

EL ANALISIS DE FOSFATOS EN LA ARQUEOLOGIA: HISTORIA Y PERSPECTIVAS

Elizabeth Mejia Pérez Campos*
Luis Barba Pingarrón

Introducción

La arqueología requiere de la ayuda de otras ciencias para tratar de reconstruir el pasado a partir de los objetos materiales. En consecuencia, la disciplina ha adoptado técnicas desarrolladas en otros campos como la agronomía, la edafología, la geofísica y la geoquímica, por mencionar algunos, para emplearlas en la solución de problemas arqueológicos y de este modo facilitar y enriquecer el trabajo.

Dentro de los intentos pioneros de esta incorporación podemos mencionar los trabajos de fotografía aérea realizados durante 1906 en Stonehenge, la labor realizada por Theodor Weigand en 1920, y los trabajos de Alexander Keiller en 1928 y de Bradford y Crawford, entre otros (Crawford 1954:206-210). También en otras disciplinas se gestaron aportaciones. O. Arrhenius descubre la relación de los fosfatos con los asentamientos humanos en 1926. Tiempo después, en 1946, J. C. Atkinson, utiliza por vez primera un equipo de resistividad eléctrica con fines arqueológicos, mientras que, con la misma finalidad, en 1958 Aitken emplea un equipo de magnetometría. Con estos primeros trabajos se crea el interés y se van aceptando y desarrollando estas técnicas, que después se incorporarán de lleno a la arqueología y, en algunos países, serán aplicadas en forma rutinaria como técnicas de prospección arqueológica.

El fundamento que sustenta la aplicación de todas las técnicas de prospección descansa en el hecho de que las alteraciones que

* Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM.

produce un asentamiento humano en el terreno que ocupa, modifican los procesos naturales de deposición y erosión, además de adicionar materiales distintos. Entre las acciones que pueden causar alteraciones se pueden mencionar:

- Nivelaciones para acondicionamiento,
- Compactación del terreno de ocupación,
- Techado de áreas que interrumpe la lixiviación,
- Enriquecimiento del terreno con diferentes materiales y sustancias,
- Calentamiento del piso (Barba 1983).

En algunos casos, estas alteraciones forman parte del registro arqueológico. Tal es el caso de las hogueras, la compactación y la nivelación del terreno, mientras que, el enriquecimiento químico del suelo no se registra como rasgo arqueológico visible. Es éste nuestro interés, el estudio del material del piso que al desecharse durante la excavación, pierde irremediamente la información que contiene. La experiencia ha mostrado que en aquellos sitios en donde los materiales arqueológicos tradicionales son escasos, es de gran utilidad el estudio del enriquecimiento químico del piso de ocupación. Los métodos químicos pueden ser empleados en unión de otras técnicas antes de la excavación, lo que resulta muy útil, pues orienta el trabajo.

La relación de la arqueología con la química es muy vieja. Se tiene información de los primeros resultados de análisis químicos a objetos antiguos publicados en 1796 por M. H. Klaporth, un pionero de estos trabajos que determina la composición de monedas romanas y griegas, al que le siguen trabajos como el de H. Davi en 1815 y J. J. Berzelius en 1836. En 1957 aparece, en un trabajo arqueológico, un apéndice del análisis químico de los objetos excavados por Layard que marca el inicio formal de la relación químico-arqueológica, incrementada en aspectos como el de la posible localización del lugar de origen, determinando la composición de objetos, sugerido por Wocel J. E. en 1953, así como la utilización de técnicas de fechamiento (Goffier 1980:3-4).

Dentro de las múltiples aplicaciones de la química en la arqueología, están los análisis químicos de los suelos, que tienen su origen en dos campos distintos: uno es la agronomía en la que

se usan para ver la relación entre el suelo, la fertilidad y la salud de plantas, y el otro la geoquímica, que los utiliza como medio para localizar yacimientos minerales de interés económico a partir de anomalías químicas (Barba, García 1983:1). Dentro de la arqueología las mismas técnicas se utilizan para estudiar los sedimentos tratando de localizar los cambios inducidos por la ocupación humana o en los pisos con la intención de estudiar las áreas de actividad.

Historia

Es en el seno de la agronomía que O. Arrhenius, en Suecia en 1926, trabajando en un campo de cultivo para evaluar la fertilidad de tierras arables, se da cuenta de la existencia de valores muy altos de fosfatos, esto es de 100-200 P^o donde no deberían existir (un P^o es igual a 1/1000 % de P₂O₅ soluble en ácido cítrico al 2%). Los contenidos naturales son de 30 P^o. Arrhenius descubrió que por casualidad estaba sobre un antiguo asentamiento vikingo, en Ancylus y Litorina, y relacionó la existencia de fosfatos con el asentamiento (Arrhenius 1963:122-124), lo que despertó el interés de arqueólogos y geógrafos, en usar este análisis como una forma de localización de lugares de asentamiento humano.

Con la técnica de Arrhenius se utilizan, aproximadamente, 60 horas más de las que se emplean actualmente (Arrhenius 1963:135). Sin embargo marcó la pauta para su utilización con propósitos arqueológicos. El uso de fosfatos en la arqueología se apoya en el hecho de que el fósforo es uno de los mayores constituyentes de los alimentos, tejidos, huesos y desechos humanos. Todos estos residuos son paulatinamente acumulados sobre los pisos del asentamiento, donde se descomponen y recombinan sus componentes con las partículas de suelo. Algunos componentes son lixiviados, pero los fosfatos permanecen prácticamente sin cambio durante largos periodos de tiempo. Con esta hipótesis de trabajo y a partir de este momento, se inicia la aplicación del análisis de fosfatos en la arqueología y su desarrollo.

En 1932 I. Schnell aplica esta técnica con transectos en sitios suecos, y en 1935 Christensen trabaja en sitios de la edad del hierro y asentamientos vikingos (Woods 1975:6).

Para 1938 Walter Von Stokan realiza estudios con el objeto de ver la preservación de elementos en turberas al norte de Alemania y Escandinavia y su relación con el pH del suelo; tiempo más tarde, un autor anónimo, en una revista inglesa en 1941, hace referencia al trabajo de Arrhenius y a los principales elementos que enriquecen el suelo del asentamiento mencionando el nitrógeno, el potasio, el magnesio y el ácido fosfórico, así como su duración en el suelo. Reporta, además, el uso de estas técnicas en Indochina por Castagol y Paul Levy con resultados que confirman los hallazgos de Arrhenius, en lugares con otro tipo de clima y suelo.

En 1939 el geógrafo W. Lorch simplifica el método de laboratorio para el análisis de fosfatos, reduciendo a 4 horas el tiempo requerido. En su publicación de 1940, presenta el método de laboratorio, la teoría de asentamientos y los patrones de distribución de fosfatos en perfiles (Woods 1975:7-8).

En 1947 Cook y Tregaza aplican estos estudios en dos montículos de California, correspondiendo los altos valores de fosfatos con la mayor acumulación orgánica (Cook y Tregaza 1947). Durante una serie de trabajos realizados en Alaska, Lutz (1951) encontró una cercana correlación entre los altos contenidos de fosfatos y el lugar en donde, alguna vez, se localizaron aldeas. Durante 1951 Soleki hace mención de la relevancia del uso de análisis químicos en la arqueología americana como una forma de determinar áreas de ocupación intensiva aprovechando los fosfatos provenientes de la deposición y degradación de materia orgánica, heces fecales, restos de alimentos, etcétera. Propone una escala arbitraria de seis niveles que son: nula, muy poco, poco, medio, alto y muy alto, relacionándolos con la presencia de cadáveres.

Dietz, en 1957, estudia la influencia del pH del suelo en la fijación de los fosfatos. Aplica la determinación de fosfatos a un sitio indio usando el método de Froug, en el que a la muestra se le adiciona ácido para formar ácido fosfórico que es filtrado y procesado por el método colorimétrico. Este sistema normalmente se emplea para evaluar la fertilidad del suelo. En este trabajo se enfatiza la importancia de un equipo de campo para arqueólogos, con materiales para realizar estas pruebas en corto tiempo y evidenciar la ocupación en sitios.

Durante 1958, Cornwall en su libro de suelos para arqueólogos toca el tema de análisis químicos, incluye la prueba de

carbonatos con HCl por ser una prueba muy sencilla, así como la identificación de carbón, pH y fosfatos utilizando el sistema simplificado de Lorch con la reacción de azul de molibdeno para la determinación colorimétrica.

Gundlach, en 1961, simplifica aún más el procedimiento de campo utilizando 50 miligramos (la punta de una cucharilla) en un papel filtro con dos gotas de cada uno de los reactivos que son: "A" que contiene molibdato de amonio y ácido sulfúrico, para después de un minuto aplicar el reactivo "B" que es ácido ascórbico. El líquido, producto de la primera reacción se absorbe en el papel filtro, donde se hace evidente un color amarillo que se cambia al azul al reaccionar con el ácido ascórbico. Dependiendo de la cantidad de fosfatos en la muestra se intensifica el color azul por lo que se les asignan valores arbitrarios (Schwarz 1967:74).

En 1962 Cruxent hace el análisis de fosfatos usando nitrato de magnesio, reiterando que la presencia de fósforo en el suelo es evidencia de ocupación y actividad humana. Durante 1963 se publica en Estados Unidos un trabajo de Olof Arrhenius, en que se indica cómo se inicia el trabajo de asociación de los fosfatos con sitios arqueológicos, así como su método de extracción y los trabajos realizados tanto en Suecia, como en los Estados Unidos. En el libro clásico de Brothwell y Higgs (1963) se incluyen trabajos de L. Bieck y E. Schmidt que mencionan las posibilidades de los análisis químicos y del análisis de fosfatos, respectivamente.

Cook y Heizer, en 1965, recopilan los principales trabajos hasta el momento, y postulan que la distribución espacial de fósforo y otros elementos en el suelo demarca las áreas de ocupación. Realizan una simulación tomando 100 personas y su peso corporal promedio para obtener la media de eliminación de desechos. Sus estudios son de gran utilidad, aunque hay que considerar clima, dieta, temperatura, humedad, restricciones sociales y estéticas para utilizar estos valores promedio en situaciones distintas. Analizaron el contenido de los desechos humanos y los desechos de algunos animales, realizaron un análisis de elementos en el suelo y explicaron cómo se fijan al terreno. Además, estudiaron otros sitios que fueron: a) California, análisis de perfiles en dos sitios; b) Amapa, Nayarit, en donde analizan tres pozos tomando muestras de la superficie a 1.80 m de profundidad, estableciendo las etapas de ocupación por el contenido de fosfatos; c) Cuicuilco, en donde tomaron muestras de

siete perfiles, indicando por la cantidad de fosfatos y los niveles del sitio que tuvieron o no una ocupación ceremonial (actualmente no parece muy certero ya que además de las actividades ceremoniales existen otras actividades humanas, que no dejan residuos de fosfatos en el suelo); d) Actopan, Tepic y Guadalajara donde analizan perfiles para localizar asentamientos.

Schwarz, en 1967, trabaja con el sistema de Gundlach, que a su vez, es la simplificación del sistema de Lorch, y propone el uso de cinco niveles estandarizados por el contenido de fosfatos para no utilizar medidas arbitrarias (aunque estos niveles también lo serían). Aplica un muestreo cada 5 m en tumbas excavadas 60 años atrás. Un aporte muy importante de este trabajo es la utilización de pruebas magnéticas y de resistividad, al lado de los análisis químicos, para la localización de restos antiguos, estableciendo el tamaño relativo y la orientación de las tumbas.

Elizabeth Schmid (1969) publica un trabajo en el que se analizan muestras obtenidas en cuevas, y en que se sistematizan los procesos de toma de muestras, los análisis granulométricos, y se destaca la inclusión de análisis químicos para estudiar las ocupaciones humanas.

En 1973 Davidson utiliza estos análisis en un montículo de 180 m de diámetro y 11 m de alto en el noreste de Grecia, con un rango de ocupación de entre 5400-2200 aC, localizando cinco niveles de ocupación. Utiliza los incrementos en el contenido de fosfatos como indicadores de las variaciones en la intensidad de ocupación, y postulan que estas variaciones son un indicador del crecimiento de la población humana o de un abandono. En el mismo año, Eidt trabaja en la simplificación de la técnica de laboratorio realizando varios cambios y sustituyendo algunos reactivos. Reduce el tiempo empleado y propone el uso de tablas para dar un valor a las manchas de fosfatos que se observan atendiendo a la longitud de las líneas y al porcentaje del anillo formado (Eidt 1973).

Durante 1974 se publica un manual para la aplicación de los análisis de fosfatos en la arqueología (Eidt y Woods 1974), en el que se recopilan los trabajos y experiencias de estos autores. También se publican los trabajos de Overstreet (1974), quien determinó la extensión de un sitio en Wisconsin y lo confirmó con la excavación posterior.

Dos años después se presenta una gran profusión de estas técnicas y se realizan trabajos como los de Woods (1975) quien

publica un artículo (parte de su tesis doctoral) en el que un buen resumen de los trabajos efectuados hasta ese momento, revisando las técnicas aplicadas por los diferentes autores (Lorch, Gundlach y Eidt), así como el equipo necesario, la preparación de reactivos, la manera de extracción de las muestras y las precauciones que deben tomarse. En esa misma época, se emplean estas técnicas por Shackley quien propone los análisis de fosfatos, carbonatos y pH —de la misma forma que Catt y Weir (1976)— para el análisis de suelos en arqueología (Shackley 1975:65-74). Proudfoot (1976) realiza una revisión y analiza varios sistemas de extracción de fósforo en las muestras.

Estos análisis se aplican a la Cueva de la Ventana en Arizona, por T. F. Buehrer (1975), así como el trabajo de García Bárcenas (1975) en que se analiza la técnica y la manera de preparar, tomar y procesar las muestras. En este mismo año, Susan Limbrey publica un manual para explicar la formación, fijación y alteraciones en el suelo de los residuos humanos y su potencial para la arqueología (Limbrey 1975). También en este año Baker (1975) prueba la relación de la distribución de artefactos en superficie con la distribución de fosfatos. Al mismo tiempo, Gregg (1975), encuentra que las lecturas máximas de fosfatos corresponden con las porciones más intensamente habitadas de un sitio arqueológico estudiado en Illinois.

Es durante 1976 que Hirth realiza otra publicación en la que, basándose en su trabajo anterior en Manzanilla, Puebla y Chalcatzingo, Morelos durante 1972 (Hirth 1975:100-101), menciona que en Puebla trabaja en áreas reticuladas, usando estos análisis para localizar habitación intensiva. Asocia el aumento de fosfatos con hogueras, basureros y entierros. Excavó los lugares señalados localizando las habitaciones. En su trabajo en Morelos, el objetivo principal fue verificar el valor analítico de los fosfatos como una técnica independiente en el estudio arqueológico, útil en la interpretación de función y composición del sitio. Trabajó con base en transectos para localizar la extensión del sitio y las áreas de ocupación intensiva.

En este mismo año Sjoberg (1976) publica un trabajo en que combina las técnicas químicas con la recolección de superficie, la fotografía aérea y los métodos de prospección eléctrica, no sólo para determinar presencia de actividades humanas pasadas y la localización de sitios, sino para determinar la base de la subsistencia, describir la dieta y establecer una cronología absoluta

(éste fue un buen propósito, pero hasta la fecha no se ha encontrado la manera de establecer cronologías a partir de estos análisis).

Durante 1977, Eidt modifica la técnica de laboratorio de Gundlach y propone utilizar tres reactivos en vez de dos. En el primero se emplea HCl 5N y 5 g de molibdato de amonio diluido en 100 ml de agua destilada, en el segundo utiliza 0.5 g de ácido ascórbico en 100 ml de agua destilada, y el tercero es una solución saturada de citrato de sodio. Con los dos primeros ocupa únicamente dos gotas para cada muestra de suelo en papel filtro, mientras que para el tercero, la muestra se sumerge en la solución, con lo que se detiene la reacción. Esta modificación es de gran importancia ya que, por primera vez, no se tiene que registrar el color a los dos minutos, pues puede hacerse con los papeles secos, comparándolos entre sí. La fijación del color hace a esta prueba realmente útil en el campo y promueve su difusión. En este mismo trabajo reporta su uso en Argentina, Estados Unidos, India, Colombia y Australia.

También en este año, Woods postula que estos análisis son una ayuda en la reconstrucción regional de asentamientos, la distribución de casas, la forma y función de áreas, y las estructuras (Woods 1977) con lo cual se introduce esta idea en los libros de metodología en arqueología por autores como Barker (1977). En 1978 White menciona la relación del pH del suelo con la fijación de los fosfatos, así como la influencia del clima en el proceso de formación de los suelos.

Shirk (1979) aplicó la técnica propuesta por Eidt en el estudio detallado de un sitio en Georgia determinando la extensión y el alineamiento de los rasgos, y confirmados con la excavación posterior.

Durante 1980 Bakkeving hace notar las variaciones y los contenidos naturales de fosfatos en el suelo. Mientras que Zvi Goffer recopila la aplicación de estos análisis en diferentes lugares del mundo trabajando ejemplos de Dinamarca, Inglaterra, Grecia, Arizona, Italia, Suecia, Alaska y relacionando en cada caso los resultados de los contenidos de fosfatos con las ocupaciones humanas (Goffer 1980).

En 1979 Barba lo utiliza para delimitar sitios en el valle de Xochipala, Guerrero. En Terremote Tlaltenco, D.F., utiliza los análisis de fosfatos como una herramienta de delimitación, que no necesariamente señala la presencia de restos humanos o

animales, sino las modificaciones que pueden ser provocadas por actividades contaminantes que pueden o no dejar artefactos arqueológicos que resistan el paso del tiempo, postulando además la pertinencia de agregar a estos análisis los datos de magnetometría, resistividad eléctrica y fotografía aérea (Barba 1979).

A partir de este momento se inicia un nuevo giro en estos análisis al relacionarlos con áreas de actividad. En los resultados de los experimentos anteriores se plantea la problemática de la interpretación de las diferencias en la concentración de fosfato que intentará ser resuelta con el estudio de las unidades habitacionales modernas cuyo intento se realiza en una casa habitada en Tlaxcala. Los resultados de este trabajo mostraron, por primera vez, que la distribución de los valores de fosfato estaba determinada por las actividades realizadas por sus habitantes (Barba y Bello 1978). El siguiente experimento fue en el piso de un palacio teotihuacano donde varias de las áreas pudieron ser interpretadas funcionalmente (sin publicar).

Tiempo después en San José Ixtapa, Estado de México, Limón y Barba (1981) utilizan las técnicas de prospección en el estudio específico del sitio, lo que daría la pauta para un trabajo más completo en 1983, donde no existe ninguna estructura evidente, sólo se aprecian las concentraciones de materiales arqueológicos en superficie. Los resultados de las temporadas de trabajo en San José Ixtapa son presentados por Barba en su tesis de maestría, en la que después de un cuidadoso estudio utilizando técnicas geofísicas, químicas y sedimentológicas postula la existencia de varias estructuras, tanto productivas como domésticas, y funciones asociadas a ellas (Barba 1984).

También en 1984 se publican varios trabajos en los que se contempla la aplicación de estos estudios en diversos lugares del mundo, agregando análisis como los de absorción atómica. Tal es el caso de los trabajos de Woods en dos sitios de Illinois (Fort de Chartres y Black Earth publicados en 1984), en donde utiliza la determinación de un mayor número de elementos (carbón orgánico, nitrógeno, calcio, potasio, magnesio, hierro, cobre y zinc) para la localización de los límites de los asentamientos y estudios de áreas de actividad, sin concluir con ninguna aportación al respecto.

Allen y Hamrroush en Egipto, usan análisis de tierras raras y elementos traza, dando énfasis a las técnicas sedimentológicas.

Concluyen que por estos análisis es posible identificar la localización de diferentes actividades humanas (Allen, Hamroush 1984); los trabajos de Stimmell, Hancock y Davis en Japón (1984) dan importancia a la metodología pedológica (color, estructura, pH, carbón orgánico, fosfatos, etcétera), utilizan activación neutrónica y algunos elementos del grupo de las tierras raras para identificar zonas de ocupación, analizando la existencia y la relación de los elementos con el uso de algunos horizontes de suelo, y se encuentran entre los trabajos editados por Lambert (1984).

Eidt publica su libro con casos de análisis de fosfato realizados en Colombia (Eidt 1984).

Durante 1985 se analizaron residuos dejados en tumbas de tiro ya saqueadas, con lo que pudieron proponerse los lugares donde se ubicaron los cadáveres y las ofrendas de materiales perecederos (Barba, Linares y Pérez, en prensa), además de los resultados obtenidos con estos análisis durante el trabajo de campo en La Florida, Zacatecas (Mejía y Barba, en prensa).

En 1986 se publica uno de los primeros trabajos de revisión sobre el tema que trata de establecer las áreas de actividad interpretables a partir de datos químicos (Barba 1986). Y más tarde, los resultados de los trabajos en unidades habitacionales en Cobá, Quintana Roo (Barba y Manzanilla 1987).

Comentarios

Haciendo una revisión de los artículos publicados puede uno darse cuenta de algunos aspectos destacados. Las primeras aplicaciones del análisis de fosfatos contrastan la distribución de fosfato en un sitio contra rasgos relativamente obvios como estructuras, concentración de material y tumbas. Estas aplicaciones tienen su máximo auge en la década de los sesenta, pero se van espaciando hasta hacerse raras en los ochenta. Por otro lado, la tendencia del desarrollo de la técnica analítica fue hacia una forma de análisis que permitiera su operación en el campo, sin depender de un laboratorio y de personal especializado. Las aportaciones más importantes en este sentido fueron las de Lorch, Gundlach y Eidt, siendo este último quien logró introducirla de lleno al trabajo de campo fijando el color en el papel filtro. A partir de 1958 en que Cornwall menciona el análisis de

fosfatos en su manual de suelos para arqueólogos, autores como Schmid, Shackley, Limbrey y Barker lo incluyen en sus trabajos como una herramienta de trabajo.

Existen pocos ejemplos del uso combinado de técnicas geofísicas y el análisis de fosfato. Como hemos mencionado, Schwarz (1967) fue pionero en esta concepción integradora y más tarde, Sjöberg (1976) presenta interesantes experiencias en su intento por refinar sus interpretaciones. En 1984, Woods realiza una pequeña mención, sin ampliar sobre el tema y sin dar mayores avances, mientras que en el mismo año Barba propone la aplicación sistemática de técnicas de prospección para el estudio de sitios desde la superficie, intentando establecer una metodología de estudio que incluya todas las técnicas.

Aplicaciones posteriores intentaron acercarse a la interpretación de áreas de actividad, relacionando la distribución de materiales arqueológicos con las lecturas de fosfatos. El trabajo pionero fue el de Cook y Heizer (1965) y le siguieron siete trabajos citados durante la época de los setenta. Más tarde, se intentó la explicación de diferencias entre concentraciones dentro y fuera de las estructuras estudiadas (Shirk 1979). En una etapa más reciente aparecen las aplicaciones que tienen como objetivo los estudios de áreas de actividad en los que se determinan elementos mayoritarios y elementos traza (tierras raras) por medio de técnicas analíticas instrumentales como la absorción atómica y la activación neutrónica (Woods 1984; Allen y Hamroush 1984).

No obstante el avance sustancial mostrado por la evolución histórica de la aplicación del análisis de fosfato en la arqueología, una gran parte de sus aplicaciones refleja un uso elemental y superficial de esta técnica. La localización de sitios es un buen ejemplo de la subutilización del análisis de fosfatos. En la mayoría de los casos los sitios pueden ser localizados por muchos otros medios, tales como el estudio de fotografías aéreas, la distribución de materiales en la superficie o bien el uso de técnicas geofísicas que permiten localizar con más facilidad los rasgos arqueológicos. Existen casos en los que el análisis químico puede ayudar en la detección de pequeños campamentos temporales con escasa evidencia arqueológica. En estos casos se justifica el estudio químico pero siempre habrá de considerarse la inversión de tiempo necesaria para el estudio de grandes extensiones por este medio. Es así, que para la localización y delimitación de sitios

se prefieren las técnicas fotográficas y geofísicas. La Fundación Lerici ha publicado un compendio de sus actividades durante diez años (Lerici 1965) que ilustra la aplicación de las más importantes técnicas de prospección para la resolución de problemas arqueológicos.

La subutilización propuesta puede tener su explicación en el hecho de que han sido geógrafos los autores que han impulsado el desarrollo de esta aplicación, lo que la enfoca hacia la localización y el análisis de asentamientos abandonados, con una óptica propia de la geografía. Otro grupo mayoritario de usuarios de esta técnica han sido especialistas provenientes de la edafología, lo que centra su atención en los cambios de concentración presentes en los perfiles de suelo. Todo esto ha hecho que en casi la totalidad de los trabajos de autores extranjeros revisados, esté ausente la idea de estudiar las variaciones de concentración en pisos para determinar áreas de actividad. El análisis de fosfato puede ser una poderosa herramienta para el estudio de espacios arqueológicos reducidos. La principal diferencia entre el análisis de fosfatos y otros métodos arqueológicos de estudio radica en que, mientras el trabajo normal trata con rasgos tangibles y visibles, el análisis químico de fosfatos proporciona información sobre características no observables, sea esto desde la superficie o en la excavación. De esta manera, los espacios comprendidos dentro de unidades habitacionales constituyen lugares ideales para la aplicación de estos estudios, pues en muchas ocasiones con lo único que se cuenta es con el piso. Además de las evidencias arqueológicas aportadas por la excavación, la información proporcionada por los estudios químicos de los pisos permite la reconstrucción de algunas de las actividades practicadas por los habitantes del sitio. Mas aún, si además de los estudios químicos de los pisos se incluyen estudios como los de los restos botánicos y faunísticos, se obtiene un posterior refinamiento de las interpretaciones. Los resultados del primer estudio interdisciplinario de este tipo en Oztuyohualco, Teotihuacan han sido muy alentadores (Barba, Ludlow, Manzanilla, Valdez 1987).

Uno de los caminos para lograr la interpretación de los resultados de distribución de los compuestos químicos en términos arqueológicos es, precisamente, la semejanza etnoarqueológica. No existe otra forma de relacionar el origen de una concentración química de cualquier compuesto en un piso habi-

tacional, si no es a través del estudio de las actividades realizadas en una unidad habitacional moderna o de la experimentación controlada. Es evidente que habrán de tenerse siempre en cuenta las diferencias de los casos relacionados, así como las reservas que implica el hablar de dos épocas muy diferentes. En este sentido se han realizado varios interesantes experimentos.

Como ya se mencionó, durante 1978 Luis Barba y Gregorio Bello, en un trabajo pionero, utilizan estos análisis en una casa moderna en San Vicente Xiloxochitla, en donde relacionan las observaciones de campo con la información proporcionada por los habitantes para, a su vez, relacionar las concentraciones de elementos con las actividades observadas, de los que concluyen como primer resultado que los mayores valores de fosfatos se agrupan dentro de la cocina, en la zona donde comen los habitantes, en el lugar de almacenamiento de semillas y pastura, y finalmente en el lugar donde se tienen los animales, mientras que las bajas concentraciones se presentan en los pasillos, bajo las camas y en las entradas (Barba, Bello 1978).

En 1981 Luis Barba y Pierre Denis, trabajan en la población recientemente abandonada de Osumacinta Viejo, en donde estudian dos casas, una en el centro y otra en las afueras de la población. Se analizan fosfatos por el método de Eidt, calcio, al reaccionar con oxalato de potasio, hierro por la intensidad del color rojo producido con tiocianato de potasio, carbonatos, pH y el análisis microscópico de las muestras, de lo que concluyen que el trabajo con cal, como en el agua de nixtamal, acumula residuos altos de calcio en el suelo, mientras que el trabajo con agave deja residuos de hierro, así como la relación de los fosfatos con las áreas de basurero, alimentación y su ausencia en las zonas de gran tránsito, y donde se ubican muebles voluminosos bajo los cuales no se deposita nada (Barba, Denis 1981).

Se publica un trabajo de revisión (Barba, García 1983) en el que se mencionan las áreas y actividades que han podido ser reconocidas hasta el momento, establecidas por trabajos previos y tomando en consideración datos etnográficos:

- áreas de descanso,
- áreas de preparación de alimentos,
- áreas de consumo de alimentos,
- áreas de tránsito,
- lugares de encierro de los animales.

Se determinaron áreas de actividad en unidades habitacionales en el sitio arqueológico de Cobá, y se estudió una casa moderna en 1983 (Barba y Manzanilla 1987). Durante estos trabajos se comprobó que aún en condiciones severas de intemperismo en clima tropical, la permanencia de los compuestos químicos permite su estudio y la diferenciación de áreas de actividad dentro de las unidades habitacionales mayores.

Durante los trabajos realizados en diferentes sitios arqueológicos ha sido interés predominante la realización de análisis químicos en casas habitación modernas. Entre las características deseadas está la presencia del piso de tierra, y la ayuda de los habitantes para la observación directa de sus actividades a fin establecer algunos patrones de contaminación relacionados con las actividades registradas. Con estos trabajos se ha continuado incrementando un banco de información que contiene datos sobre los compuestos químicos y su relación con actividades domésticas y productivas, en las condiciones climáticas de diferentes partes de la república.

El trabajo de identificación e interpretación de áreas de actividad arqueológica es un tema muy amplio, y este tipo de técnicas constituyen herramientas importantes para su estudio. Una de las líneas de desarrollo es la referente a su aplicación en contextos productivos, no solamente los domésticos, donde podría informar sobre áreas de producción, materias primas y aspectos tecnológicos. El primer intento se hizo en la determinación de áreas de producción de mercurio en San José Ixtapa (Barba y Herrera, en prensa). La otra posibilidad de investigación futura es el estudio de otros elementos y compuestos químicos para poder relacionarlos con las actividades realizadas arqueológicamente. En este sentido se tienen algunas experiencias utilizando indicadores como calcio, hierro, carbonatos, color, pH, en conjunto con el análisis de fosfato y el examen óptico de las muestras de tierra para identificar materiales microscópicos, lo que en todos los casos ha producido distribuciones diferenciales que han podido ser interpretadas en términos arqueológicos.

ABSTRACT

Chemical analysis, especially phosphate analysis, has received a good deal of attention in recent times. The history of the applications of this analysis show that most early the papers were devoted to the establishment of the analytical procedure. At the same times some of the applications try to confirm the relationship between human settlement and chemical content in soils. There are some later attempts to go further in the interpretation of results. In these cases phosphate analysis is used in conjunction with chemical and geophysical data to complement the information. During the last decade the first attempts to relate the chemical content of floors with human activities were carried out.

The aim of this article is to show that the most important use of the chemical analysis is as a tool for the study of floors in order to locate activity areas in households. A review of recently published articles show the promising results of this application.

REFERENCIAS

ALLEN, Ralph; Hamy HAMROUSH

- 1984 "The application of geochemical techniques to the investigation of two predynastic sites in Egypt", en Lambert, J.B. (ed.), *Archaeological Chemistry*, American Chemical Society, Washington.

ANONYMUS

- 1941 "Soil Analysis", *Antiquity* 15:382-383.

ARRHENIUS, Olof

- 1963 "Investigation of soil from old sites", *Ethnos* 2-4:122-136.

BARBA PINGARRON, Luis

- 1979 "El análisis de fosfatos como herramienta de prospección y delimitación", *XVI Mesa Redonda*, Sociedad Mexicana de Antropología, Saltillo, Coahuila: 267-274.

1983

- "La aplicación de métodos geofísicos, químicos y sedimentológicos al estudio de sitios arqueológicos", Simposio Arqueología de superficie, Sociedad Mexicana de Antropología, Veracruz, Ver, *Revista Mexicana de Estudios Antropológicos* XXXII:35-50.

- 1984 *The ordered application of geophysical, chemical and sedimentological techniques for the study of archaeological sites: The case of San Jose Ixtapa, Mexico*, Masters of Sciences thesis, The University of Georgia Athens, Georgia.
- 1984a "Prospección y análisis químicos", en Benavides, Manzanilla (eds.), *Proyecto Cobá 1984: Informe de la primera temporada de campo*.
- 1986 "La química en el estudio de áreas de actividad", en Linda Manzanilla (Ed.), *Análisis de unidades habitacionales mesoamericanas y sus áreas de actividad*, Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM, México: 21-39.
- BARBA PINGARRON, Luis; Gregorio BELLO
1978 "Análisis de fosfatos en el piso de una casa habitada actualmente", *Notas Antropológicas*, 1, Nota 24: 188-193, UNAM. México.
- BARBA, Luis; Pierre DENIS
1981 "Actividades humanas y análisis químicos de los suelos: El caso de Usumacinta Viejo, Chiapas", *XVII Mesa Redonda*, Sociedad Mexicana de Antropología, San Cristóbal de las Casas, Chiapas, v. 2:263-277.
- BARBA, Luis; Margarita GARCIA
1983 "Análisis químicos de pisos de unidades habitacionales para determinar áreas de actividad", *XVIII Mesa Redonda*, Sociedad Mexicana de Antropología, Taxco, Guerrero. En Prensa.
- BARBA, Luis; Alberto HERRERA
1986 "San José Ixtapa: Un sitio arqueológico dedicado a la producción de Mercurio", *Anales de Antropología* XXIII:87-104.
- BARBA, Luis; Eliseo LINARES; Guillermo PEREZ
1985 "Estudio químico de las tumbas saqueadas", *XIX Mesa Redonda*, Sociedad Mexicana de Antropología Queretaro, Queretaro. En Prensa.
- BARBA, Luis; Beatriz LUDLOW; Linda MANZANILLA; Raúl VALADEZ
1987 "La vida doméstica en Teotihuacan. Un estudio interdisciplinario", *Ciencia y Desarrollo* 77:21- 33, CONACYT.

BARBA, Luis; Linda MANZANILLA

1987 "Estudio de áreas de actividad", en Linda Manzanilla (Ed.), *Cobá Quintana Roo. Análisis de dos unidades habitacionales mayas del horizonte clásico*, Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM, México: 69-115.

BARBA, Luis; Alejandro TOVALIN

1987 "Estudio de las unidades habitacionales antes de la excavación. Apéndice", en Linda Manzanilla (Ed.), *Cobá Quintana Roo. Análisis de dos unidades habitacionales Mayas del horizonte clásico*, Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM, México: 331-337.

BAKER, C. M.

1975 "Experimentation with soil phosphate analysis", en C. M. Baker (Ed.), *Arkansas Eastman Archaeological Project*, Arkansas Archaeological Survey, Research Report 6:67-82.

BAKKEVING, Sverre

1980 "Phosphate analysis in archaeology problems and recent progress", *Norwegian Archaeological Review* (13)2:73-100.

BARKER, Philip

1977 *Techniques of Archaeological Excavation*, B.T. Batsford Ltd., Londres.

BROTHWELL, D.; E. HIGGS

Ciencia en arqueología, Fondo de Cultura Económica, México.

BUEHRER, T. F.

1975 "Chemical study of the material from several horizons of the Vetana Cave profile", en Emil Haury, (Ed.), *The Stratigraphy and archaeology of vetana Cave*, University of Arizona Press: 99-102.

CATT, J.A.; A. H. WEIR

1976 "The study of archaeological important sediments by petrographic techniques", en D.A. Davidson, y M.L. Shackley (Eds.), *Geoarchaeology earth science and the past*: 65-91.

COOK, S.F.; R. F. HEIZER

1965 *Studies on the chemical analysis of archaeological sites*, University of California Press, Berkeley.

COOK, S.F.; H. E. TREGANZA

- 1947 "The quantitative investigation of aboriginal sites: Comparative physical and chemical analysis of two California indian mounds", *American Antiquity* 13(2):135-141.

CORNWALL, I.W.

- 1958 *Soil for the archaeologist*, Phoenix House Ltd., London.

CRAWFORD, O. G. S.

- 1954 "A century of air-photography", *Antiquity* 28 (1-4).

CRUXENT, J.M.

- 1962 "Phosphorus content of the Texas street 'Hearths'", *American Antiquity* 28 (1):90-91.

DAVIDSON, D.A.

- 1973 "Particle size and phosphate analysis evidence for the evolution of a tell", *Archaeometry* 15(1):143-152.

DIETZ, Eugene F.

- 1957 "Phosphorus accumulation in soil of an indian habitational site", *American Antiquity* 22(4):405-409.

EIDT, Robert C.

- 1973 "A rapid chemical field test for archaeological site surveying", *American Antiquity* 38(2):206-210.

- 1977 "Detection and examination of anthrosoils by phosphate analysis", *Science*, 197:1327-1333.

- 1984 *Advances in abandoned settlement analysis: application to prehistoric anthrosol in Colombia, South America*, The Center for Latin America, University of Wisconsin, Milwaukee.

EIDT, R. C.; W. I. WOODS

- 1974 *Abandoned settlement analysis theory and practice*, Field Test Associates, Milwaukee.

GARCIA BARCENAS, Joaquín

- 1975 *Localización de sitios arqueológicos por medios químicos*, Departamento de Prehistoria, Cuadernos de Trabajo 9: 29-48, México.

GREGG, M.L.

- 1975 "Two sites in northwestern Illinois", *The Wisconsin Archaeologist* 56:174-200.

- GOFFER, Zvi
1980 *Archaeological chemistry. A Sourcebook on the applications of chemistry to archaeology*, John Wiler Sons, London.
- HIRTH, Kenneth
1975 "Estudio de fosfatos en el contexto de arqueología", *Vínculos* (2):99-102.
1976 "Análisis de fosfatos: Una nueva técnica de investigación en arqueología", *Notas Antropológicas*, 1, nota 23:180-186. UNAM, México.
- LAMBERT, J.B.; S.V.SIMPSON; J.E.BUIKSTRA; D.K.CHARLES
1984 "Analysis of soil associated with woodland burials", en J.B. Lambert (Ed.), *Archeological Chemistry*. American chemical society, Washington.
- LERICI, C.M.
1965 *A great adventure of italian archaeology. Ten years of archaeological prospecting (1955-1965)*, The Lerici Foundation.
- LIMBREY, Susan
1975 *Soil science and archeology*, Academic Press, New York: 69-72.
- LIMON, Morrison y Luis BARBA
1981 "Prospección arqueológica en San José Ixtapa", *Anales de Antropología* XVIII(1):151-171.
- LUTZ, H.J.
1951 "The concentration of certain chemical elements in the soil of Alaskan archaeological sites", *American Journal of Science* 249:262-276.
- MEJIA P.C., Elizabeth; Luis BARBA
1985 "Estudios químicos de unidades habitacionales en el campo: El caso de la Florida, Zacatecas", *XIX Mesa Redonda*, Sociedad Mexicana de Antropología, Queretaro, Queretaro, En prensa.
- MEJIA P.C., Elizabeth
1987 *Análisis químicos de unidades habitacionales en el sitio de la Florida, Zacatecas*, Tesis ENAH, México.

OVERSTREET, D.

- 1974 "A rapid chemical field test for archaeological site surveying: An application and evaluation", *The Wisconsin Archaeologist* 55:262-276.

PROUDFOOT B.

- 1976 "The analysis and interpretation of soil phosphorus in archaeological contexts", en D.A. Davidson, M.L. Shackley (Eds.), *Geoarchaeology earth science and the past*:93-113.

SCHMIDT, Elizabeth

- 1969 "Cave sediments and prehistory". en Higgs Brothwell (ed.), *Science in archeology*:151-166.

SCHWARZ, G.T.

- 1967 "Prospecting without a computer in southern Switzerland", *Prospezioni Archeologiche* 2:73-80.

SHACKLEY, Myra L.

- 1975 *Archaeological sediments a survey of analytical methods*, Butter Worths, London:65-74.

SHIRK, E.C.

- 1979 "Intra-site phosphate analysis: A test case at Cold Springs", *Laboratory of archaeology, series 20*, University of Georgia.

SJOBERG, Alf

- 1976 "Phosphate analysis of anthropic soils", *Journal of Field Archeology* 3(4):447-454.

SOLECKI, Ralph S.

- 1951 "Notes on Soil Analysis and Archaeology", *American Antiquity* 16(3):254-256.

STIMMELL, C.A.; R. G. V. HANCOCK; A. M. DAVIS

- 1984 "Chemical analysis of archeological soils from yagi site, Japan", en J.B. Lambert (ed.), *Archeological Chemistry*, American Chemical Society, Washington.

STOKAN, Walter Von

- 1958 "Prehistory organic remains", *Antiquity* 12:82-86.

WHITE, E.M.

- 1978 "Cautionary note on soil phosphate data interpretation for archaeology", *American Antiquity* 43(3):507-509.

WOODS, William I.

- 1975 "The analysis of abandoned settlements by a new phosphate field test method", *Chasiopean* 13(1-2):3-46.
- 1977 "The quantitative analysis of soil phosphate", *American Antiquity* 42(2):248-252.
- 1984 "Soil chemical investigations in Illinois Archeology: Two example study", en J.B. Lambert (ed.), *Archeological Chemistry*, American Chemical Society, Washington.