



ANALES DE ANTROPOLOGÍA



Anales de Antropología 52-2 (2018): 37-53

www.revistas.unam.mx/index.php/antropologia

Artículo

Cambio climático y arqueología en el desierto de Sonora

Climate change and archaeology at the Sonora desert

César Villalobos Acosta*

*Universidad Nacional Autónoma de México/Instituto de Investigaciones Antropológicas,
Circuito Exterior, Ciudad Universitaria, Coyoacán México, 04510, CDMX, México*

Recibido el 13 de noviembre de 2017; aceptado el 22 de enero de 2018

Resumen

La relación de la investigación arqueológica con el análisis del cambio climático ha sido indisociable durante los últimos cien años. Analizando a detalle nos percatamos de que las clasificaciones culturales guardan una estrecha relación con el clima. Las interpretaciones en arqueología parcialmente han sido el resultado de las combinaciones entre clima y cultura. Sin embargo, una cosa es el cambio climático global, sobre el que se ha discutido mucho, y otra las fluctuaciones ambientales locales, que si bien no tienen efectos mundiales, son determinantes para el establecimiento, movilidad o desplazamiento de ciertos grupos en regiones particulares. Para discutir lo anterior me centro en el análisis de la arqueología del norte de México, específicamente en Sonora, donde se puede evaluar el impacto del cambio climático en procesos de larga duración. En el prelude, clarifico el uso de conceptos y describo de forma general las particularidades del desierto y los cambios climáticos asociados en su evolución geológica. En la segunda parte, enfoco las características de la historia cultural sonorense. Afirmo que existe una relación intrínseca entre cambio climático y complejidad sociocultural. En la tercera parte, puntualizo que el cambio climático global no es el único causante directo de las transformaciones culturales, por el contrario, las fluctuaciones climáticas locales parecerían ser aún más determinantes en su transformación. Concluyo argumentado que el análisis local de las fluctuaciones ambientales locales representa el tema de mayor interés y expansión en la investigación contemporánea sobre la relación entre pasado, clima y cultura.

Palabras clave: desierto; Younger Dryas; altitermal; complejidad cultural.

Keywords: desert; Younger Dryas; altitermal; cultural complexity.

Abstract

During the last hundred years, archaeological research has become increasingly important in climate change studies. It is clear that cultural classifications are closely related to climate. Cultural explanations are partially rooted in the combination of climate and culture. However, some clarification is required, about global climate change and local variations of climate. The first refers to global climate change and has been much discussed, however, other local environmental fluctuations, although they have no global effects, are determinant for the stability, mobility or displacement of certain groups in particular regions. To discuss the above, this paper focuses on the archaeology of northern Mexico, specifically Sonora to evaluate the impact of climate change on long-term processes. In the prelude of this paper, I clarify the use of concepts and describe in a general way the particularities of the desert and the climatic changes in its geological evolution. In the second part, I focus on the characteristics of the Sonoran cultural history. I affirm that there is an intrinsic relationship between climate change and sociocultural complexity. In the third part, I point out that global climate change is not the only direct cause of cultural transformations; on the contrary, local fluctuations are even more determinant in cultural dynamics. I conclude that the analysis of local environmental fluctuations represents an interesting approach in contemporary research about ancient world, climate and culture.

* Correo electrónico: cesar.villalobos.acosta@googlemail.com

Preludio: cambio climático, fluctuaciones ambientales y desierto

El estudio del clima forma parte de un área de especialización en las ciencias de la tierra, que específicamente deriva de las ciencias atmosféricas. Se ocupa principalmente de las variaciones del clima, ya sea visto de manera global o en sus expresiones regionales en diversos periodos de tiempo. Además de que considera los cambios que ocurren en el interior del planeta, estudia las relaciones con la actividad solar, la interacción de cambios, y más recientemente los efectos de la actividad humana. En este sentido, el análisis del cambio climático ha derivado en dos frentes de estudio de forma más particular.

El primero, se refiere a las condiciones sociales que aparentemente han acelerado ciertos efectos negativos, especialmente, después de la Revolución Industrial. Fundamentalmente se basa en la idea de que las actividades humanas han incidido en la producción de gases derivados de combustibles fósiles, conocidos mundialmente como gases de efecto invernadero. Las acciones de organismos internacionales fomentan la participación y, sobre todo, la política de acción encaminadas a reducir los efectos nocivos de la emisión de contaminantes, argumentando que, desde la Revolución Industrial este efecto se ha acelerado dramáticamente, lo que pone en peligro la vida en el planeta a un ritmo acelerado nunca antes visto. Los diversos protocolos (*cf. Intergovernmental Panel on Climate Change*) están encaminados a que los países participantes propongan acciones al respecto para mitigar el avance dañino ocasionado al planeta. Si bien la agenda del cambio climático es sumamente importante, los desacuerdos internacional complican la aplicación de medidas encaminadas a solucionar los problemas (Lezama 2014).

Por otra parte, el segundo frente analiza el cambio climático que ha operado a nivel geológico y en procesos de larga duración. El análisis está enmarcado por procesos geológicos de alcance mundial. Se menciona que las causas del cambio climático son multifactoriales, entre las que está la relación de la Tierra respecto al Sol, cantidad de irradiación, temperatura, etcétera. Se proponen ciclos de repetición relativamente homogéneos de calentamiento-enfriamiento del planeta. En este sentido, también hay que considerar las fluctuaciones ambientales locales que son efectos, algunos de menor impacto, de las variables antes descritas. Éstas se refieren a eventos naturales que ocasionan efectos que se perciben localmente, por ejemplo, el fenómeno denominado El Niño, el cual si bien alcanza un nivel continental, sus secuelas, lejos de ser universales, tienen efectos a nivel local, como precipitación abundante o sequías, las cuales en su conjunto pueden ser determinantes para que los actores sociales tomen decisiones.

Por lo anterior, cuando en este artículo me refiero a cambio climático, lo hago desde la segunda acepción

mencionada; es decir, a los ciclos que modifican las condiciones de vida en el planeta, entre los cuales se pueden enmarcar las fluctuaciones ambientales de carácter local que han afectado a las sociedades humanas de forma más acelerada en los últimos 15 000 años. Habiendo clarificado lo anterior, en la siguiente sección describo el ambiente desértico y la forma en que las transformaciones geológicas han sido identificadas a nivel macro-regional.

El desierto de Sonora

Contrariamente a lo que podría pensarse, el desierto ha sido uno de los ecosistemas con presencia humana desde la prehistoria hasta la actualidad. La evidencia arqueológica demuestra que por lo menos en los últimos 15 000 años diversos grupos humanos se han adaptado a las condiciones que ofrece este “ambiente extremo”. En el desierto de Sonora se han identificado evidencias que incluyen desde grupos de cazadores recolectores hasta sociedades sedentarias de compleja estructura sociocultural. Las culturas identificadas no son unitarias, divergen en tiempo y espacio; se han identificado evidencias materiales muy diversas como en otros ecosistemas, y como en cada uno de ellos, las estrategias de subsistencia han creado mecanismos adaptativos particulares; pero antes de entrar en el tema, particularicemos el desierto como escenario.

El desierto de Sonora es parte de un inmenso corredor norteamericano de ecosistemas áridos, que se extiende desde el suroeste del estado de Washington (EUA) hasta el estado de Hidalgo en el altiplano central mexicano, y desde el centro de Texas, hasta las costas del Pacífico de la península de Baja California. Este corredor árido, que cubre casi un millón de kilómetros cuadrados, se divide en cuatro grandes desiertos: la Gran cuenca, el desierto de Mohave, el desierto de Sonora y el desierto de Chihuahua. Particularmente, el desierto de Sonora incluye los desiertos continentales de Arizona, California y Sonora, incluyendo alrededor de 223 009 km²; 29% de esta área se encuentra en Estados Unidos (93 665 km²), y 71% en México, particularmente en Sonora y de ahí toma su nombre. De acuerdo con Ezcurra, 80% de esta área silvestre se conserva intacta (Ezcurra *et al.* 2002: 1).

Debido a su historia biogeográfica y a sus estrechas conexiones con las selvas bajas caducifolias tropicales que cubren las costas del Pacífico, el desierto de Sonora es sumamente rico en especies de árboles y gigantescas cactáceas columnares, lo que le confiere el aspecto de biomasa vegetal aérea en comparación con otros desiertos de clima semejante. El desierto de Sonora evolucionó durante el Pleistoceno como un corredor terrestre, es decir, un puente que conectó las selvas bajas caducifolias del Pacífico mexicano con los ecosistemas templados de la región central de Estados Unidos.

Ezcurra menciona que la triada de la península de Baja California, el golfo de California y el desierto de Sonora, se ha conjugado debido a las fuerzas de la evolu-

ción, a lo largo de millones de años de aislamiento, y ha producido formas de vida únicas, plantas desertícolas de extrañas formas y animales extraordinarios; menciona que, de hecho, los desiertos de Sonora y Baja California han sido poco menos que islas biológicas y culturales, hábitats con asombrosas y a menudo extravagantes formas de crecimiento, así como territorios de inmensa belleza natural (*op. cit.*: 2).

En este sentido, los afloramientos rocosos también son una de las principales causas de la aridez de la tierra, pues los vientos húmedos que soplan desde los mares fríos hacia los desiertos calurosos se vuelven cálidos y secos. El invierno es la única época en la que la tierra se enfría lo suficiente como para atraer algo de precipitación. Durante el verano, nubes de tipo monzónico se dirigen hacia el sistema de baja presión generado por el desierto candente, pero la mayoría de esas tormentas caen en los bosques tropicales más al sur. El desierto verdadero recibe únicamente tormentas eléctricas espectaculares, pero muy poca lluvia. Sus llanuras reciben una muy escasa precipitación, que va de los 40 mm en las partes más áridas, a casi 600 mm en las faldas de la Sierra Madre (*op. cit.*: 3).

Ezcurra y colaboradores mencionan atinadamente que la alternancia en la abundancia de los recursos, resulta una fuerza determinante en cuanto a organización ecológica del desierto de Sonora. Durante los periodos de abundancia anómala, las plantas perennes del desierto se establecen y aprestan para las largas sequías, enterrando profundamente en el suelo del desierto sus raíces pivotantes; las plantas efímeras resarcan sus bancos de semillas; los sapos desertícolas se reproducen en grandes cantidades antes de entrar nuevamente en latencia debido a la aridez, mientras que los granívoros, como las ratas de abazones y las ratas canguro, reabastecen sus almacenes subterráneos. El desierto se renueva y queda listo para enfrentar, una vez más, décadas de extrema escasez (*ibidem*). Este paisaje es el resultado del transcurso de millones de años, lo que en gran medida ha sido producido por largos cambios climáticos, un escenario en el que actúa y se regenera la especie humana.

Historia geológica, cambio climático y el desierto

Como afirman los especialistas en geología, la región del noroeste de México, que incluye Sonora, ha sido el escenario de complejos cambios bióticos y climáticos que han ocurrido desde la formación de su primera corteza terrestre (Eón Proterozoico) hace cerca de dos mil millones de años. La compleja historia geológica de Sonora, registrada en sus rocas, ha estado en un continuo movimiento y transformación desde sus fases más antiguas, historia que incluye aproximadamente 1 800 millones de años (González-León 2010: 19-20).

En este proceso de continua transformación se han identificado diversas eras que van de la Neoprotezoica, Paleozoica, Mesozoica y Cenozoica, definidas fundamen-

talmente por las características de las rocas y los procesos identificados como tectónicos, magmáticos y/o erosivos. Durante esas eras, la parte territorial que actualmente corresponde a Sonora va transformándose y es parte de los diversos continentes (Supercontinentes Columbia, Rodina, Pangea, Laurencia y Gondwana). A una gran escala, esos eventos son los que moldearon su conformación actual. En su conjunto, los principales elementos del relieve actual de Sonora fueron determinados a partir del Oligoceno, hace aproximadamente 33 millones de años, cuando emergen los valles y las sierras que actualmente conocemos (*ibidem*).

Como ya mencionamos, una de las características del desierto de Sonora es su proximidad y relación con el golfo de California. Hace entre 23 y 6 millones de años, el volcanismo fue el proceso que más influyó en su configuración. A decir de González-León, la actividad magmática anunció la formación del golfo de California. La formación del golfo inició hace aproximadamente 12 millones de años, cuando la cuenca comenzó a abrirse en su parte sur debido a la fragmentación de la corteza continental; sin embargo, no fue sino hacia los 6 millones de años cuando la dorsal se extendió hacia el norte dando lugar a la apertura continental entre la isla Tiburón y el delta del río Colorado. En este proceso fue cuando Baja California se convirtió en una península, que a la fecha se ha distanciado de Sonora, en su parte más ancha, 300 km, proceso dinámico puesto que continúa separándose aproximadamente 5 cm por año (Oskin y Stock 2003; González-León 2010).

Hay que reconocer que durante el último millón de años (un proceso que ha ocurrido del Pleistoceno medio al tardío, y que tiene sus mayores repercusiones arqueológicas en la transición Pleistoceno-Holoceno), la Tierra se ha visto afectada por no menos de diez glaciaciones de aproximadamente 100 000 años de duración cada una, las cuales se alternaron con épocas de climas más cálidos, o periodos interglaciares, de aproximadamente la misma duración. La más reciente de esas glaciaciones (conocida como Wisconsin) inició hace 100 000 años y concluyó con el retiro de los últimos glaciares hace aproximadamente 10 000 años (González-León 2010: 30), proceso que se ha denominado Holoceno.

Es en esta última época se ha documentado la existencia de grandes mamíferos, entre los que se encuentran mamuts, mastodontes, gomfoterios, gliptodontes, bisontes, camellos, llamas, tigres dientes de sable, caballos, osos hormigueros, armadillos gigantes y tapires. En Sonora se han detectado restos de muchos de ellos en sedimentos que indican ambientes de ríos y lagos con climas más cálidos, lo que indicaría un clima próspero durante periodos interglaciares (González-León 2010: 30).

Se ha documentado que se extinguieron por lo menos 15 géneros de la mega-fauna entre 11 500 y 10 000 años antes del presente (ap). Aun no es claro si ello se debió a la conducta depredadora del humano (aspecto que cada vez parece menos plausible), o quizá más acertadamente fue ocasionado por el cambio climático que caracterizó

el Holoceno (climas más cálidos y secos), etapa en la que aún vivimos y que coincide con la nueva época interglaciaria.¹ La historia cultural en este sentido ha aportado una visión más concreta del desarrollo humano y su íntima relación con el paisaje. Así lo expondré más adelante en este artículo.

Utilizo esta panorámica de la geología en este texto para mostrar que la evolución del paisaje es un elemento inherente, no sólo a la vida, sino que es paralela a la dinámica del planeta. Los cambios en tiempos geológicos, si bien no son perceptibles de forma directa por el humano, operan de forma constante. Probablemente ni el ojo entrenado de los pescadores del golfo de California podrá percibir los cinco centímetros anuales de distanciamiento de la península respecto al territorio continental de Sonora. Sin embargo, es un proceso que, a largo plazo, será notorio para generaciones futuras e influirá en la relación de los seres vivos con su medio circundante. La entrada del Holoceno es realmente el punto de partida para evaluar las condiciones más particulares de la adaptación y transformación del paisaje desde la perspectiva arqueológica y es el objetivo del presente trabajo y es en términos generales.

Ahora bien, en el presente artículo identifico las investigaciones que han abordado el cambio paleo-climático y su relación con la cultura, es decir, si existen oscilaciones percibidas por la acción humana a partir de las cuales se hayan generado estrategias particulares de subsistencia. El objetivo será ilustrar este proceso en el caso de Sonora, especialmente los eventos climáticos abruptos (como el *Younger Dryas* y el *Altitermal*), las respuestas humanas que podrían estar asociadas con tales eventos, así como con otras fluctuaciones climáticas de carácter local (sequías y/o inundaciones).

El *Younger Dryas* se ha identificado como un evento que ocurrió alrededor de 12 800 antes del presente (ap), es el ejemplo por excelencia del cambio climático abrupto. Se observa mejor en glaciares de Groenlandia, aunque tuvo consecuencias muy marcadas sobre Europa, Norteamérica y hasta Nueva Zelanda. El *Younger Dryas* es un valioso estudio de caso: se ha producido recientemente por lo que sus registros están relativamente bien conservados, y parece haber dejado huellas en todo el mundo. Hace alrededor de 15 000 años, la Tierra comenzó a calentarse abruptamente después de aproximadamente 100 000 años de una “era de hielo”, lo que técnicamente se conoce como el fin de la glaciación. Como resultado, las grandes capas de hielo que cubrían importantes partes de América del Norte y Europa, comenzaron a derretirse. Un óptimo climático conocido como el “*Bölling-Allerød*” fue alcanzado poco después, alrededor de 14 700 ap. Sin embargo, a partir de aproximadamente 12 800 ap, la Tie-

rra regresó muy rápidamente a condiciones casi glaciales (es decir, fría, seca y ventosa), y permaneció así por cerca de 1 200 años. El aspecto más espectacular del *Younger Dryas* es que terminó muy abruptamente (hace alrededor de 11 600 años), y aunque la fecha no se puede saber exactamente, se calcula a partir del núcleo de hielo de Groenlandia con bandas anuales que la temperatura media anual aumentó en alrededor de 10° C en 10 años, es decir, se generaron las condiciones para el desarrollo de la agricultura y de una etapa de la vida humana de la que literalmente somos resultado (independientemente de que el *Homo sapiens sapiens* y otras especies en el árbol genealógico humano fueron testigos de estos procesos geológicos).

En cambio, el *Altitermal* (también conocido como el Holoceno Medio) está fechado aproximadamente entre los años de 7 500 a 4 500 ap (5 500-2 500 aC), que es conocido como un periodo de estrés climático macro-regional representado por temperaturas muy altas y un descenso considerable de las lluvias (Antevs 1948; Antevs 1955). La severidad de las condiciones ambientales ocurrió de diversas formas de región en región; algunos autores consideran que en ciertas partes los grupos humanos tuvieron que adaptarse a las sequías, otros lugares fueron abandonados casi por completo y la gente tuvo que refugiarse en lugares con mayor elevación o con microclimas mucho más amigables (Betancourt *et al.* 1990; Holliday y Meltzer 1996; Meltzer y Holliday 2010; Carpenter y Sánchez 2013). Se ha mencionado que en el desierto de Sonora el *Altitermal* se caracteriza por la falta de depósitos y registros arqueológicos debido a la gran sequía; no existen sitios identificados y/o fechados para esa época lo que parece demostrar que los modelos que plantean condiciones ambientales inhóspitas son correctos (Berry y Berry 1986; Benson y Berry 2009).

Arqueología en Sonora: historia cultural

En el norte de México la arqueología de Sonora probablemente sea una de las más investigadas. De acuerdo con la historia de sus investigaciones se puede rastrear información a lo largo de más de cien años (Villalobos 2008). Es innegable que su proximidad con Arizona, Estados Unidos, una de las regiones arqueológicas más investigadas en el mundo, tuvo un efecto positivo, debido a que una buena cantidad de investigadores cruzaron la frontera (aún sin muro), para encontrar respuestas a las incógnitas que se desprendían del análisis de los contextos culturales en el *American Southwest*. Fue así como, adicional al interés norteamericano, una buena cantidad de arqueólogos nacionales encontró un nicho de investigación prolífico en el norte de México, que en su conjunto ha conformado una rica historia de investigación (si bien falta mucho por hacer, hasta ahora los resultados parecen muy alentadores). Así, la historia cultural se puede sintetizar de la siguiente manera: en una escala macro-regional la amplia área que abarca el

¹ Actualmente se propone que debido a la influencia de las actividades humanas sobre la tierra, una relación acelerada a partir de la segunda mitad del siglo XVIII, como vimos arriba, el periodo marcado por la Revolución Industrial, se puede hablar de una nueva era que se puede denominar Antropoceno (Cruzen y Stoemer 2000. The Anthropocene. IGBP Newsletter, 41: 17-18.).

noroeste de México y el suroeste de los Estados Unidos estuvo habitada por pueblos cazadores recolectores con una cronología que rebasa los 10 000 años de antigüedad y que alcanza su más alta densidad demográfica entre el 1000 dC y 1450 dC, dicha región incluía a diferentes culturas locales en una diversidad de nichos ecológicos particulares (Cordell 1984a; Villalpando 2000a; Phillips 1989). La mayoría de los investigadores que trabajan en esta mega área siguen un marco cronológico general, aunque con variantes regionales; existe una caracterización que sirve de base para comprender la historia cultural en su aspecto más amplio. Los principales periodos de esta cronología en la época prehispanica incluyen Paleoindio, Arcaico y Cerámico, cronotopos que reflejan ciertos componentes sociales y denotan el desarrollo cultural.

Paleoindio

De acuerdo con el empleo de este término se hace alusión a un periodo temporal con marcadas fluctuaciones climáticas, especialmente relacionadas con el *Younger Dryas*, en el cual, grupos humanos de origen presumiblemente asiático y cuyos ancestros participaron en ciertos movimientos de migración a través del llamado “corredor libre de hielo” del Estrecho de Bering entre 13 000 y 12 000 años, durante el fin del periodo glacial del Pleistoceno terminal. Considerando esa premisa se cree que los flujos migratorios se desplazaron de norte a sur, hacia las regiones de las Grandes planicies y la Gran cuenca en el actual territorio de los Estados Unidos (Huckell 1996; Sánchez Morales 2012) en un movimiento gradual que desde luego dejó evidencias materiales en el contexto arqueológico.

La antigüedad cultural de este periodo se ha ubicado como fecha máxima en el 11 500 ap y *circa* 8000/7500 ap, definida por evidencia material de grupos humanos, cuyos útiles se conocen como complejo Clovis (Cordell 1984b). De acuerdo con esto se genera la llamada “Teoría *The Clovis First*”, que relaciona los cambios ambientales mencionados líneas arriba con los movimientos poblacionales de grupos de cazadores-recolectores (Cobb y McGuire 2009). Estos grupos emplearon estrategias de supervivencia en torno al nomadismo y complejas herramientas que permitieron su movilidad en amplios territorios. La característica esencial ha sido la identificación de una tecnología muy sofisticada en el manejo de herramientas líticas, particularmente una tecnología de producción de puntas de proyectil de cuerpo lanceolado con acanaladuras basales; adicionalmente incluye navajas, pequeños raspadores terminales, algunos con espolón, y el proceso de reducción de bifaciales. La técnica sofisticada de lasqueo de estos materiales implica un complejo sistema de manufactura, así como de la obtención de recursos minerales, ya que la ubicación de las fuentes de materia prima están apartadas de la ubicación de las puntas de proyectil en su contexto arqueológico, es decir, se infiere la importancia de traer consigo herramientas que pudieran ser rejuvenecidas o manufacturadas a partir de

preformas a través de largas distancias, pero sobre todo se infieren complejos sistemas de abastecimiento de la materia prima (Cobb y McGuire 2009; Cordell 1984b).

En dicho sentido, se han establecido algunas cronologías basadas en la ubicación de industrias líticas distintivas por puntas de proyectil en diversos contextos. Estos hallazgos se ubican en el área del suroeste de los Estados Unidos, que en orden cronológico son: Clovis, Folsom, Plainview, Agate Basin, Firstview, Cody (Cobb y McGuire 2009; Cordell 1984b). Algunos sitios con abundantes investigaciones y fechamientos son: Lehner, Naco, Escapule y Murray Springs en Arizona; Blackwater Draw en Nuevo México; Lubbock Lake y Gault en Texas; Dent en Colorado; Domebo en Oklahoma; Angus y Sheaman en Nebraska; Colby en Wyoming, y Lange-Ferguson en Dakota del Sur (Anderson y Faught 1998; Sánchez Morales 2012). Éstos, en algunos casos están relacionados con los llamados sitios de caza y destazamiento de fauna pleistocénica, especies que a partir del 8 000 ap sufrieron un proceso de extinción, debido a lo cual los grupos paleoindios, o algunos contemporáneos, transformaron su forma de subsistencia en nuevas estrategias que implicaron el aprovechamiento de especies vegetales y especies animales de menor tamaño.

De igual manera, en el territorio mexicano existe evidencia de ocupación de los llamados grupos Clovis en el norte de México, ejemplo de ello es el actual estado de Sonora, donde se han hallado puntas Clovis aisladas y yacimientos de materias primas, áreas de desecho y talleres líticos de grandes dimensiones. La mayoría de estos espacios se distribuye en la parte norte-centro del estado, entre ellos La Playa, El Bajío, El Aigame y El Fin del Mundo (Sánchez Morales 2012; Sanchez 2001; Sánchez 2010; Sánchez y Carpenter 2009; Sánchez *et al.* 2009). En algunos de estos sitios se ubicaron puntas de proyectil de cuerpo lanceolado similares a tipos Plainview, por ejemplo, que, en cierta manera, indican reminiscencias de tradiciones tecnológicas paleoindias, ya que en el área oeste de la Sierra Madre Occidental no hay evidencias de materiales Folsom, mientras que al este sí hay evidencia de dichos elementos, sin la presencia de materiales Clovis; por otra parte, se sugiere que la secuencia de materiales de un periodo posterior a Clovis en Sonora indica sustitución de ocupación y/o transformación en los medios de subsistencia.

Un sitio que por sus particularidades es importante mencionar es el denominado el Fin del Mundo. En este sitio se han identificado quienes podrían ser los primeros cazadores en realizar herramientas Clovis. Sánchez y colaboradores presentan evidencia de ocupación y caza de pobladores Clovis, alrededor de 11 550 ap. El sitio incluye evidencia de un gomfoterio (*Cuvieronius* sp) como una presa Clovis, es decir, los autores argumentan una relación contextual de los restos del animal con puntas Clovis para su destazamiento. Este hallazgo es único en su género y sin parangón en territorio sonorense. Ello les ha permitido establecer el Fin del Mundo como uno de

los sitios Clovis más antiguos y uno de los más sureños de los ya conocidos (Meltzer 2014; Sanchez *et al.* 2014).

Arcaico

Se ha denominado como Arcaico al periodo siguiente del Paleolítico y que precede la presencia de material cerámico, lo que marca su fin. El periodo Arcaico se ha ubicado cronológicamente con mayor aceptación entre 8 000/8 500 ap y 2 000/1 500 ap (Huckell 1996). El arcaico se ha identificado a partir de la aparición de nuevas formas de vida, las cuales se caracterizaron por estrategias y dinámicas a partir de la reestructuración de los grupos paleoindios, dirigidas especialmente al aprovechamiento de una variedad amplia de recursos faunísticos, vegetales e incluso semillas (Cobb y McGuire 2009; Huckell 1996). El elemento cultural más importante para este periodo ha sido la presencia de piedras de molienda, artefactos que, de acuerdo con diversas posturas, inciden en el aprovechamiento de diversos recursos alimenticios, así como para la producción de otros útiles (Sánchez Morales 2012). El final del periodo Arcaico coincide en algunas regiones con la aparición de la cerámica y la adopción de la agricultura de forma más sistemática, aunque hay que considerar que ninguno de los dos es marcador definitivo. Por un lado, existe evidencia de que la agricultura se intensifica hacia el final del Arcaico, y por otro, que la aparición de la cerámica es un fenómeno independiente, emergencia que podría situarse entre el 200 aC-200 dC. Sin embargo, es difícil establecer un patrón generalizado, debido a que no en todas las regiones puede considerarse que ocurre de esta forma (Cobb y McGuire 2009: 937).

Entre las características de este periodo se considera la movilidad de los grupos humanos en la búsqueda de recursos, lo que implicó una forma de diversificación del espacio; la diversidad de herramientas manufacturadas de lítica tallada, como es el caso de las puntas de proyectil, empieza a sugerir cierto proceso de regionalización, además de una dispersión considerable de tipos de materia prima específica, lo cual indica posibles rutas de migración que continuaron formando parte de cierta cotidianidad del estilo de vida en el Holoceno temprano (Cobb y McGuire 2009).

Comúnmente, para su estudio, el periodo Arcaico se ha subdividido en tres estadios principalmente: el Arcaico temprano cuyo inicio se ha fijado hacia 8 000/8 500 ap, el Arcaico medio que inicia en 5 500 ap y concluye en 3 500 ap y por último, el Arcaico tardío/Agricultura temprana que inicia en 3 500 ap y termina en 2 000/1 500 ap con la consecuente variabilidad regional de la adopción de la cerámica utilitaria que ocurre en un periodo entre 150 aC-500/550 dC.

Cerámico

La aparición de la cerámica es todo un debate en el noroeste/suroeste, pues si bien su uso funcional más

extendido es tardío (*circa* 200 dC), existen evidencias que identifican su aparición hacia 1 500 aC; Heidke y Habicht-Mauche (1998) mencionan que la emergencia de la cerámica en el suroeste de Estados Unidos, particularmente en el desierto de Sonora, puede rastrearse por lo menos desde 1 500 aC, con tres periodos graduales en los que se observan sus transformaciones. En el primer periodo llamado cerámica de manufactura ritual, los antiguos pobladores de este territorio empezaron a trabajar la arcilla, sin embargo, su producción no era funcional sino ornamental, la evidencia de figurillas y otros artefactos no funcionales lo hacen parecer plausible. El segundo periodo abarca de 150 dC-500/550 dC, y se caracteriza por la aparición de ollas monocromas, generalmente usadas para almacenamiento, pero también existe un rango completo de formas utilizadas en procesamiento de alimentación. En el tercer periodo, de 500/550-700 dC, emergen las tradiciones cerámicas más importantes en el suroeste norteamericano, para este momento ya existe un rango completo de formas, pero además la cerámica se convierte en un importante aspecto del intercambio económico y simbólico (*op. cit.*).

Se ha considerado que, con variaciones locales, el noroeste de Sonora comparte las características propuestas por Heidke y asociados (*op. cit.*); sin embargo, hay que mencionar que, si bien el esquema que plantean para la cerámica es adecuado, aún falta identificar las fases cerámicas más tempranas. De acuerdo con esa división, y respecto al tercer episodio, se pueden identificar las tradiciones arqueológicas cerámicas de Sonora: Trincheras, Costa central y Huatabampo (en las tierras bajas y zonas desérticas); así como río Sonora y Casas grandes (en las zonas más altas) (Villalpando 2000a). Durante el periodo que abarcan estas tradiciones, los grupos asumen un patrón de asentamiento distinto marcado por la apropiación de espacios con cierto grado de identidad, además de complejas relaciones de intercambio, así como cultivo de maíz, que si bien ya se había identificado en el periodo de agricultura temprana, forma parte de un flujo de comunicación, población y materiales entre territorios, como el suroeste de Estados Unidos y en el noroeste de México (Brand 1935; Villalpando 2000a). En general, este cuadro cronológico de historia cultural permite ejemplificar los procesos y dinámicas sociales que se han gestado en un largo periodo de tiempo. Las transformaciones de grupos humanos totalmente nómadas a grupos que se establecieron en un área durante más tiempo, y con otras formas de subsistencia, derivó eventualmente en la regionalización de las sociedades, que es más evidente culturalmente en el periodo cerámico.

Se considera que el estado de Sonora refleja una enorme historia de ocupación humana representada por evidencias culturales que comenzaron desde finales del Pleistoceno y continuaron hasta tiempos recientes. Los grupos humanos que habitaron el desierto de Sonora sobrevivieron y generaron estrategias particulares en un ambiente severo y, como ha quedado evidenciado, cambiaron a lo largo del tiempo. Como se ha documentado

en la literatura especializada, el actual territorio de Sonora tiene evidencia (por lo menos), de dos cambios climáticos drásticos y de larga duración. El primero durante el Pleistoceno terminal conocido como *Younger Dryas* (*Anathermal*), y posteriormente durante el Holoceno medio conocido como Óptimo Climático (*Altitermal*) (Álvarez y Cassiano 2013). Los grupos humanos tuvieron que generar respuestas culturales a estos periodos de extrema desertificación, en los cuales ocurrieron abandonos esporádicos del desierto, aunque las poblaciones volvieron a ocupar el desierto y lograron adaptarse y permanecer en las zonas desérticas e inclusive desarrollar comunidades sedentarias de agricultores incipientes (Carpenter y Sánchez 2013).

Lo que se muestra en las líneas anteriores es un muy breve resumen de la historia cultural de dinámicas sociales complejas, que ocurrieron de forma relativamente parecida en el desierto de Sonora. Como se observa en la amplia distribución de algunos de estos materiales, es probable que se tienda a una compleja red de elementos multifactoriales en donde clima y cultura se han entrelazado para producir efectos específicos, que en conjunto han generado las condiciones para la emergencia de patrones culturales, y que en la época tardía, permitieron el establecimiento de unidades políticas bien diferenciadas en etapas previas al contacto con poblaciones europeas. En lo relativo al tema de estudio de este artículo, volvamos a la relación entre cambio climático y procesos culturales. En un sentido amplio, el cambio climático ha propiciado una diversificación sociocultural de lo simple a lo complejo, y que si bien aún falta trabajo por hacer, especialmente relacionado con cambio climático micro-regional, se puede hablar, en términos generales, de una tendencia al constreñimiento en el uso del espacio y a la diversificación en los patrones culturales, lo que en su conjunto deviene en sociedades más complejas.

Cambio climático y diversificación sociocultural

A partir de la investigación en estos sitios del desierto de Sonora, se ha argumentado que los cambios culturales de larga duración han sido, parcialmente, el resultado de fluctuaciones climáticas, especialmente la transición del Pleistoceno terminal al Holoceno temprano, así como el periodo conocido como *Altitermal*, lo que eventualmente desemboca en los cambios ocurridos en el periodo de agricultura temprana y posterior surgimiento de la cerámica. En dichas transformaciones, tanto la fauna como la flora y el papel de las tecnologías parecen haber estado interrelacionados. En el caso de la fauna se argumenta que la tecnología Clovis respondió a la necesidad de la cacería de megafauna (como mamuts, gomfoterios y otras especies mayores) que requería de la sofisticación en la tecnología lítica, especialmente de sus puntas de proyectil. El impacto de un cambio climático de tales dimensiones también se materializó en la subsistencia, así como en las formas de relación con

el entorno. Posteriormente, otro de los periodos que marcan un cambio radical es el conocido regionalmente como *Altitermal* que, aunado a la incorporación de las técnicas agrícolas, eventualmente contribuyó a una mayor diversificación cultural en los periodos cerámicos.

Como se ha mencionado, si bien existe una postura general sobre el cambio climático, y en arqueología ha sido un binomio históricamente construido (Villalobos 2016), son relativamente pocas las investigaciones contemporáneas que se centran en esta temática. Hace un par de décadas el enfoque disciplinar ha empezado a poner mayor atención sobre ello. Se ha abierto un campo de estudio cuyas investigaciones se plantean a partir del supuesto para analizar el desarrollo tecnológico, el patrón de asentamiento y el cambio climático y/o fluctuaciones climáticas en procesos de larga duración. Lo anterior se muestra como un potencial enorme para tratar de comprender los mecanismos de diversificación y complejidad sociocultural. Existen avances parciales de este importante proceso y la propuesta presentada aquí se suma a estos esfuerzos para comprender procesos de larga duración en la relación entre cultura y medio ambiente. Como trataré de argumentar en lo que sigue, se puede proponer que los procesos en los que se relaciona ambiente y cultura culminan, potencialmente, con tecnologías muy particulares, ya sea la modificación de patrones de subsistencia, el surgimiento de la agricultura o la emergencia de la cerámica; éstos paralelamente se podrían considerar como la base de procesos hacia la complejidad social que, si bien inician en los periodos tempranos (Paleoindio y/o Arcaico) se manifiestan más visiblemente en el periodo cerámico tardío con tradiciones arqueológicas bien definidas (cuadro 1). Sin embargo, el proceso no es unilineal ni tampoco es el resultado simple de la suma de cambio climático y procesos culturales o a la inversa.

Como se ha observado, el estado de Sonora refleja una enorme historia de ocupación humana representada por varios desarrollos culturales que comenzaron desde finales del Pleistoceno y continuaron hasta tiempos recientes (Sauer y Brand 1931; Braniff 1992; Bowen 1976a; Bowen 1976c; Bowen 1976b; Bowen s/f; Hinton 1955; Villalpando 1989; Villalpando 2000b; Villalpando 2000a; Villalpando 2001; McGuire y Villalpando 1993; McGuire y Villalpando 1998; Villalpando y McGuire 2007; McGuire 2008; Braniff s/f; Hayden 1972; Villalobos 2002; Villalobos 2007; Villalobos 2008; Villalobos 2011; Carpenter 2009; Carpenter y Sánchez 2013; Carpenter *et al.* 2003; Sánchez y Carpenter 2003; Sánchez y Carpenter 2009; Pailes 2017). Los grupos humanos que habitaron el desierto de Sonora sobrevivieron y generaron estrategias particulares para subsistir en un ambiente severo. Estos grupos tuvieron que enfrentar por lo menos dos cambios climáticos drásticos y de larga duración. Como se mencionó arriba, el primero durante el Pleistoceno terminal conocido como *Younger Dryas*, y posteriormente durante el *Altitermal* (cuadro 1). Durante estos periodos de extrema desertificación ocurrieron abandonos esporádicos del desierto, aunque las pobla-

Cuadro 1. *Principales periodos mencionados en el texto*

Periodo/Temporalidad	Paloindio		Arcaico			Periodo cerámico
			10 000 ap-300 dC			ca 300 dC-siglo XVI
		Temprano	Medio	Tardío		
		8 500-5 500 ap	5 500-2 500 ap	3 500 ap-300 dC		
Cambio climático	Anathermal	Altitermal	Mediterranean			
Elemento diagnóstico	Cacería de megafauna			Adopción de agricultura	Emergencia de la cerámica	Culturas: trincheras, Costa Central, Huatabampo, Río Sonora, Casas Grandes
Uso del espacio	Macro-regional	Regionalización			Culturas locales	
Tecnología (diagnósticos)	Clovis/Folsom/ Plainview/Agate/Basin/ Firstview/Cody	Jay/Mohave/Silver Lake	Pinto/San José	Chiricahua/Cortaro/ Datil/Elko/Gypsum	Imperio/San Pedro/Ciénega	Diversificación tecnológica
<<>> Cambio climático <<>> Diversificación <<>> complejidad sociocultural <<>>						

ciones volvieron a ocupar el desierto y lograron adaptarse y permanecer en las zonas desérticas e inclusive desarrollar comunidades sedentarias de agricultores incipientes (Carpenter y Sánchez 2013).

Los grupos humanos tuvieron que adaptarse a la sequía, otros lugares casi fueron abandonados por completo y la gente debió refugiarse en lugares a mayor elevación o con microclimas mucho más amigables. En el desierto de Sonora el *Altitermal* se caracteriza por la falta de depósitos y registros arqueológicos, debido a que la gran sequía erosionó la mayoría de los depósitos y existe un hiato estratigráfico que parece corroborar los modelos que plantean condiciones ambientales inhóspitas.

Ahora bien, como he afirmado en diversas partes de este artículo, el cambio climático abrupto no es el único factor que desencadena procesos culturales. Si bien la transición Pleistoceno/Holoceno ilumina de forma muy clara el periodo Paleoindio, mientras que el *Altitermal* da paso al surgimiento de la agricultura en la región y permite el surgimiento de aldeas sedentarias en los periodos cerámicos, la adopción de la cerámica y el establecimiento de aldeas, así como el colapso de estas sociedades, operan en procesos de corta, mediana y larga duración, en donde el cambio climático abrupto deja dudas sobre su influencia en los humanos. Es en este sentido que la investigación sobre fluctuaciones ambientales ofrece una alternativa de trabajo para dilucidar lo que aquí se menciona. A continuación, me centro en la discusión de esta temática.

Cambio climático y fluctuaciones ambientales

La propuesta de este artículo se basa en el argumento de que los cambios climáticos, así como las fluctuaciones ambientales influyeron en el curso de la historia prehispánica y han generado cambios en los sistemas socioeconómicos regionales, politización del territorio y com-

plejidad sociocultural (cuadro 1). El clima siempre ha influido en la historia (Lorenzo 1992); es decir, desde que hay registros (directos o indirectos) se perciben fluctuaciones climáticas, y el paradigma entre clima y cultura ha sido históricamente construido (Villalobos 2016). En una perspectiva global se ha documentado cómo el clima ha influido el desarrollo de la civilización (Fagan 2004; Fagan 2007; Flannery 1969; Binford 1968; Vierra 2005). Sin embargo, si todo lo pusieramos en el corsé conceptual del cambio climático abrupto, se perdería la utilidad del análisis por la amplitud general del término. Hay que distinguir entre aquellas oscilaciones abruptas (como el *Younger Dryas*) que transforman en cuestión de miles o cientos de años las condiciones del planeta, y aquellas que repercuten micro regionalmente en periodos más cortos (decenas de años). Veamos un ejemplo de fluctuaciones de la precipitación en la época moderna, para luego observar sus implicaciones en el pasado.

El Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE) presenta información muy completa sobre las estimaciones de la precipitación, particularmente de las últimas cinco décadas, de acuerdo con las diversas mediciones que lleva a cabo en las estaciones ubicadas el noroeste de México. En este caso, y sólo como un método didáctico para comprender la variabilidad micro climática, se presentan datos de su oscilación, se toman como ejemplo dos estaciones que tienen una mayor y mejor medición durante este lapso de tiempo, y que se ubican en el área de estudio (en la costa norte de Baja California y Sonora).

El desierto de Sonora mantiene un promedio aproximado de 100 mm de precipitación anual. Este promedio puede variar de acuerdo con la cercanía al mar y/o alguna variante micro topográfica. Las estadísticas regionales, en su mayoría, muestran oscilaciones que, vistas desde una perspectiva macro regional, no son significativas. Sin embargo, si se observan dichas variantes a un nivel micro

local, existen periodos prolongados (de 15 a 20 años) de ausencia de lluvia, lo que tiene un efecto muy importante sobre la movilidad y habitación de los lugares específicos. Dichas variantes fueron identificadas en las últimas cinco décadas, sin embargo, visto desde la perspectiva de análisis del presente artículo, la utilidad sería analizar tales variaciones en climas pretéritos, y por supuesto correlacionarlos con eventos culturales, algo que será de suma importancia.

En la figura 1, proveniente de la estación 26 071 ubicada en Puerto Libertad, Sonora, abarca de 1960 a 2007, con un rango de confiabilidad de 100% en la toma de medidas (figura 1). Se muestra la variabilidad de la precipitación, si bien el promedio es de 89.71 mm, resaltan casi 10 años con una baja precipitación, o prácticamente nula (1976-1980). Posteriormente existen datos –como el de 1983– con una elevada y anómala precipitación de 228 mm. Lo interesante es demostrar la variabilidad de la precipitación, positiva o negativa y pensar en las implicaciones culturales de esos fenómenos.

Un ejemplo aun más drástico de lo anterior, lo representa la estación 2 046, ubicada en San Felipe, Baja California, justo en la costa opuesta de Puerto Peñasco (figura 2). Aquí, la precipitación anual ronda los 56.44 mm. En 1973 hubo lluvias anómalas que elevaron la precipitación arriba de los 322 mm, cayendo en picada por la siguiente década, pero fue en 1988 cuando no hubo lluvias prácticamente por diez años, lo que también tendría efectos negativos en las actividades humanas.

Para las sociedades humanas este tipo de variaciones tiene elevados costos y, si en la actualidad repercute de forma intensa (las sequías, o las inundaciones producen efectos devastadores para comunidades locales), en el pasado dichas variantes pudieron ser la causa de migraciones y transformaciones en los asentamientos humanos y, por tanto, repercutir en el registro arqueológico. Tanto

la excesiva precipitación como su ausencia tienen efectos considerables sobre las sociedades humanas (Escobar 1997). En su fase más crítica, las sequías e inundaciones son detonadores de problemas sociales, culturales, económicos y políticos. En momentos de crisis por agua, por ejemplo, emergen conflictos de diversa índole que repercuten directamente sobre la población y sus formas de organización; es decir, se puede hablar de cambios climáticos micro locales que transforman a las sociedades en alguna de sus representaciones.

Observando de forma más estructurada estos fenómenos, Carlos Mondragón (2014), en su estudio etnográfico en las islas del Pacífico occidental, demuestra con epistemologías mixtas (es decir, una combinación de saber occidental e indígena) que los fenómenos conocidos como El Niño (sequía) y La Niña (lluvias abundantes) han tenido efectos importantes en la producción agrícola local y, en algunos casos, se ha elevado al nivel ritual. Mondragón observa que los extremos de sequía y lluvia se presentan aproximadamente dos veces por década y sirven para sincronizar las actividades hortícolas con el ciclo ritual iniciático más importante en la vida social del archipiélago. El ciclo se conoce como *lehtemet*; su organización exige un esfuerzo colectivo enorme, dado que requiere la presentación de grandes cantidades de ñame ceremonial, pero también significa que una parte importante de los habitantes masculinos de las aldeas se ausentan durante varias horas al día a lo largo de más de tres meses con la finalidad de elaborar atuendos rituales que portarán durante el evento climático de esta ceremonia. Mondragón afirma que es por eso que los *lehtemet* no se llevan a cabo con frecuencia: casi nunca más de dos veces por década (Mondragón 2014: 372). Sin embargo, las respuestas culturales a los cambios medioambientales, no sólo ocurren en la época contemporánea, ni sólo en contextos etnográficos. En la década de 1930, los geógrafos

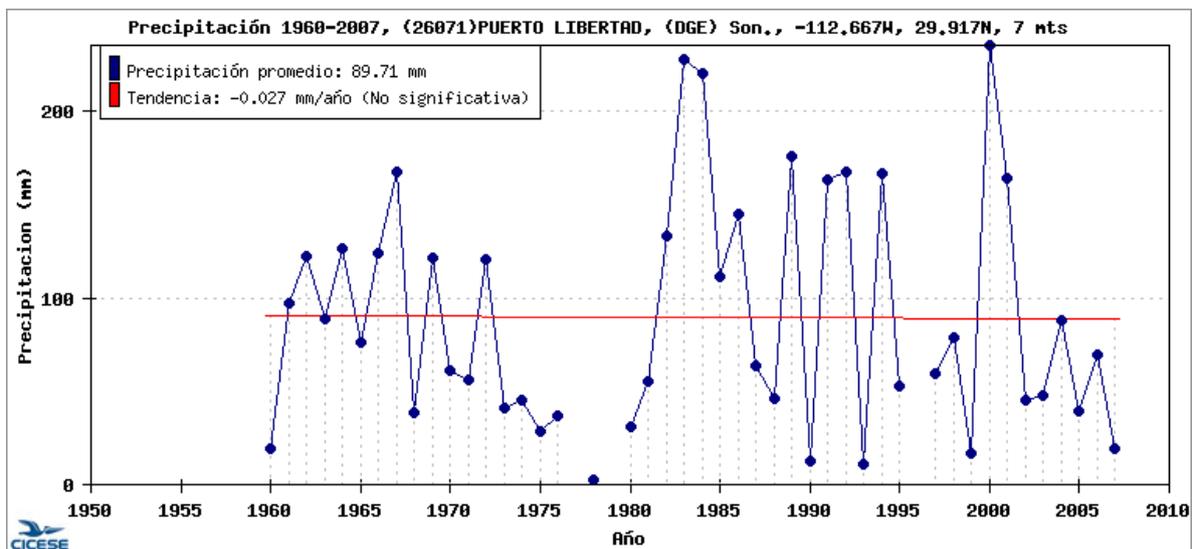


Figura 1. Monitoreo de lluvias, Puerto Libertad, Sonora (fuente: CICESE).

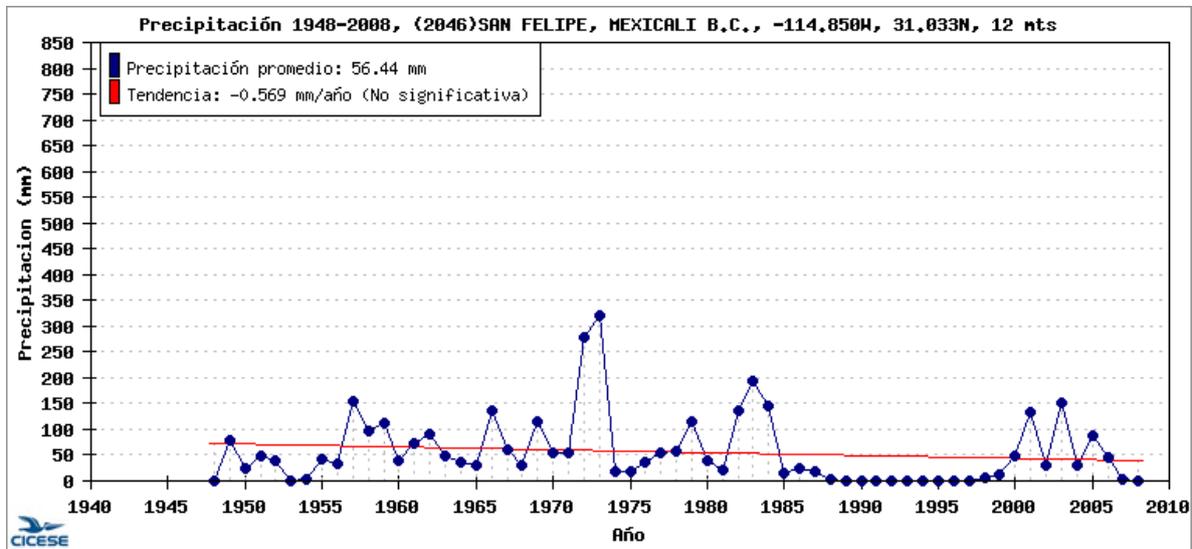


Figura 2. Monitoreo de lluvias, San Felipe, Mexicali B.C. (fuente: CICESE).

Carl Sauer y Donald Brand diagnosticaron que el decaimiento de la agricultura durante las primeras dos décadas del siglo XX se debió a un ciclo de erosión catastrófica que comenzó a finales del siglo XIX con el sobrepastoreo, la drástica profundización de los cauces de los arroyos y la correspondiente pérdida de una corriente continua y su ramificación en otras de menor tamaño (Sauer y Brand 1931: 132). Analizando la prehistoria con este tipo de análisis micro regional se pueden inferir tendencias similares, como a continuación menciono.

El caso del suroeste norteamericano es ilustrativo. De acuerdo con la variable de precipitación en un periodo que abarca de 1 200 a 2 000 dC, se ha podido constatar sequías prolongadas que, al parecer, tuvieron efectos sobre las sociedades (Menocal de 2001). En esta región se determinó que habían existido, por lo menos, tres momentos de sequías prolongadas, la primera del 1260 al 1340 dC, la segunda de 1560 a 1650 dC y la tercera de 1910 a 1960 dC. Por particulares razones me detengo en la de 1280 dC, la sequía de 26 años de la década de 1280 fue similarmente prolongada y generalizada. En el momento de esa sequía, los Anasazi, antepasados de los indios Pueblo modernos, habían establecido desde hacía mucho tiempo sofisticadas aldeas de piedra y adobe en las tierras altas semiáridas y cañones del suroeste de Estados Unidos. Las investigaciones arqueológicas de los asentamientos Anasazi han documentado que muchos sitios fueron abandonados abruptamente cerca del final del siglo XIII. Las razones citadas para el colapso del Anasazi incluyen la balcanización emergente, la guerra y la agitación religiosa dentro de la región, así como el inicio de la sequía severa y condiciones y deforestación regional. Si la sequía iniciada en la década de 1280 fue el factor determinante en el colapso del Anasazi sigue estando a debate, pero la evidencia arqueológica actual implica firmemente la sequía como un factor desestabilizador importante (Menocal de 2001).

Las sociedades modernas exhiben una marcada resistencia a las sequías interanuales o por décadas, sin embargo, las respuestas culturales del pasado a las sequías que duraron décadas y centurias sólo pueden resolverse mediante la integración de registros arqueológicos y paleoclimáticos detallados. Las respuestas culturales a una prolongada sequía son diversas y dependen de la época y las condiciones particulares, pueden incluir migraciones, el abandono urbano y/o el colapso del Estado. Un estudio más a fondo de las adaptaciones culturales pasadas al cambio climático persistente puede proporcionar una perspectiva valiosa sobre las respuestas posibles de las sociedades modernas al cambio climático del futuro (*ibidem*).

Por otro lado, desde la perspectiva paleoecológica también se han detectado micro variaciones climáticas. Uno de los aspectos más interesantes en el reconocimiento de paleofauna es el análisis de las madrigueras de roedores prehistóricos (*packrat middens*). Se habla específicamente de la especie de *Neotoma* (spp) que incluye alrededor de 21 familias, que habitan el continente americano, desde Canadá hasta Nicaragua; incluye distintos nichos ecológicos, que han sido fechados con una antigüedad de alrededor de 40 000 años. Lo característico de estos roedores ha sido la identificación de sus hábitos; entre los cuales se cuenta la creación de madrigueras a las que arrastran objetos de toda índole (ramas, hojas, polen, alimentos, hasta material cultural de un diámetro de alrededor de 50 metros). Lo interesante es el proceso de formación de la madriguera, sitio en el que defecan y orinan. Estos componentes en su conjunto (principalmente la orina) hacen que se consolide la madriguera, en la cual generalmente se ubica en cuevas o abrigos rocosos. En su conjunto, las madrigueras han sido extremadamente útiles para la reconstrucción de ambientes tempranos, especialmente en las bajas elevaciones de las regiones áridas de América del Norte.

De acuerdo con los análisis de roedores prehistóricos, el desierto de Sonora ha tenido una tendencia constante a la desertificación, que al parecer inició su última fase hacia el Pleistoceno terminal, lo que en su conjunto conformó el actual desierto de Sonora (Devender van 1990). Los restos botánicos que se recuperaron en los *packrats middens* (neotomas) han sido uno de los registros más adecuados para estudiar el clima y la sucesión vegetal en el desierto. Otros registros realizados en áreas adyacentes, permiten inferir la historia climática del desierto de Sonora por lo menos en una escala de 20 000-16 000 años. De acuerdo con van Devender los datos señalan que a finales del Pleistoceno existió un bosque de piñón y tásate con yuca y pastizales abiertos en la región noroeste de Sonora y estos cambios operaron fundamentalmente al nivel regional.

Como he tratado de exponer en esta sección, el cambio climático incluye un conjunto de procesos muy diversos, que van de los procesos geológicos naturales cuyo alcance es mundial como el *Younger Dryas*, los procesos de micro transformación que operan a nivel local, así como fluctuaciones en la precipitación que pueden afectar espacios-micro locales. Estas variaciones ambientales, sea cual sea su característica, pueden influir en la relación del hombre con su medio, no es una regla, pero en muchos sentidos tienen efectos que repercuten en los patrones de subsistencia. Esta relación ha sido abordada por los arqueólogos (consiente y/o inconscientemente) en los diferentes momentos históricos y ha habido propuestas de investigación que interrelacionan la importancia del clima en el origen y conformación de las civilizaciones (cf. Fagan 2007). A una escala macro regional una de las propuestas más sólidas en su momento fue la que se denominó cultura Cochise, donde se plantean argumentos centrales de la relación de clima y cultura. Asimismo, investigaciones contemporáneas han señalado su importancia, específicamente en La Playa, sitio arqueológico ubicado en el noroeste de Sonora. Es importante resaltar las características de ambas propuestas: una de escala macroregional y otra a nivel de sitio; ello califica en gran medida lo que he venido sosteniendo en este artículo.

Culturas Cochise y La Playa

Cultura Cochise

La cultura Cochise fue una propuesta desarrollada en la década de 1940 y describe una serie de eventos geológicamente superpuestos de sitios arqueológicos precerámicos en el suroeste de Arizona. Sus principales exponentes fueron el arqueólogo Edwin Booth Sayles y el geólogo Ernst Valdemar Antevs (Sayles 1965, 1983). Con base en evidencia paleoclimática, estos investigadores reconstruyeron la historia de los cambios ambientales ocurridos al inicio del Holoceno, un periodo considerado con una antigüedad de 12 000-10 000 años ap. La premisa es que en diferentes momentos el ambiente local del Holoceno en el desierto de Arizona,

específicamente en el suroeste de Arizona, fue bastante diferente a lo que vemos hoy en día; a veces más húmedo y frío, y otras veces caliente y seco.

En este sentido, los artefactos y los restos de subsistencia recuperados en esos sitios, fechados con esa variabilidad climática, fueron el reflejo de las adaptaciones humanas a las condiciones ecológicas diferentes, especialmente a la disponibilidad de diferentes plantas y animales. Los arqueólogos identificaron patrones de larga duración que se reflejan en los cambios tecnológicos en los artefactos, particularmente en las piedras de molienda, y los utilizaron para proponer un marco evolutivo centrado en tres estadios (Sulphur Spring, Chiricahua y San Pedro), centrados básicamente en los cambios en la economía local. Un estadio adicional se derivó de la investigación de Sayles, entre la década de 1950 y 1970, e incorporó el estadio Cazador, acomodándolo entre *Sulphur Spring* y Chiricahua. El estadio *Sulphur Spring* se caracteriza como la ocupación Pleistoceno tardío/Holoceno temprano del norte del desierto de Sonora, fechado hace alrededor de 10 000 ap, pero probablemente con un rango más amplio que oscilaría entre 12 000-9 000 ap (Sayles 1983: 35). El sitio prototipo que permitió ahondar en estas condiciones fue denominado *Double Adobe*, en él se encontraron huesos de mamut, caballo, bisonte y lobo gigante (*Canis dirus*), con sedimentos redepositados asociados con piedras rotas por fuego y pequeñas piedras de molienda. De acuerdo con Sayles, estos grupos de cazadores-recolectores fueron sumamente móviles y, predominantemente, dependieron de las plantas para la subsistencia, la cacería fue una fuente secundaria de alimentación.

Como se mencionó arriba, Sayles propuso el estadio Cazador con un periodo transicional en términos de tecnología lítica. En adición a las piedras de molienda, la utilería Cazadora incluye cuchillos de lascas —*chipped stone knives*— raspadores y puntas de proyectil. La fauna asociada a estos contextos es moderna, es decir, del Holoceno, por lo que su fechamiento podría ser estimado entre el 9 000-8 000 ap (Sayles 1983: 90). Estos instrumentos permitieron proponer a Sayles que este estadio tuvo un componente más importante en la caza que en el *Sulphur Spring*.

El estadio Chiricahua, fechado entre 8 000-4 000 ap, fue notable por dos cosas. Primero, la tecnología lítica vio un incremento en la diversidad formal y, presumiblemente, en la complejidad de las tareas para las cuales fue usada. La molienda de semillas parece tener especial importancia. Los sitios Chiricahua representan las primeras muestras consistentes (arqueológicamente hablando) de campamentos donde se encontraron múltiples elementos como hornos, en conjunto con depósitos de ceniza, hueso y desechos de lascas. Segundo, este estadio corresponde al cambio climático denominado *Altithermal*, como ya se ha mencionado, fue un periodo de temperaturas elevadas y aridez en todo el suroeste norteamericano y, por extensión, a todo el desierto de Sonora. Por consiguiente, se asume que el aparente énfasis en el procesamiento de

semillas y colecta de plantas, común en los estadios anteriores, en éste incrementó su importancia debido a la menor cantidad de agua disponible (*op. cit.*: 124).

El estadio San Pedro (3 500-2 000 ap) enmarca dos desarrollos económicos de suma importancia. El primero es la aparición de casas semisubterráneas, que va acompañada de yacimientos densos con pozos de almacenamiento y entierros. En algunas áreas, como Matty Canyon, al sur de Tucson, la densidad de casas semi-subterráneas sugiere la formación de pueblos pequeños o quizá villas. El segundo desarrollo es la introducción del maíz desde Mesoamérica (*Zea mays*), un evento claramente relacionado con el establecimiento de asentamientos sedentarios, estacionales o anuales, a lo largo de las planicies aluviales. El modelo original de la cultura Cochise no incluía el cultivo del maíz en ninguno de sus estadios, sin embargo, el trabajo de campo desde la década de 1980, ha recuperado sistemáticamente maíz en sitios San Pedro. Estos hallazgos han orillado a considerar una fase que se denomina Agricultura temprana, y que incluye la fase San Pedro y la posterior, tampoco considerada en el modelo original, denominada fase Ciénega.

W. H. Willis ha señalado correctamente que aunque la caracterización de la cultura Cochise fue primariamente designada para sintetizar los cambios observados en la forma y función de los artefactos, subsecuentes aplicaciones de este modelo han incorporado otros intereses, como el de identificar afiliaciones étnicas con base en las similitudes de la morfología de las herramientas. Por ejemplo, algunos arqueólogos trabajando en Nuevo México durante las décadas de 1940 y 1950, frecuentemente describieron utilería de artefactos pre-cerámicos asociados con la cultura Cochise debido a que algunos, como los metates, eran muy parecidos a aquellos encontrados en los sitios Cochise. Es por ello que algunos investigadores argumentaron que la interpretación étnica de la cultura Cochise era inapropiada (Berry y Berry 1986), sugiriendo que a los sitios precerámicos simplemente se les describiera como pertenecientes a la tradición arcaica, refiriéndose a aquellos que presentarían una forma de vida básica de cazador-recolector, o simplemente que pertenecieran a periodos antes del desarrollo de la tecnología cerámica. Estos argumentos han sido muy persuasivos y actualmente el concepto de cultura Cochise es poco común entre los arqueólogos, quienes, como vimos arriba, generalmente dividen el periodo pre-cerámico en dos grandes divisiones: Paleoindio (*circa* 11 500-9 500 ap) y Arcaico (9 500-2 000 ap); este último generalmente es dividido en temprano, medio y tardío, con fechas variables en rangos de acuerdo con cronologías locales o regionales, como se expuso arriba. Sin embargo, los nombres de los estadios de la cultura Cochise, como Chiricahua o San Pedro, son bastante comunes en los reportes técnicos, o para describir características formales de las puntas, sin embargo, ya no responden al cuadro general propuesto por Sayles y Antevs centrado en la evolución cultural; sin embargo, la aportación mayúscula de estos estudios fue dimensionar el papel del clima en su relación con eventos

culturales, e independientemente de que el esquema general haya caído en desuso, su refinamiento relacionado con el clima, espera un mejor tratamiento.

La Playa, Sonora

En La Playa, uno de los sitios donde se ha desarrollado investigación de larga duración, se puede correlacionar la variabilidad de clima y cultura con este tipo de procesos. La importancia de este sitio consiste en la presencia de múltiples evidencias correspondientes a los distintos periodos culturales. El periodo Pleistoceno tardío/Holoceno temprano y por lo tanto un sitio preferido por grupos de cazadores (Clovis, San Dieguito I-Malpaís) está evidenciado por una punta de proyectil Clovis y por lo que aparenta ser material San Dieguito (Carpenter 2009; Carpenter *et al.* 2006; Cruz-y-Cruz *et al.* 2015; Cruz-y-Cruz *et al.* 2014; Carpenter y Sánchez 2013; García 2008). El periodo Arcaico, específicamente en la parte media, que se relaciona con el cambio climático denominado *Altitermal*, se podría considerar un tipo de ocupación intermitente con materiales como puntas en proyectil Pinto/San José; mientras que por otra parte en el Holoceno tardío, la ocupación en esta área se incrementó debido al retorno de condiciones más favorables; ahí se localizaron materiales como puntas de proyectil (Chiricahua, Cortaro, Gypsum). Después de este proceso de reocupación que siguió hasta el periodo de Agricultura temprana (*circa* 1500 aC) con elementos como casas en foso, canales en riego, manufactura de ornamentos en concha, puntas de proyectil (San Pedro, Imperio y Ciénega); también se encuentran metates planos y de cuenco, pulidores, punzones de hueso, ornamentos de concha, entierros y, muy importante, campos de agricultura con canales que forman una cuadrícula (Carpenter *et al.* 2003; Villalpando y McGuire 2009: 48).

En La Playa, inmerso en el ambiente aluvial del río Boquillas, la presencia de estos materiales ha permitido establecer una secuencia de larga duración, donde el clima y la cultura se interrelacionan de forma conjunta, si bien, no existe una secuencia claramente descrita como la que en su momento intentó Sayles y Antevs bajo la denominación de cultura Cochise; se puede identificar material que incluye puntas de proyectil (Clovis), hornos para cocinar (evidencia de restos animales y plantas como amaranto, maíz, mezquite) por medio del hallazgo de grandes concentraciones en espacios circulares de rocas fracturadas por calor intenso; además, la localización de numerosos entierros humanos (con sus respectivos ajuares y ofrendas mortuorias) y de perros pertenecientes al periodo Agricultura temprana. También se cuenta con una muestra de conchas marinas para la elaboración de ornamentos, correspondiente a los periodos Agricultura temprana y Cerámico, este recurso foráneo es el más significativo, pero de igual manera se considera que recur-

tos minerales como la turquesa, sílex y obsidiana fueron bienes de intercambio de relativa importancia (*op. cit.*).

Perspectiva global

Ahora bien, hay que dimensionar, en la medida de lo posible, que estas transformaciones culturales atribuidas al cambio climático durante el *Altitermal* fueron un fenómeno global que, como hemos visto, también operaron en el desierto sonorense. Estas transformaciones incluyen un mayor uso de recursos como las semillas y las pequeñas presas, así como los cambios en la tecnología, especialmente las piedras de molienda, como el complejo artefactual del Arcaico parece evidenciar. Adicionalmente, hay que considerar que en una perspectiva global, estos cambios ocurrieron principalmente en contextos que no necesariamente pueden asociarse de forma directa con el *Altitermal*. Tradicionalmente este proceso se visualizó con estudios clásicos que generaron el concepto de *Broad Spectrum Revolution* (BSR) (Flannery 1969). La BSR ocurre no sólo en el noroeste de México sino en la mayoría de las tradiciones arcaicas de América del Norte y también en el Mesolítico de Europa y en muchos lugares de Asia, Australia y África. La BSR ocurrió en diferentes momentos, lo que indica que el clima si bien pudo haber sido un detonador, no se podría considerar como el elemento causal fundamental. El argumento más popular es la presión de la población, mismo que se ha sostenido como la explicación más común para la transformación de procesos culturales en tales periodos de cambio tecnológico generalizado (Stiner 2001).

Aunque a decir de Stiner (*op. cit.*) la BSR es una hipótesis consolidada y continua vigente, también hay que considerar que estamos ante efectos multifactoriales que, sumados, proporcionan un panorama complejo de adaptaciones en diferente tiempo y espacio. Como lo he mencionado a lo largo del texto, si bien existe una posibilidad de adaptación ante los cambios climáticos de mayor envergadura, también puede ocurrir lo contrario, es decir que, como lo ha señalado Flannery (1969), la diversificación en la dieta y el consiguiente incremento de la población pudieron haber desempeñado un papel aún más importante en las transformaciones que el clima mismo. Sin embargo, como seres asociados, y en codependencia con el medio, es indudable que los cambios climáticos y la misma presión poblacional sean un combinado de factores que influyen e interaccionan de forma permanente.

Si bien, empieza a existir una bibliografía más extensa sobre la importancia de las fluctuaciones climáticas a pequeña escala o corta duración, aún hay poca evidencia de cómo se pueden percibir o conceptualizar esas perturbaciones en el desierto de Sonora. Menocal (2001) ha tratado de exponer un ejemplo plausible aplicable a los últimos 800 años, y logra identificar sequías que pueden estar asociadas con transformaciones culturales. Desde otras perspectivas de análisis, existe una extensa literatura

sobre la variación climática de lo que ha ocurrido en los últimos 22 000 años aproximadamente en el desierto de Sonora, sin embargo, estos estudios se han realizado desde una perspectiva paleo-ecológica, y han dado cuenta de transformaciones, no obstante, el correlato arqueológico aún está pendiente, es decir, la relación entre paleoecología y cultura, aún es un campo por explorar.

Algunas de estas investigaciones hacen predicciones con respecto a cómo responden los grupos a la variación climática a corta duración. El volumen editado por Viera (2005) da cuenta de una buena cantidad de datos, que sin duda se convierten en la base de futuros análisis. Finalmente, hay que mencionar que, si bien el cambio climático a gran escala se ha centrado dos eventos (*Younger Dryas* y/o *Altitermal*), sobre los cuales se ha vertido una buena cantidad de información, lo contrario apenas empieza a ocurrir, es decir, en el propio desierto de Sonora se están planteando investigaciones que analicen las fluctuaciones microclimáticas a escala regional, que por sus características son un buen comienzo y este trabajo intenta posicionarse en ese debate apenas en gestación.

Conclusiones

El desarrollo de tecnología y manifestaciones culturales y su relación con el cambio climático se observa de mejor manera en procesos de larga duración. La transición de los periodos Paleoindio/Arcaico/Cerámico (*circa* 11 500 ap-300 dC) representa un potencial excepcional para la comprensión de los sistemas ecodinámicos en los que se intercalan clima, ambiente y cultura. La arqueología ha documentado en diversos periodos y regiones, respuestas culturales asociadas con el cambio climático, lo que demuestra la susceptibilidad de las sociedades humanas al clima, y la influencia que este último ejerce en las adaptaciones culturales. El cambio climático abrupto, como se encuentra documentado ampliamente es un proceso que generalmente se registra en varios milenios, es decir, no ocurre como un evento espontáneo y afecta prácticamente a todo el planeta; sin embargo, como ya se ha apuntado, también hay que considerar otro tipo de fluctuaciones ambientales, que si bien no operan de forma global, tienen una influencia local en las sociedades humanas.

En este artículo se ha explorado el tipo de desafío ambiental al que se enfrentaron los grupos antiguos y la forma en que el registro arqueológico puede evidenciarlo. Se abordaron las características del desierto, la historia cultural, los cambios climáticos abruptos que se han identificado en la zona como el *Younger Dryas* y el *Altitermal*, así como otras fluctuaciones climáticas que operaron a nivel local, pero que en su conjunto afectaron con los complejos culturales existentes.

Como lo he mencionado en otro lado (Villalobos 2016), la arqueología del cambio climático puede ayudar a entender los procesos de larga duración en los que la relación entre éste y procesos culturales han tenido influen-

cia determinante. No se trata de ser alarmista y pensar que podemos identificar eventos catastróficos (tsunamis, erupciones o sequías) en los que existió una respuesta cultural inmediata, aunque existen algunos casos excepcionales en donde ello puede ser atestiguado; lo que he tratado de demostrar es la relación de larga duración en la que sí se observa una influencia del medio hacia los patrones culturales, pero opera a diferentes niveles y escalas en diferentes lugares y regiones.

El desierto de Sonora se caracteriza por su biodiversidad, su riqueza cultural y ha sido el escenario de cambios climáticos, que en su continua transformación permiten observar diferentes momentos tanto de su historia geológica, la relación de su biodiversidad y, sobre todo, la dependencia que han establecido los grupos humanos en este amplio territorio. Es un desierto cambiante, transformador y transformado el que culturalmente ha sido adoptado y adaptado para vivir. La estrecha relación entre cambio climático y procesos culturales encuentra aquí una de sus más ricas representaciones que ofrece un panorama con amplias posibilidades de estudio.

Como se mencionó a lo largo del texto, por lo menos existen dos cambios climáticos que tuvieron efectos considerables en el desierto y repercutieron en la vida social, principalmente el *Younger Dryas* y, en menor proporción, el *Altitermal*. Si bien hay un consenso más o menos generalizado sobre sus particularidades, es un hecho que estos eventos transformaron en gran medida y a largo plazo las condiciones ambientales, sobre las cuales se desarrollaron ciertas sociedades, no sólo en el desierto de Sonora, sino en el mundo entero. Ha sido reconocido que el fin del *Younger Dryas* coincide con la emergencia de la agricultura a nivel mundial, en general con el inicio de la vida compleja que encuentra en la sociedad actual su epítome (para bien y/o mal). Como lo mencioné arriba, la transformación del planeta tiene orígenes geológicos y en la actualidad estamos inmersos en profundos cambios del paisaje, aunque no lo percibamos y que tendrá repercusiones en algún momento; algunos grupos humanos del futuro probablemente vean el desprendimiento de Baja California del continente y demuestren siglos después que aquellos cartógrafos del siglo xv que imaginaron la península de Baja California como isla, por fin, tengan descanso eterno.

Como he tratado de demostrar a lo largo de este texto, se puede afirmar que, por un lado, existe un escenario de cambio climático abrupto cuyos efectos se dejan sentir en miles de años, que genera cambios planetarios, los que a su vez, influyen procesos culturales en una escala de larga duración. Sin embargo, existen aquellos cambios relativamente repentinos, de causas micro locales, cuyos efectos se pueden observar en décadas, y que también pueden tener consecuencias directas sobre las sociedades humanas, y en realidad, podría considerarse como el proceso que más influye en los cambios de estrategia para confrontarse y adaptar el medio a una escala humana.

Como he afirmado arriba, el cambio climático global (natural y gradual) generó las condiciones cambian-

tes en los procesos culturales. Por un lado, estableció las condiciones ambientales para un desarrollo sociocultural concreto con los primeros pobladores, reconocidos genéricamente como cazadores recolectores y que en términos generales se agrupan en diversas categorías culturales, como los denominados cazadores Paleoindio. Estas condiciones ambientales evidentemente produjeron una mayor estabilidad sociocultural, lo que en términos generales reconocemos como cultura material, cuyos patrones de reproducción nos dejan interpretar condiciones sociales favorables para el desarrollo y de tecnologías específicas en la búsqueda de reproducción social. Por otro lado, las condiciones de sequía propiciaron un panorama muy distinto, es decir, el *Altitermal* representa uno de los momentos de sequía y desertificación del desierto, lo que ocasionó su relativo abandono. Otros autores han argumentado que la carencia de fechamientos correspondientes a este periodo habla del despoblamiento del territorio debido a las condiciones climáticas extremas.

Sin embargo, es durante el *Altitermal* cuando las condiciones cambian considerablemente y se generan las estrategias que desembocan en la adopción de la agricultura y la eventual incorporación del maíz. A través de dicho proceso se consolidan estructuras sociales más complejas que dejan entrever condiciones particulares de mayor organización social. A partir de este periodo las condiciones permiten la emergencia de la cerámica y con ello el reconocimiento de patrones de subsistencia diferenciados, y espacialmente definidos, lo que desemboca en la mayor complejidad sociocultural que se vivió en la región en los tiempos prehispánicos. El círculo prehispánico de estas oscilaciones se cierra hacia el siglo xv, cuando aparentemente otro proceso regional, al parecer climático, ocasiona el abandono de sitios grandes y el decaimiento de la estructura social prehispánica; este es el panorama desolador que encontraron los misioneros quienes en 1690 arribaron a estos territorios, y en quienes se ha fundamentado justificadamente el imaginario de la gran chichimeca, pero ese es tema de otro trabajo. El clima y la cultura siempre han estado bajo el escenario complejo de la diversidad humana, unas veces, con preponderancia del clima y otras, a la inversa, como se ha observado a lo largo de este trabajo.

Referencias

- Álvarez, A. M. y Cassiano, G. (2013). Cambios de la estructura tecnológica y del patrón de asentamiento en la transición Pleistoceno-Holoceno. En Cervantes, M. y López, F. (eds.), *Cambio Climático y Procesos Culturales*. México: Academia Mexicana de Ciencias Antropológicas, A.C.
- Anderson, D. G. y Faught, M. K. (1998). The Distribution of Fluted Paleoindian Projectile Points: update to 1998. *Archaeology of Eastern North America*, 26: 163-187.

- Antevs, E. (1948). The Great Basin, with Emphasis on Glacial and Postglacial Times. *University of Utah Bulletin* 38: 168-191.
- Antevs, E. (1955). Geologic-Climatic Dating in the West. *American Antiquity* 20: 317-335.
- Benson, L. V. & Berry, M. S. (2009). Climate Change and Cultural Response in the Prehistoric American Southwest. *Kiva* 75: 87-117.
- Berry, C. F. & Berry, M. S. (1986). Chronological and Conceptual Models of the Southwestern Archaic. En: Condie, C. J. & Fowler, D. D. (eds.) *Anthropology of the Desert West: Essays in Honor of Jesse D. Jennings*. Salt Lake City: University of Utah Press.
- Betancourt, J. L., van Devender, T. R. & Martin, P. S. (eds.) (1990). *Packrat Middens: The Last 40,000 Years of Biotic Change*. Tucson: University of Arizona Press.
- Binford, L. (1968). Post-Pleistocene Adaptations. En: Binford, S. & Binford, L. (eds.) *New Perspectives in Archaeology*. Chicago, Illinois: Aldine Publishing Company.
- Bowen, T. (1976a). Esquema de la historia de la Cultura Trincheras. En: Braniff, B. & Felger, R. (eds.), *Sonora: antropología del desierto*. México: Instituto Nacional de Antropología e Historia-Secretaría de Educación Pública.
- Bowen, T. (1976b). Estado actual de la arqueología de la costa central. En: Braniff, B. & Felger, R. (eds.), *Sonora: Antropología del Desierto*. México: Instituto Nacional de Antropología e Historia-Secretaría de Educación Pública.
- Bowen, T. (1976c). *Seri Prehistory. The Archaeology of the Central Coast of Sonora, México*. Tucson: University of Arizona.
- Bowen, T. (s/f.). *A Survey and re-evaluation of the Trincheras Culture, Sonora, México*. Ms. on File Arizona State Museum, Tucson, Biblioteca "Ernesto López Yescas", Centro INAH Sonora.
- Brand, D. D. (1935). The Distribution of Pottery Types in Northwest Mexico. *American Anthropologist* 37: 287-305.
- Braniff, B. (1992). *La frontera protohistórica Pima-Opatá en Sonora, México. Propositiones arqueológicas preliminares*. México: Instituto Nacional de Antropología e Historia.
- Braniff, B. (s/f.). *Arqueomoluscos de Sonora. Noroeste y Occidente de Mesoamérica*, Hermosillo, Sonora, Mecanoescrito. Biblioteca "Ernesto López Yescas". Centro INAH Sonora.
- Carpenter, J. (2009). La Playa, Sonora. *Arqueología Mexicana* 17: 50-53.
- Carpenter, J. & Sánchez, G. (2013). Los cambios ambientales del Holoceno Medio/Holoceno Tardío en el desierto de Sonora y sus implicaciones en la diversificación del Yuto-Aztecaño y la difusión del maíz. *Diálogo andino*: 199-210.
- Carpenter, J., Villalpando, E. & Watson, J. (2006). *Proyecto arqueológico La Playa*, Hermosillo, Archivo Técnico del Centro INAH Sonora.
- Carpenter, J. P., Sánchez, G. & Villalpando, E. M. (2003). Sonora precerámica: del Arcaico y del surgimiento de aldeas agrícolas. *Arqueología Mexicana* 29: 5-29.
- Cobb, C. R. & Mcguire, R. H. (2009). North America. In: Cunliffe, B., Gosden, C. & Joyce, R. A. (eds.) *The Oxford Handbook of Archaeology*. New York: Oxford University Press.
- Cordell, L. (1984a). *Prehistory of the Southwest*, Orlando: Academic Press.
- Cordell, L. (1984b). Southwestern Archaeology. *Annual Review of Anthropology* 13: 301-332.
- Crutzen, P. & Stoemer, E. (2000). The Anthropocene. *IGBP Newsletter* 41: 17-18.
- Cruz-y-Cruz, T., G. Sánchez, S. Sedov, A. Terrazas-Marta, E. Solleiro-Rebolledo, R. E. Tovar-Liceaga, & J. Carpenter (2015). Spatial variability of Late Pleistocene–Early Holocene soil formation and its relation to early human paleoecology in Northwest Mexico. *Quaternary International* 365: 135-149.
- Cruz-y-Cruz, T., S. Sedov, G. Sánchez, T. Pi-Puig, K. Pustovoytov, H. Barceinas-Cruz, B. Ortega-Guerrero & E. Solleiro-Rebolledo (2014). Late Pleistocene - Holocene palaeosols in the north of Sonora, Mexico: chronostratigraphy, pedogenesis and implications for environmental history. *European Journal of Soil Science* 65: 455-469.
- Devender, van T. R. (1990). Late quaternary vegetation and climate of the Sonoran Desert, United States and Mexico. En: Betancourt, J. L., T. R. van Devender & P. S. Martin. (eds.), *Packrat middens: The Last 40,000 Years of Biotic Change*. Tucson: University of Arizona Press.
- Escobar, A. (1997). Las sequías y sus impactos en las sociedades del México decimonónico, 1856-1900. En: Virginia, G. (ed.), *Historia y desastres en América Latina*, Vol. II. México: La Red, Centro de Investigación y Estudios Superiores en Antropología Social.
- Ezcurra, E., E. Peters, E. Burquez & E. Mellink (2002). Los desiertos de Sonora y Baja California. En: Mittermeier, R., Goettsch Mittermeier, C., Robles Gil, P., Fonseca, G., Brooks, T., Pilgrim, J. & Konstant, I. R. (eds.), *Áreas Silvestres: Las Últimas Regiones Vírgenes del Mundo*. Tokio: Cemex.
- Fagan, B. (2004). *The Long Summer: How Climate Changed Civilization*. Londres: Granta.
- Fagan, B. (2007). *El largo verano: de la era glacial a nuestros días*. México: Gedisa.
- Flannery, K. V. (1969). Origins and ecological effects of early domestication in Iran and the Near East En: Ucko, P. & Dimpleby, G. W. (eds.) *The Domestication and Exploitation of Plants and Animals*. Londres: Aldine Transaction.

- García, C. (2008). *El complejo San Dieguito en el noroeste de México*. México: Instituto Nacional de Antropología e Historia.
- González-León, C. (2010). Evolución geológica y disposición del paisaje actual. En: Molina Frenner, F. & van Devender, T. R. (eds.), *Diversidad Biológica de Sonora*. México: Universidad Nacional Autónoma de México/Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- Hayden, J. D. (1972). Hohokam Petroglyphs of the Sierra Pinacate, Sonora and the Hohokam Shell Expeditions. *Kiva* 37: 74-83.
- Heidke, J. M. & J. A. Habicht-Mauche (1998). The First Occurrences and Early Distribution of Pottery in the North American Southwest. *Revista de Arqueología Americana* 14: 65-99.
- Hinton, T. (1955). A survey of archaeological sites in the Altar Valley, Sonora. *The Kiva* 21: 1-12.
- Holliday, V. T. & D. J. Meltzer (1996). Geoarchaeology of the Midland (Paleoindian) Site, Texas. *American Antiquity* 61: 755-771.
- Huckell, B. B. (1996). The Archaic Prehistory of the North American Southwest. *Journal of World Prehistory* 10: 305-373.
- Lezama, J. L. (2014). La política internacional del cambio climático. *Sociedad y Ambiente*, 1, 104-117.
- Lorenzo, J. L. (1992). Clima e historia. *Anales de Antropología* 29: 95-113.
- Mcguire, R. (2008). *Archaeology as Political Action*, Berkeley and Los Angeles: University of California Press.
- Mcguire, R. & E. Villalpando (1993). *An archaeological survey of the Altar Valley, Sonora, Mexico*, Tucson: Arizona State Museum.
- Mcguire, R. & E. Villalpando (1998). Cerro de Trincheras. *Archaeology in Tucson, Center for Desert Archaeology* 12: 1-5.
- Meltzer, D. J. (2014). Clovis at the end of the world. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 111: 12276-12277.
- Meltzer, D. J. & V. T. Holliday (2010). Would North American Paleoindians have Noticed Younger Dryas Age Climate Changes? *Journal of World Prehistory* 23: 1-41.
- Menocal, P. de. (2001). Cultural Responses to Climate Change During the Late Holocene. *Science* 292: 667-673.
- Mondragón, C. (2014). *Un entramado de islas: persona, medio ambiente y cambio climático en el Pacífico occidental*. México: El Colegio de México.
- Oskin, M. y Stock, J. (2003). Pacific-North America Plate Motion and Opening of the Upper Delfin Basin, Northern Gulf of California, Mexico. *Geological Society of America Bulletin*, 115, 1173-1190.
- Pailles, M. (2017). Northwest Mexico: The Prehistory of Sonora, Chihuahua, and Neighboring Areas. *Journal of Archaeological Research* 25 (4): 373-420.
- Phillips, D. (1989). Prehistory of Chihuahua and Sonora, Mexico. *Journal of World Prehistory* 3: 373-401.
- Sánchez, G. (2001). A Synopsis of Paleo-Indian Archaeology in Mexico. *Kiva*, 67: 119-136.
- Sánchez, G. (2010). Los primeros mexicanos: Late Pleistocene/Early Holocene Archaeology of Sonora, Mexico (Tesis). The University of Arizona.
- Sánchez, G. & J. Carpenter (2003). La ocupación del Plesitoceno terminal/Holoceno temprano en Sonora. *Noroeste de México* 14: 27-34.
- Sánchez, G. & J. Carpenter (2009). La industria lítica Clovis sonorensis del Pleistoceno tardío/Holoceno temprano: una mirada al sitio Clovis de El Bajío. En: L. Mirambell y L. González (eds.), *Investigaciones recientes sobre la lítica arqueológica en México*. México: INAH.
- Sánchez, G., E. Gaines & H. Vance (2009). El Fin del Mundo, Sonora. Cazadores Clovis de megafauna del Plesitoceno terminal. *Arqueología Mexicana*, 17: 46-49.
- Sánchez, G., V. T. Holliday, E. P. Gaines, J. Arroyo-Cabrales, N. Martínez, A. Kowler, T. Lange, G. W. L. Hodgins, S. M. Mentzer, & I. Sánchez-Morales (2014). Human (Clovis) gomphothere (*Cuvieronius* sp.) association 13,390 calibrated y BP in Sonora, Mexico. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 111: 10972-10977.
- Sánchez Morales, I. (2012). *Las industrias líticas de puntas de proyectil y bifaciales en sitios arcaicos de Sonora* (tesis). México: Escuela Nacional de Antropología e Historia.
- Sauer, C. & Brand, D. (1931). Prehistoric Settlements of Sonora with Special Reference to Cerros de Trincheras. *University Of California Publications in Geography* 5: 67-148.
- Sayles, E. B. (1965). Late Quaternary Climate Recorded by Cochise Culture. *American Antiquity*, 30: 476-480.
- Sayles, E. B. (1983). *The Cochise Cultural Sequence in Southeastern Arizona*. Tucson: University of Arizona Press.
- Stiner, M. C. (2001). Thirty Years on the "Broad Spectrum Revolution" and Paleolithic Demography. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 98: 6993-6996.
- Vierra, B. J. (ed.) (2005). *The Late Archaic Across de Borderlands. From Foraging to Farming*, Austin: University of Texas Press.
- Villalobos, C. (2002). *El norte: área de diversidad cultural. Reflexividad ante la publicación del libro: La Gran Chichimeca. El de las rocas secas*, B. Braniff (ed.) 2001, JacaBook-Conaculta. *Arqueología* 27.
- Villalobos, C. (2007). Entre textos, contextos y pretextos. La investigación arqueológica en Sonora. En: R. Pérez-Taylor, M. Olmos, & H. Salas (eds.). *Antropología del desierto. Paisaje, naturaleza y sociedad*. México: Universidad Nacional

- Autónoma de México-Instituto de Investigaciones Antropológicas-El Colegio de la Frontera Norte.
- Villalobos, C. (2008). *La diversidad emergente. Complejidad y metáforas textuales en la investigación arqueológica de Sonora, México*. Hermosillo: Instituto Sonorense de Cultura.
- Villalobos, C. (2011). Los cerros de Trincheras en el paisaje cultural sonorense: ¿Evidencia de memoria colectiva? *Ancient Mesoamerica*, 22: 411-423.
- Villalobos, C. (2016). Cambio climático y arqueología: la construcción de un paradigma. *Boletín de Antropología Americana* 1: 11-38.
- Villalpando, E. (1989). *Los que viven en las montañas. Correlación arqueológico-etnográfica en isla San Esteban, Sonora, México*. (Noroeste de México 8). Hermosillo: Centro Regional del Noroeste, INAH.
- Villalpando, E. (2000a). The archaeological traditions of Sonora. En: M. Foster & S. Gorenstein (eds.), *Greater Mesoamerica. The archaeology of West and Northwest Mexico*. Salt Lake City: The University of Utah Press.
- Villalpando, E. (2000b). Conchas y caracoles. Relaciones entre nómadas y sedentarios en el noroeste de México. En: Braniff, B. & Hers, A. (eds.), *Nómadas y Sedentarios en el Norte de México. Homenaje a Beatriz Braniff*. México: Universidad Nacional Autónoma de México-Instituto de Investigaciones Antropológicas-Instituto de Investigaciones Estéticas-Instituto de Investigaciones Históricas.
- Villalpando, E. (2001). Los antiguos cazadores-recolectores en Sonora. En: B. Braniff. (ed.), *La Gran Chichimeca. El Lugar de las Rocas Secas*. México: Jaca Book.
- Villalpando, E. & Mcguire, R. (2007). Evaluación de los aspectos defensivos de los cerros de trincheras. En: García, C. & E. Villalpando (eds.) *Memoria del Seminario de Arqueología del Norte de México*. Hermosillo: Centro INAH Sonora.
- Villalpando, E. & R. Mcguire (2009). *Entre muros de piedra. La arqueología del cerro de Trincheras*, Hermosillo: Instituto Sonorense de Cultura.

