

Mirón, Esther

2002 Análisis de Lípidos: Un estudio de arqueología experimental de residuos de maíz en cerámica de Santa Apolonia, Chimaltenango. En *XV Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 2001* (editado por J.P. Laporte, H. Escobedo y B. Arroyo), pp.446-452. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala.

36

ANÁLISIS DE LÍPIDOS: UN ESTUDIO DE ARQUEOLOGÍA EXPERIMENTAL DE RESIDUOS DE MAÍZ EN CERÁMICA DE SANTA APOLONIA, CHIMALTENANGO

Esther Mirón

El estudio del maíz en Mesoamérica es de suma importancia puesto que es el principal elemento en la comida desde tiempos prehispánicos. Los análisis del proceso del maíz contribuyen a un mejor entendimiento sobre el consumo de la comida y las funciones de las vasijas en la cultura Mesoamericana. El estudio de Hastorf y Johannessen (1993:116) sobre la bebida de la Chicha (o cerveza de maíz) establecieron que las investigaciones de la comida pueden contribuir a un mejor entendimiento de los sistemas políticos y simbólicos del pasado.

La importancia arqueológica de los estudios de residuos orgánicos en la cerámica por medio de análisis químicos depende del descubrimiento de recursos naturales utilizados en tiempos prehistóricos (Oudemans y Boon 1991:198). La adquisición de nueva información sobre el uso de las vasijas es posible por medio de análisis de lípidos extraídos de la cerámica por solventes.

Los métodos químicos de Gas Cromatográfico (GC) y Gas Cromatográfico/Espectrometría de Masa (GC/SM) fueron seleccionados para el análisis de las muestras recolectadas en Santa Apolonia, Chimaltenango. Estas dos técnicas han sido aplicadas en un variado número de investigaciones sobre residuos orgánicos extraídos de la cerámica proporcionando interesantes resultados (Condamín *et al.* 1976; Evershed *et al.* 1990).

El objetivo general del proyecto fue realizar un análisis experimental con cerámica etnográfica para extraer y analizar los residuos de lípidos en vasijas domésticas donde se cocinaron granos de maíz con el fin de obtener más información sobre el maíz cocido y su caracterización para determinar el potencial de preservación del maíz en la cerámica.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Definir la caracterización del maíz por medio de un análisis de lípidos
- Obtener más información de las diferentes formas de procesar el maíz en cerámica utilitaria
- Demostrar la importancia de la oxidación del maíz para el análisis de lípidos en residuos de comida en las vasijas
- Reconstruir una receta prehispánica (atol de elote) para obtener más información sobre la preparación de la comida
- Comparar entre los resultados de los análisis de los residuos según las diferentes partes de la vasija (borde cuerpo y base) con los residuos de la receta de atol

- Demostrar la importancia del análisis de lípidos para determinar "marcadores biológicos" que puedan contribuir para la identificación del maíz en cerámica arqueológica
- Demostrar cómo el análisis de lípidos contribuyen a los estudios funcionales de cerámica utilitaria aplicadas en la interpretación arqueológica

ANTECEDENTES DE ANÁLISIS DE LÍPIDOS EN CERÁMICA ARQUEOLÓGICA

Los análisis de lípidos han sido aplicados para la identificación de residuos orgánicos en la cerámica en diferentes contextos (Condamin *et al.* 1976; Evershed *et al.* 1990). La aplicación de la química analítica en este tipo de estudios ha sido concentrada principalmente en sustancias cerosas y grasosas solubles en solventes orgánicos (Oudemans y Boon 1991:198). Estos estudios han demostrado que la cerámica es una fuente potente para la preservación de materia orgánica, la cual puede ser absorbida por las matrices de los poros creados en la arcilla quemada o preservada en depósitos visibles en la superficie (<biblio>).

Estos estudios han abierto un nuevo campo de investigación en donde la identificación de residuos orgánicos puede ofrecer novedosas ideas para los análisis funcionales de las vasijas arqueológicas. Por ejemplo, en el estudio de vasijas prehistóricas de asentamientos romanos en Holanda los análisis químicos establecieron una relación entre los componentes químicos identificados y las formas de las vasijas, sugiriendo una misma función (Oudemans y Boon 1991:197-227).

La mayoría de análisis de lípidos se han realizado en la identificación de grasas animales, sin embargo hay un pequeño número de estudios en grasas vegetales entre los que se puede mencionar el estudio de Condamin y colegas (1976:195-201) donde se logró identificar el aceite de oliva en ánforas romanas por medio de la extracción de los ácidos grasos.

El único estudio aplicando análisis químicos realizados en Mesoamérica fue la identificación de semillas de cacao en una vasija ceremonial de Río Azul, Petén (Hurst *et al.* 1989:279-289).

EL MAÍZ EN CONTEXTOS ARQUEOLÓGICOS

Se sabe que en Mesoamérica hay evidencia de maíz identificado en contextos arqueológicos e hipótesis propuestas con anterioridad que asocian el uso del maíz en la cerámica arqueológica. Entre estos se puede mencionar el estudio de Clark y Blake (Hoopes 1995:192) quienes sugirieron el uso de tecomates para servir líquidos. En este modelo, el maíz es un componente inicial de un sistema de festividades competitivas. Además es muy probable que este sistema se desarrollara en una tradición en donde existía el consumo y la preparación de bebidas utilizando productos como el cacao y/o maíz.

Lesure, en su análisis funcional en el sitio de Paso de la Amada en Chiapas, México (1998:20) también sugiere el uso de tecomates para la preparación de bebidas de maíz y propone un sistema de fiestas para el Preclásico Temprano (1400-1250 AC). Él se refiere al análisis de residuos del interior de las vasijas pero desafortunadamente estos datos no fueron proporcionados en dicha publicación.

En el sitio de El Carmen, El Salvador, Arroyo (1995:240-205) identificó fragmentos de mazorcas de maíz en pozos de almacenaje fechados para la fase Bostan (1450-1200 AC), proponiendo que las vasijas eran utilizadas para cocinar y servir los alimentos. En contraste con los tecomates de Chiapas se sugirió que éstas no representan elementos de prestigio puesto que carecen de un acabado fino en su decoración.

Todas estas hipótesis proponen que el origen de la cerámica está directamente relacionado con la preparación de comida y bebidas para fiestas. Sin embargo la mayor parte de investigaciones carecen de información científica sobre los residuos orgánicos en las vasijas. Este tipo de investigaciones contribuiría a dar información para apoyar el uso de productos naturales en las vasijas prehispánicas.

COMPOSICIÓN DEL MAÍZ

Para poder identificar el maíz en la cerámica es importante conocer su composición y entender el proceso de la oxidación que los granos sufren después de la cocción, como en el caso de la preparación del atol de elote. La composición del maíz ha sido intensamente estudiada puesto que actualmente es considerado como una fuente de aceite vegetal.

El maíz es una planta anual principalmente utilizada para la alimentación. Una mazorca de maíz y/o los granos contienen aproximadamente 5% de aceite el cual el 80% está concentrado en el germen. El contenido de proteína del maíz es del 10% (Asiedu *et al.* 1993:352), y es muy bajo en recursos minerales. El valor nutricional de grasa del maíz es limitado en el contenido de triglicéridos, ácidos grasos y vitaminas solubles en grasa. El grano de maíz moderno contiene aproximadamente 5% de lípidos. Cuatro principales ácidos grasos han sido identificados y se ha comprobado que los contiene en grandes proporciones estos son: ácido palmítico (16:0), ácido oleico (18:1w9) y linoleico (18:2w3; Asiedu *et al.* 1993:353). Esta composición grasosa es común entre la familia de las gramíneas.

Un lípido se define como un grupo de compuestos que son solubles en solventes orgánicos y no solubles en agua (deMan 1990:36). Esta característica hace que los lípidos tengan un alto potencial de sobrevivencia a lo largo del tiempo.

MUESTRAS, EXPERIMENTO Y RESULTADOS

La reconstrucción de la receta de atol y la extracción de muestras de maíz en piezas etnográficas fueron llevadas a cabo en el laboratorio químico del Departamento de Arqueología de la Universidad de Bradford, Inglaterra. El análisis de lípidos extraídos de las muestras cerámicas fue analizado por medio de Gas Cromatográfico y Gas Cromatográfico/Espectrometría de masa.

El uso de estas técnicas analíticas que han tenido como objetivo la identificación de materiales orgánicos y la detección de mezclas compuestas degradadas por el tiempo, han proporcionado información muy útil a la arqueología. Estos tipos de métodos han dominado para la determinación de estructuras funcionales de los compuestos orgánicos (Evershed *et al.* 1990). Esta es la razón por la cual estos métodos fueron seleccionados en el presente estudio para la caracterización del maíz en la cerámica.

Gas Cromatográfico es un método para la separación de muestras de mezclas de componentes en dos fases, una fase estacionaria y una fase móvil. Los ácidos grasos pueden ser analizados como ácidos libres o ésteres. Estos ácidos libres son polares e interactúan fuertemente entre sí, y es muy probable que produzcan picos en una cromatografía. Una de las desventajas de este método en los análisis de lípidos es que no cuantifica la cantidad presente, únicamente si el elemento está presente o no. El Gas Cromatográfico/espectrometría de masa ha sido un método aplicado para la separación, detección y caracterización de compuestos complejos de mezclas orgánicas. La aplicación de este método es buena para la identificación de aceites y grasas aunque no es aplicable para aceites de pescado por el alto peso molecular de los organismos marinos.

Las muestras fueron recolectadas en Santa Apolonia, Chimaltenango, con el apoyo de la Universidad del Valle de Guatemala. Se buscaron únicamente vasijas donde se hubiera cocido maíz. Se utilizaron tres diferentes tipos de muestras de los tiestos etnográficos y de los granos de maíz. El primer experimento fue aplicado en las muestras etnográficas y de las cuales se extrajeron las muestras de lípidos del borde superior, borde inferior y bases de las vasijas. En el segundo experimento las muestras fueron extraídas directamente de los granos de maíz y el último experimento los residuos de lípidos fueron extraídos de la vasija utilizada en la reconstrucción de la receta de atol de elote.

EXTRACCIÓN DE LÍPIDOS

Para la extracción de lípidos las muestras etnográficas se rasparon con un taladro manual para obtener los residuos de la superficie interior a 2 mm de profundidad. Las partes de la base y cuerpo

fueron trituradas en un mortero desinfectado cuidadosamente. Estas muestras podían ser de 2 gramos a 14 gramos. Los solventes fueron aplicados proporcionalmente a las muestras para ser ultrasonificadas y centrifugados para separar el material sólido del líquido. El contenido líquido fue transferido a un bote más reducido para ser evaporado con nitrógeno. Se guardaron en muy bajas temperaturas para aplicar una fórmula química (BSTFA) al 1% y luego una muestra de una milésima se inyectó en un gas cromatográfico durante 40 minutos.

RESULTADOS DE LAS MUESTRAS ETNOGRÁFICAS

Doce muestras de tiestos fueron preparadas y analizadas utilizando GC. Cuatro de las muestras extraídas de la pared interior de la superficie del borde mostraron en el cromatograma una gran abundancia de residuos de lípidos. Los picos de los ácidos grasos que caracterizan la composición del maíz fueron los más pronunciados (Figuras 1a y 1b). Los resultados de las muestras de los cuerpos mostraron cromatogramas con características muy similares a las anteriores pero con picos menos pronunciados. En cambio, las muestras de los lípidos extraídas de las bases de las vasijas carecen de evidencia de residuos de lípidos (Figura 2). De estas muestras se escogieron cuatro para ser analizadas en el GC/MS.

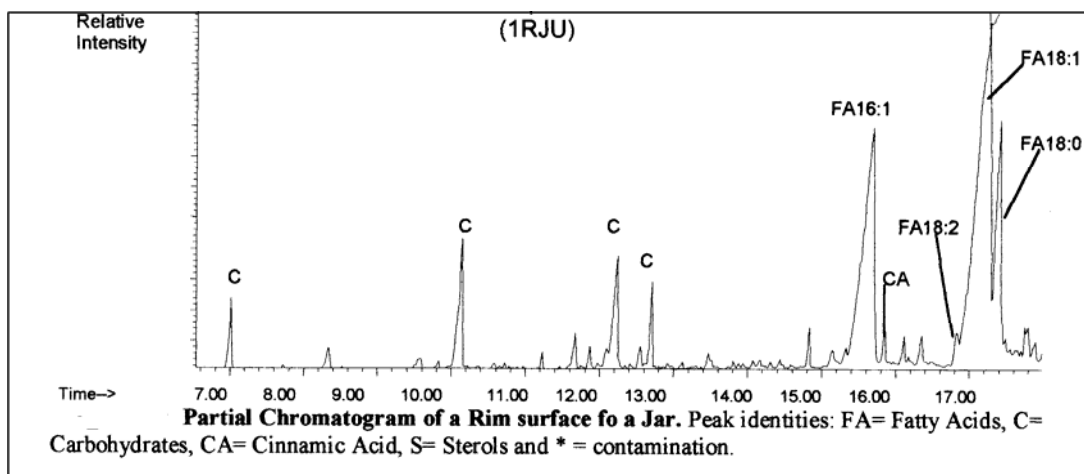


Figura 1a Superficie del cántaro

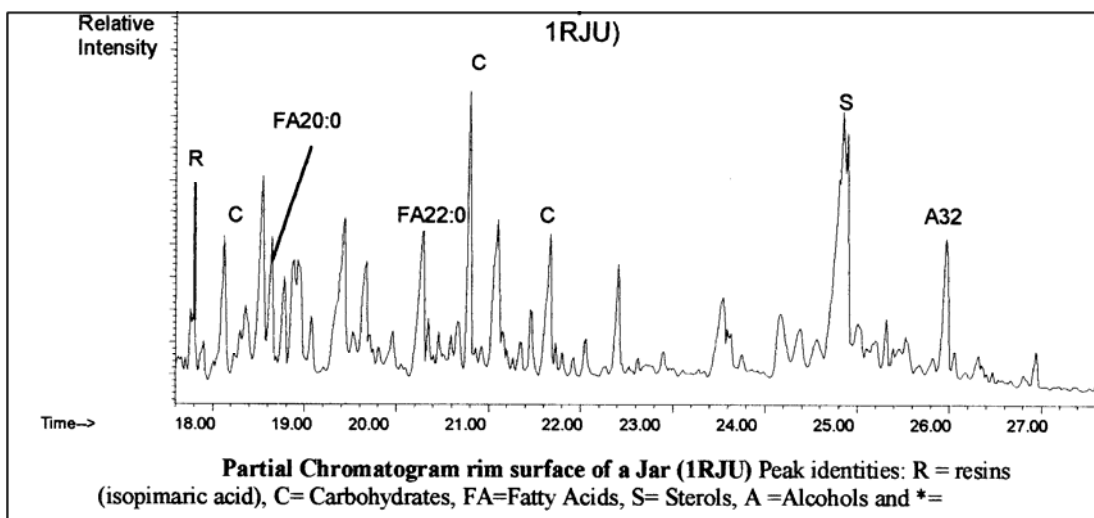


Figura 1b Superficie borde del cántaro

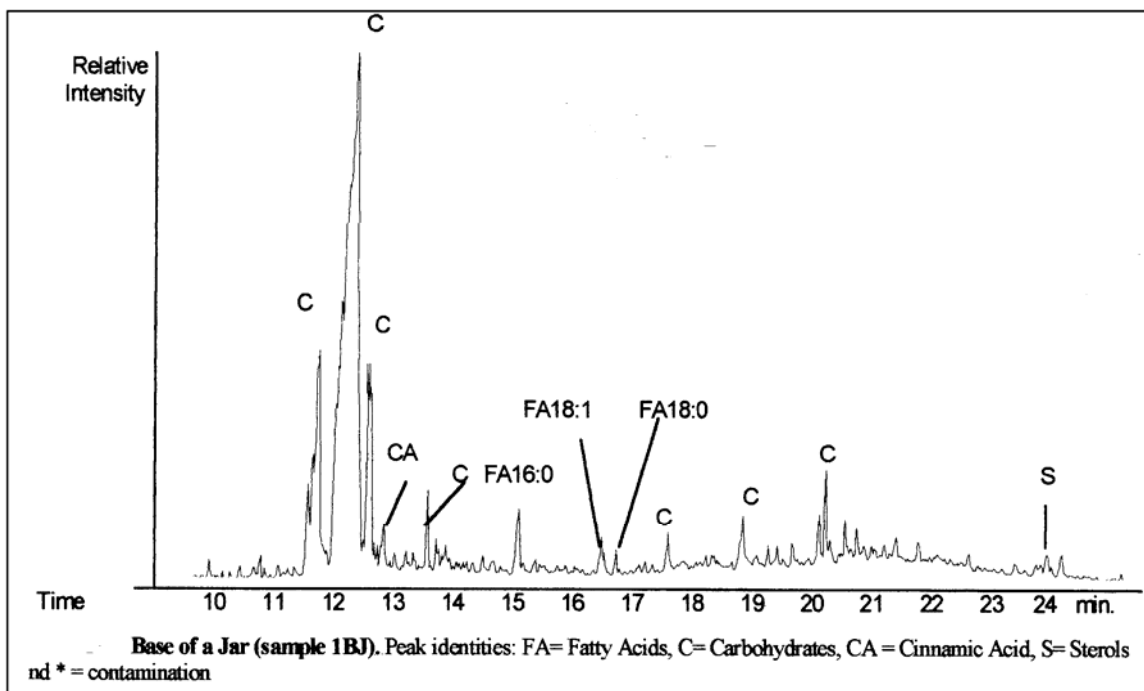


Figura 2 Base del cántaro

RESULTADOS DE LAS MUESTRAS DEL GRANO DE MAÍZ

Se extrajeron dos muestras de los granos del maíz cocido, lamentablemente los resultados del GC no mostraron ninguna evidencia de lípidos. Esto no fue posible porque la muestra contenía muchas proteínas las cuales no son detectadas por el GC. Se decidió extraer una muestra de los granos crudos directamente, obteniendo evidencia de lípidos en gran cantidad (Figura 3).

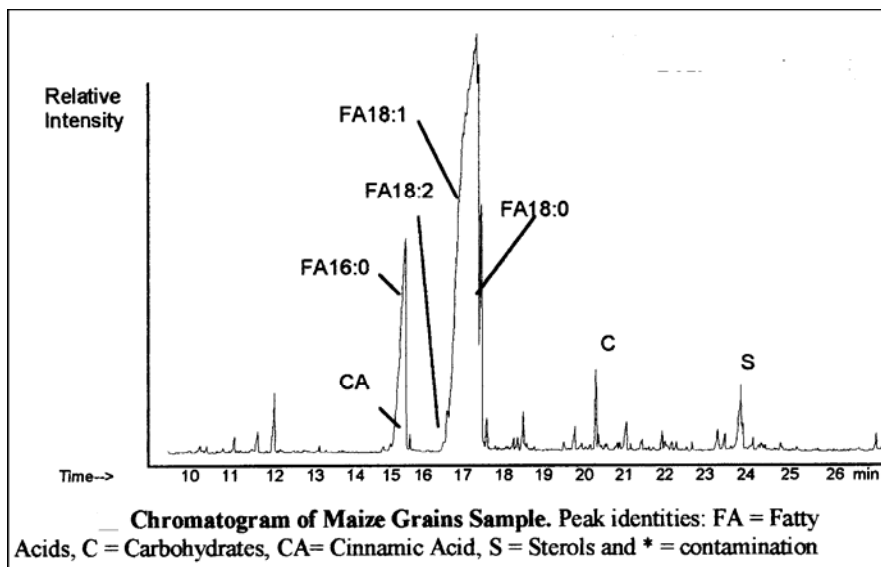


Figura 3 Muestra de granos de maíz

RESULTADOS DE LA RECONSTRUCCIÓN DEL ATOL DE ELOTE

Se utilizó una vasija nueva de Santa Apolonia para la reconstrucción de la receta de atol de elote. La vasija fue colocada sobre una estufa de campamento en el laboratorio. Los ingredientes fueron: granos de maíz (347.63 gramos), Cal o Carbonato de Calcio (34.90 gramos) y agua. Se escogieron únicamente estos ingredientes para que la reconstrucción fuera lo más semejante a un atol prehispánico, además que al utilizar ingredientes como leche y azúcar cambiarían por completo los resultados. El cromatograma muestra que los picos de ácidos grasos son pronunciados y es muy parecido al de las piezas etnográficas (Figura 4).

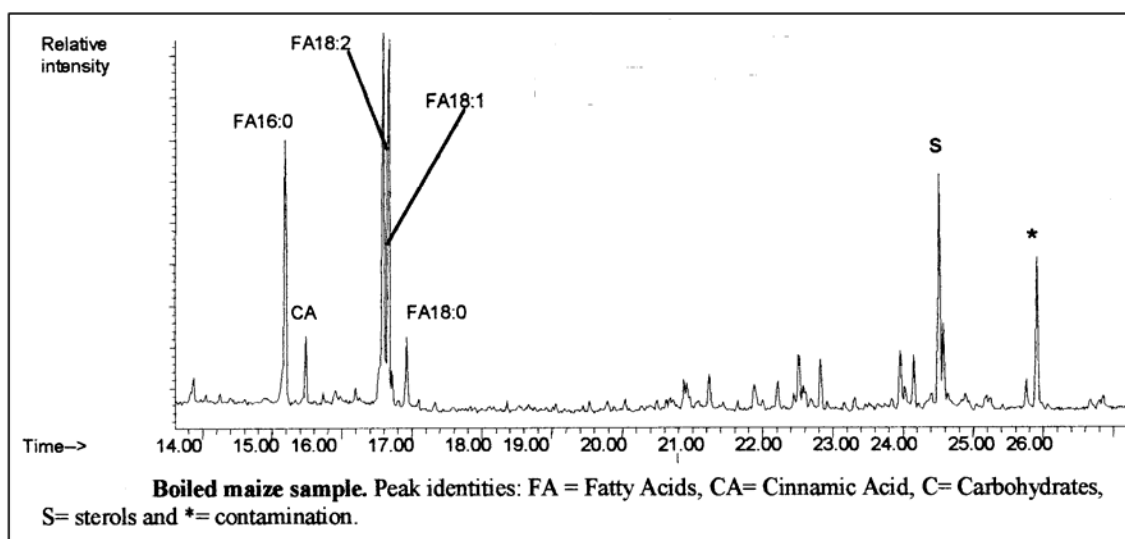


Figura 4 Muestra del cántaro para la reconstrucción del atol de elote

Todas las muestras fueron comparadas y analizadas, identificando que cuatro clases de componentes químicos se repitieron en las muestras (ácidos grasos, carbohidratos, ácido cinámico y esteroides). En las partes superiores de los bordes también se identificaron componentes como alcoholes y ácido isopimárico (resina).

Se determinaron los siguientes compuestos como marcadores biológicos para la caracterización del maíz: ácidos grasos (o lípidos); carbohidratos en monosacarinas y polisacarinas o sea azúcares, estos compuestos tienen un nivel bajo de preservación; esteroides, el cual se encuentra en el maíz; compuestos aromáticos como el ácido cinámico y sus derivados.

El ácido isopimárico fue identificado en dos de las muestras extraídas de la superficie del borde. Este compuesto se encuentra en las resinas de coníferas, especialmente en resinas de la familia *Pinaceae*, las cuales son principalmente suaves y solubles. Esto demuestra que durante el tiempo de cocción sobre el fuego las moléculas de las resinas de los leños utilizados fueron absorbidas por la parte superior de la vasija.

La caracterización del maíz en las muestras etnográficas es un logro para hacer posible la identificación del mismo en investigaciones futuras en la cerámica arqueológica. Los resultados del estudio experimental muestran que la composición química del maíz tiene un alto potencial para preservarse en los poros de la cerámica y por medio de análisis de lípidos en el GC/MS es muy posible la identificación de residuos orgánicos en la cerámica arqueológica.

La obtención de todos estos compuestos demuestra que los análisis de lípidos además de proporcionar información sobre los alimentos utilizados también ofrecen información sobre el medio

ambiente ya que se logró determinar que leños de pinos habían sido utilizados como combustible para el cocimiento del maíz en Santa Apolonia, Chimaltenango.

No hay duda que en el área mesoamericana y aprovechando todos los recursos naturales que el área ofrece, los análisis de lípidos pueden abrir un nuevo campo de investigaciones para las interpretaciones arqueológicas especialmente en estudios de cerámica utilitaria, sus funciones y procesos de preparación de alimentos en culturas extintas.

REFERENCIAS

Arroyo, Bárbara

- 1995 Early Ceramics from El Salvador, The El Carmen Site. En *The Emergence of Pottery Technology and Innovation in Ancient Societies*(editado por W.K. Barnett y J.W. Hoopes). Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.

Asiedu, M. R. Nilsen, O. Lie y E. Lied

- 1993 Effect of Processing (Sprouting and/or Fermentation) on Sorghum and Maize. I: Proximate Composition, Minerals and Fatty Acids. *Food Chemistry* 46:351-353.

Barnett W.K. y J.W. Hoopes (ed)

- 1995 *The Emergence of Pottery Technology and Innovation in Ancient Societies*. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C.

Condamin S.F. Formenti, M.O. Metais, M. Michel y P. Blond

- 1976 The Application of Gas Chromatography to the Tracing of Oil in Ancient Amphorae. *Archaeometry* 18:195-201.

DeMan, J.M.

- 1990 *Principles of Food Chemistry*. Van Nostrand Reinhold, New York.

Evershed R.P., C.Heron y L.J. Goad

- 1990 Analysis of Organic Residues of Archaeological Origin by High Temperature Gas Chromatography and Gas Chromatography-Mass Spectrometry. *Analyst* 115:1339-1342.

Gunstone F., J.L. Harwood y F.B. Padleyh

- 1994 *The Lipid Handbook*. Chapman & Hall, London.

Hastorf, C.A y S. Johannessen

- 1993 Pre-Hispanic Political Change and the Role of Maize in the Central Andes of Peru. *American Anthropologist* 95:115-138.

Hurst, W.J, R. Martin, S.M. Tarka y G.D. Hall

- 1989 Authentication of Cocoa in Maya Vessels Using High-Performance Liquid Chromatographic Techniques. *Journal of Chromatography* 466:279-289.

Lesure, R.

- 1998 Vessel Form and Function in an Early Formative Ceramic Assemblage from Coastal Mexico. *Journal of Field Archaeology* 25:19-36.

Oudemans T.F.M. y J.J. Boon

- 1991 Molecular Archaeology: Analysis of Charred Food Remains from Prehistoric Pottery by Pyrolysis-Gas Chromatography/Mass Spectrometry. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis* 20:197-227.