relacionadas con la extracción de sal ("Tepalcateras"). Se encuentran ubicadas en el extremo noreste de la laguna. El conjunto es un megasitio que aparenta ser multifuncional. Hay un sector próximo a la playa claramente vinculado a la producción de sal. Otro sector, ubicado sobre la parte más alta de las primeras terrazas, tiene una apariencia más bien habitacional, dado el tamaño y la extensión de los cimientos visibles en superficie. Por otro lado, en este sector se aprecian múltiples pozos de saqueo que han expuesto sepulturas humanas. El conjunto está cubierto por un espesa capa de tiestos que aparentan ser todos contemporáneos y pertenecer a un tipo predominante (su color rojizo le da su nombre al sitio). Estos tepalcates pueden ser asociados a "recipientes especializados" para contener salmuera. Parece que las técnicas implicaron una continua acumulación de material terroso, que poco a poco fue formando montículos con su consiguiente desecho cerámico (Schöndube et al., 1992: 18 y 19).

## ESTUDIO EDAFOLÓGICO SOBRE EL SITIO DE CARMELITA Y SUS ALREDEDORES

Se realizó una primera serie de prospecciones en abril de 1992 en Carmelita y sus alrededores, con el objetivo de definir el origen y distinguir la evolución edafológica y antrópica de este área. Se efectuaron varios sondeos siguiendo un transecto desde la parte superior hasta los niveles de playa. Las descripciones edafológicas y los análisis (medida de la humedad, conductividad, pH, concentración en cloruros, porcentaje de arena, porcentaje de arcilla, porcentaje de limo) de las muestras tomadas en la estratigrafía de los lechos edafológicos y arqueológicos, permitieron hacer la síntesis siguiente:

- Los suelos de playa son arcilloso-limonosos, son *solontchaks* (clasificación FAO). Son suelos salinos caracterizados por la presencia de una capa salada cerca de la superficie que se encuentra abajo de los cortes.

En lo que concierne a los relieves, distinguimos dos partes:

1. La estructura superior de Carmelita, ubicada sobre un relieve cuya textura es principalmente arenosa, con una cobertura vegetal importante, está compuesta de varias terrazas de origen natural, antropizadas en algunas partes para construcción de estructuras.
  - a. La terraza superior (cima de la duna) presenta los caracteres de un sitio de habitación: restos de fundaciones en piedra y adobe y objetos domésticos asociados con un pH ácido y neutro homogéneo, con una concentración en cloruros y una conductividad relativamente bajas.
  - b. En la periferia, al nivel de los *solontchaks* que constituyen la base de la duna, se encuentran evidencias de una actividad salinera: presencia de tiestos y estructuras circulares, asociados con un pH básico, una conductividad y una concentración de cloruros elevados.
2. A unos 2 kilómetros al norte de Carmelita, en un lugar llamado Lienzo Charro, el relieve es menos marcado y el cordón de dunas parece desasociarse en varios fragmentos. Fueron efectuados sondeos en uno de estos montículos. Es una estructura de 1.50 m. de

altura sobre el nivel de la playa, con una pequeña cima. Parece totalmente construido y está constituido por sedimentos de varios orígenes con una dominante arenosa (mezcla de arena eólica, limos aluviales y constituyentes antropogénicos diversos: tiestos milimétricos, pequeños fragmentos de carbón vegetal...), en los cuales se intercalan apilamientos densos de tiestos dispuestos horizontalmente. El conjunto del corte presenta una conductividad fuerte, un pH básico y una concentración en cloruros elevada.

#### ESTUDIO GEOQUÍMICO Y SEDIMENTARIO EN CARMELITA Y CERROS COLORADOS

Durante el mes de agosto de 1992, se realizaron una serie de prospecciones geoquímicas y sedimentarias en los sitios de Carmelita y de Cerros Colorados y sus alrededores. Este trabajo tenía como objetivo estudiar los fenómenos geoquímicos y sedimentarios de las zonas naturales, a fin de compararlos con los de niveles de ocupación. Efectuamos sondeos desde las terrazas hacia los niveles de playa, y en una duna en la periferia de Carmelita. Tomamos muestras de suelos en cada perfil estratigráfico, y muestras de agua en el acuífero y en la laguna.

El principio de un doble análisis geoquímico y sedimentario (completado por los resultados de la prospección edafológica en Carmelita) pretende caracterizar los procesos naturales responsables de la distribución de la salinidad, y destacar picos de salinidad asociados a niveles de ocupación, eventualmente diagnósticos de una actividad antrópica ligada a la producción de sal.

Se hicieron medidas de conductividad, de pH y de concentración de elementos mayores (cloruros, carbonatos, sulfatos, potasio, sodio, calcio y magnesio) sobre extractos de suelos y se realizó una simulación de evaporación con los datos químicos de las aguas de los acuíferos y de la laguna, para establecer las secuencias teóricas de precipitación de los minerales salados, es decir, evaluar la composición cualitativa en sales del salitre. En otra parte, las muestras de suelos fueron observadas en un microscopio óptico, a fin de distinguir los lechos naturales, sus procesos de formación y los niveles de ocupación. La síntesis de los resultados de los análisis y de las descripciones de terreno nos permiten establecer el balance siguiente :

A) De una manera general, los sedimentos de playa contienen grandes proporciones de sodio y carbonatos, con una parte importante de cloruros. Los datos de la simulación de evaporación presentan precipitaciones en nacolita ( $\text{NaHCO}_3$ ), en halita ( $\text{NaCl}$ ) y un poco de mirabilita ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ), según una gradiente decreciente en el tiempo. Esto quiere decir que existen distintos estratos de sales; tomando en cuenta eso, el productor puede escoger las tierras y sus tiempos de decantación y concentración a fin de extraer sales de carbonatos o sales de cloruros según la utilización requerida (para la conservación de alimentos los dos tipos de sal pueden servir, para la alimentación el cloruro de sodio es mejor, por ejemplo), (Gouletquer, 1988). Notamos que los sedimentos de playa en los alrededores de Cerros Colorados presentan una salinidad más elevada en comparación con los de Carmelita.

B) Para la zona de *Carmelita*, el corte excavado hasta una profundidad de 5.m. en la duna al norte del sitio (Carmelita norte) no revela huellas de ocupación, y así nos permite comprender los procesos de formación de la duna. Presenta alternancias de limos y arenas a veces dispuestos en lechos horizontales muy finos, característicos de estrías eólicas. La mayor parte del corte presenta una salinidad baja, en los niveles inferiores la salinidad aumenta en relación con la proximidad del acuífero y de los *solontchaks* observados durante la prospección edafológica. Un nivel en lo alto del corte indica una salinidad un poco más elevada; son depósitos eólicos de material volcánico con aportes de playa en forma de Pseudo-arenas carbonatadas (lo que explica un aumento de la salinidad).

— Los sondeos realizados sobre el sitio Carmelita vienen a confirmar los resultados del estudio edafológico. En este caso, el sitio Carmelita se localiza sobre dunas naturales, constituida de niveles eólicos y de niveles lacustres que se elevan hasta un metro sobre el nivel actual de la laguna. Entre los niveles naturales se intercalan niveles de ocupación, mostrando una salinidad baja, caracterizados por el estudio edafológico.

— La identificación de niveles de sedimentación lacustre señala la proximidad de la laguna. Este sector de la cuenca conserva una franja de agua casi permanente. Estas obser-

vaciones subrayan un obstáculo para la producción de sal: la adquisición de salitre parece difícil a causa de la saturación en agua de la playa en esta época del año.

—Sin embargo, la presencia de estructuras circulares en la playa, al norte del sitio, así como de evidencias de construcciones en las orillas de la playa, sugieren la posibilidad de una explotación de sal en este sector.

C) *En Cerros Colorados*, los montones de elementos finos polvorosos, localizados en la superficie del sitio, atestiguan una sedimentación eólica. Sin embargo, la casi ausencia de vegetación (como subraya la descripción arqueológica, son verdaderas tepalcateras) impide la fijación de sedimentos y estos montones son erosionados por el viento o por las aguas de escurrimiento que arrastran los sedimentos hacia abajo de las colinas. El corte realizado en uno de los cerros presenta una morfología caracterizada por una secuencia continua de varios estratos antrópicos que siguen una distribución de salinidad irregular. Se notan especialmente unos estratos característicos en varios niveles del corte: son limos-arenosos con una estructura cohesiva aireada con muchos restos de paja más o menos descompuesta; estos niveles presentan una salinidad baja. Establecimos semejanzas con los depósitos de desechos de filtración de salitre (tierras lixiviadas) encontrados en los montículos de un sitio reciente ubicado en las orillas del pueblo de Poncitlán, al este de la cuenca, donde se producía sal hace unos treinta años.

En otra parte, ciertos niveles de ocupación identificados por la presencia de material y de constituyentes antropogénicos (tiestos, fragmentos de carbón vegetal, fragmentos de conchas...) presentan una salinidad elevada. Hay que subrayar que la posición relativa de estos niveles con respecto al acuífero hace imposible una concentración natural de sales por ascenso capilar y evaporación, como se puede observar en la superficie de la playa.

#### BALANCE Y PERSPECTIVAS

El sitio Carmelita se ubica en una zona topográfica baja (a nivel del lecho lacustre) donde está sometido a la presencia de aguas casi permanentes. Parece ser más un sitio de habitación, para poblaciones que

probablemente se dedicaron a la producción de sal en las periferias del norte, donde las condiciones parecen más adecuadas para tal actividad. Al contrario, en Cerros Colorados, habitaciones y "talleres" de producción de sal parecen muy cercanos. Por otra parte, las técnicas empleadas en el norte de Carmelita y en Cerros Colorados parecen ser diferentes, pues se encuentran materiales y estructuras distintos. Habría que identificar estas técnicas y estudiar su variabilidad para ver si es una variabilidad "cronológica" o una variabilidad dependiente del medio físico específico de cada zona. A este propósito, sería interesante seguir los fenómenos naturales durante un ciclo anual para precisar los procesos generales de estacionalidad y las singularidades de cada sector. Sería también interesante seguir los procesos fisicoquímicos tanto en estratigrafía como en un marco espacial durante las excavaciones de los sitios. Así se podría tratar de caracterizar los rasgos diagnósticos de las técnicas utilizadas para producir la sal en cada sitio.

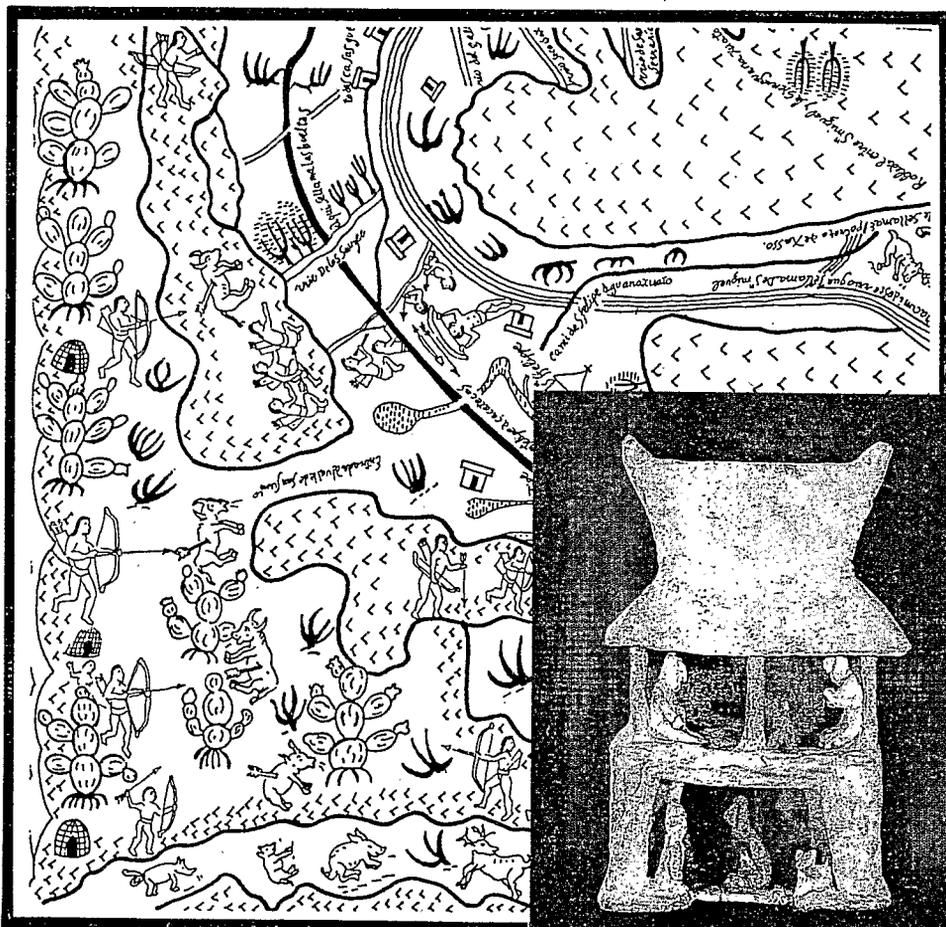
Como se ha visto a través de este estudio, el análisis contextual de los yacimientos arqueológicos nos da informaciones importantes que permiten plantear hipótesis en cuanto a la instalación de grupos humanos y a las actividades que se han desarrollado. En lo que concierne a la producción de sal, estos estudios son todavía más importantes ya que corresponden a un material arqueológico a veces escaso, y que muchas veces presenta un aspecto detrítico, muy fragmentado o muy disperso. Además, la producción de sal se desarrolla en medios particulares que requieren respuestas técnicas específicas.

## BIBLIOGRAFÍA

- COOKE Ron, Warren Andrew y Goudie Andrew. *Desert geomorphology*, University College, London, 1993, 1978, 50-67 y 202-219.
- EUGESTER Hans P., Hardie Lawrence A. "Saline Lakes", in *Lakes: Chemistry, Geology, Physics*, ed A. Lerman, New York, 1978, 238-293.
- FLORES DIAZ, Julián Alberto. *Presencia de evaporitas en el lago de Sayula, municipio de Teocuitatlán, Jalisco*, Instituto Nacional Politécnico, México, 1984.
- GOULETQUER, Pierre "Fabriquer du sel", *JATBA Journal de Botanique et d'Agriculture Appliquée*, Vol. 35, 1988, 91-110.
- KELLY, Isabel. *A Surface Survey of the Sayula-Zacoalco basins of Jalisco*, manuscrito, 1941-1944, 6-23 y 31-34.
- NEAL, Lynn A. y Phil C. Weigand. "The Salt Procurement Industry of the Atoyac, Jalisco", in *Ressources, Material Culture and Social Power in Ancient Western Mesoamerica*, American Anthropological Association, New Orleans, 1990, 20.
- PONCE, Alonso. *Relación breve y verdadera de algunas cosas de las muchas que sucedieron al Fray A. Ponce en las provincias de Nueva España, escrito en 1588*, colección de documentos inéditos para la historia de Nueva España, Madrid, 1873.
- SCHÖNDUBE, Otto, Jean-Pierre Empoux, Francisco Valdez, Rosario Acosta y Andrés Noyola. "Proyecto arqueológico cuenca de Sayula", *Primer informe técnico al Consejo de Arqueología del INAH*, Guadalajara, 1992.
- SLEIGHT, Frederick W. "Archaeological Explorations in Western Mexico", in *Explorers Journal*, vol. XLIII (3)(1965):154-161.

# TRANSFORMACIONES MAYORES en el OCCIDENTE de MEXICO

Ricardo Avila Palafox, coordinador



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Primera edición, 1994  
D.R. © 1994, Universidad de Guadalajara  
Dirección de Publicaciones  
Calderón de la Barca 280, sector Juárez  
CP 44260 Guadalajara, Jalisco, México.  
Impreso y hecho en México  
*Printed and made in Mexico*  
ISBN 968-895-607-4