

Jacobo, Álvaro Luis, Alma N. Vásquez y Sharon W. Solís

2004 Prospección química en excavaciones forenses en el departamento de Quiché. En *XVII Simposio de Investigaciones Arqueológicas en Guatemala, 2003* (editado por J.P. Laporte, B. Arroyo, H. Escobedo y H. Mejía), pp.1050-1058. Museo Nacional de Arqueología y Etnología, Guatemala.

93

PROSPECCIÓN QUÍMICA EN EXCAVACIONES FORENSES EN EL DEPARTAMENTO DE QUICHÉ

*Álvaro Luis Jacobo
Alma N. Vásquez
Sharon W. Solís*

Las investigaciones de prospección arqueológica de campo y análisis de laboratorio de los restos óseos recuperados, han demostrado que los componentes edáficos y bio-climáticos producen alteraciones en los mismos. Con base a lo anterior, se pretende demostrar que el estudio de muestras de suelos procedentes de cuatro fosas clandestinas ubicadas en la aldea Chorraxaj, Joyabaj, departamento de Quiché, permite evaluar el nivel de impactos negativos debido a factores bio-climáticos, edáficos y florísticos.

En el campo de la arqueología forense la prospección química es un recurso de gran potencial para determinar daños post-mortem que facilitan la determinación de lesiones traumáticas circun-mortem. En el nivel nacional, esta técnica no se había utilizado como herramienta para evaluar comparativamente el daño producido en restos óseos por factores edáficos (suelo), y condiciones bio-climáticas como la temperatura, precipitación y la cobertura vegetal.

MARCO REFERENCIAL

Es evidente que los distintos ecosistemas existentes en el municipio de Joyabaj, departamento de Quiché, plantean la posibilidad de una diferenciación del recurso suelo y factores bio-climáticos que inciden en la conservación de huesos, lo cual podría dar lugar a interpretaciones erróneas sobre los hallazgos del análisis de laboratorio.

Los suelos del municipio corresponden a Grupo de Suelos de la Altiplanicie Central con tres subgrupos: Sub-grupo A: suelos bien drenados, profundos sobre ceniza volcánica de color claro. A este sub-grupo corresponden las series Patzita, Quiché, y Sinache. Sub-grupo B: suelos bien drenados, poco profundos sobre ceniza volcánica de color claro, con las series Salamá y Zacualpa. Sub-grupo C: suelos bien drenados, profundos sobre roca y le corresponde la serie Civija. Sin embargo, existe una serie de micro cuencas con diferentes ecosistemas y grandes diferencias altimétricas, lo cual ha originado condiciones climáticas variables y sistemas florísticos diversos que inciden en la conservación o daño que pueden sufrir los huesos.

MARCO TEÓRICO

Se entiende el término tafonomía como el estudio del proceso por medio del cual los restos orgánicos pasan de la biosfera a la litosfera como resultado de procesos geológicos y biológicos. Algunos procesos pueden alterar la apariencia de los huesos y los materiales orgánicos relacionados después de la muerte, entre los que se incluyen animales, la acción de la gravedad, procesos acuáticos y fluviales. Factores físicos incluyen derrumbes, transporte por agua, intemperización, enterramiento, movimiento diagenético, erupciones volcánicas, ataque ácido de sistemas radiculares, crioturbación, congelamiento y mineralización por aguas subterráneas. Todos estos factores pueden actuar independientemente o integralmente, produciendo alteraciones en los huesos. Los procesos de origen

animal y físicos requieren entenderse de manera que sea posible poder reconstruir los contextos de muerte y la secuencia post-mortem en casos forenses (Ubelaker, D. en Haglund, W- D. y M. H. Sorg 1997:77-90). El concepto abarca todo lo relacionado con la descomposición, transformación, conservación, transporte, desgaste e infiltración de los restos humanos, desde la muerte biológica y su total desintegración o conservación natural o artificial, hasta su fosilización (Reverte 2002).

El patrón de cambios post-mortem varía regionalmente y entre micro ambientes, dependiendo de los factores ambientales. En la práctica de la Antropología Forense, la consideración tafonómica debe de tomarse en cuenta para la interpretación de todos los eventos que afectan los restos y el tiempo ocurrido entre la muerte y su descubrimiento.

Producto del proceso de descomposición cadavérica se tienen cambios en el ámbito intracelular, extracelular y del pH ambiental. Conforme transcurre el tiempo, la reducción continúa, de los restos depende crecientemente de la actividad bacteriana y de las plantas. Eventualmente, mientras las bacterias eliminan la fase de colágeno de los tejidos duros, hay un cambio fundamental en la base química para la descomposición, es decir que se inicia un rompimiento de los tejidos por organismos, pero es crecientemente una cuestión de equilibrio químico inorgánico entre el suelo, medio acuático o los tejidos duros situados en él. Después de la fase orgánica del colágeno del hueso, predominantemente por la acción de colagenasa bacterial, la pérdida de mineral de hidroxiapatita procede por impenetración química inorgánica. Esencialmente iones de calcio en el cristal apatita se remueven en la solución del suelo mientras son reemplazados por protones a un nivel de pH bajo el normal. El fósforo puede ser removido por varios iones metálicos (hierro o aluminio), y precipitarse en forma de sales (Gill-King, H. en Haglund W. y Sorg M. 1977).

Binford (1964:434), sugiere que el universo regional de estudio debe de ser estratificado con base a criterios eco-factuales considerados deseables de control. Este tipo de muestreos produce afirmaciones culturales confiables únicamente si la distribución de los fenómenos culturales está significativamente correlacionada con la distribución de algunos fenómenos naturales no humanos.

De acuerdo a este mismo autor, esta fase de trabajo debiera ser dirigida hacia la determinación de la densidad y distribución de *loci* de actividad con respecto a clases de fenómenos eco-factuales, como comunidades de plantas, rasgos fisiográficos y tipos de suelos. A este respecto, Binford (1994:440-441), propone que el trabajo de campo debe de ser conducido en el marco de un diseño de investigación bien planeado que provea la aplicación de técnicas de muestreo probabilístico a todos los niveles de investigación.

METAS

Las metas a cumplir con la presente investigación son las siguientes: establecer el impacto de los factores edáficos y bio-climáticos en un nivel macroscópico en huesos. Correlacionar estadísticamente los resultados del análisis físico-químico de las muestras de suelos con su contexto.

METODOLOGÍA

El área sujeta de investigación corresponde al grupo étnico K'iche' y se localiza en la Sierra de Chuacús que delimita la parte norte de la cuenca del río Motagua. Comprende una serie de micro cuencas con características bio-climáticas específicas que drenan hacia el sur (Figura 1). La metodología a seguir para la realización de la investigación se basa en el procedimiento de excavación diseñado por la Fundación de Antropología Forense de Guatemala para la recuperación de restos óseos y objetos asociados a fosas clandestinas producto del conflicto armado interno.

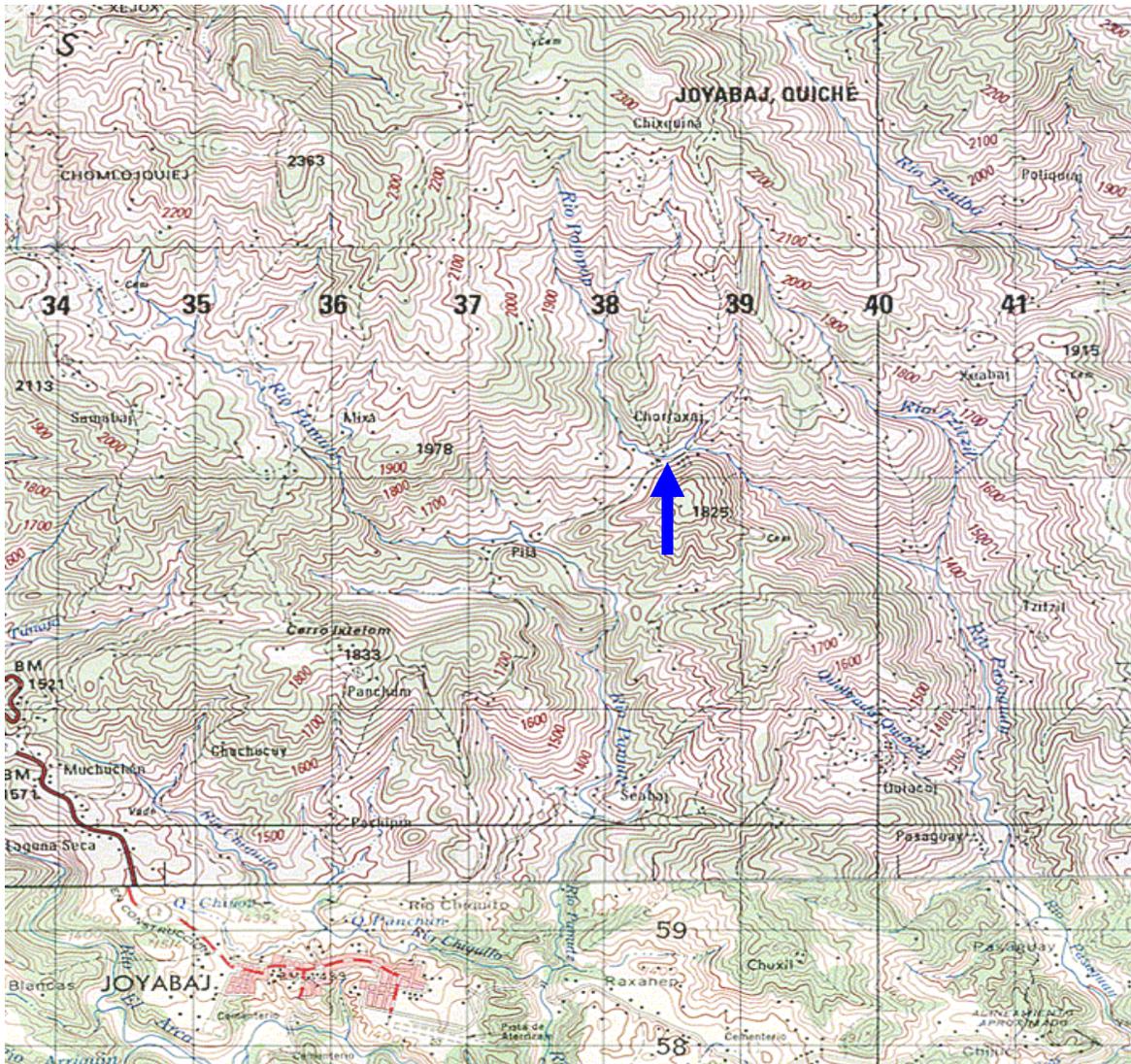


Figura 1 Mapa de ubicación del área de trabajo

Para determinar el pH se utilizó el método del Potenciómetro; los niveles de fósforo (P) se determinan por medio del Método Colorimétrico; el Potasio (K), Calcio (Ca) y Magnesio (Mg), se extraen por el Método Carolina del Norte y su determinación por medio de Espectrofotometría de Absorción Atómica; la Materia Orgánica (MO) se determina por el método de Walkley y Black, y la textura por el Método de Hidrómetro de Boyoucus.

La descripción del proceso a seguir es el siguiente: realización de excavaciones arqueológicas y forenses en las cuatro fosas descritas de acuerdo con el procedimiento legal establecido por el Ministerio Público y una denuncia presentada por las comunidades afectadas. Diseño de unidades de excavación en promontorios o depresiones basadas en la localización de restos óseos por niveles naturales y/o arbitrarios utilizando trincheras de sondeo y extensiones laterales. Registro de restos mediante dibujos a escala 1:10 y fotografías en diapositivas. Control de datos de campo mediante Fichas de Exhumación, Arqueológica, de Partes y de control de Balística. Muestreo de suelos de columnas estratigráficas del perfil natural y de los rellenos artificiales que cubren las osamentas. Identificación de muestras de acuerdo con la nomenclatura empleada por la FAFG para cada caso. Recuperación y embalaje de restos óseos por secciones anatómicas y lateralidad: cráneo, mandíbula,

vértebras, costillas, clavícula y omóplato, extremidades superiores e inferiores, manos y pies, en bolsas de papel y cajas de cartón identificadas cada una con su nomenclatura. Análisis de materiales óseos en un nivel macroscópico en el laboratorio de la FAFG. Análisis de las muestras de suelos en el Laboratorio de Análisis de Suelo y Planta de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

DEFINICIÓN DE VARIABLES

Las variables a utilizar en el análisis edafológico se miden en partes por millón (ppm) de Fósforo (P), Potasio (K), Cobre (Cu) Zinc (Zn), Hierro (Fe) y Manganeseo (Mn). Los elementos Calcio (Ca) y Magnesio (Mg) se miden en Meq/100 gr de suelo. Adicionalmente se presentan los datos de contenido de materia orgánica expresada en niveles porcentuales (%), el pH, color basado en la tabla Munsell y la composición de textura en porcentaje de arcilla, limo y arenas de cada una de las muestras. En el nivel contextual se consideran las variaciones de altitud entre 1500 y 1700 metros sobre el nivel del mar de cada una de las fosas, su ubicación geográfica y las características de la composición florística o cobertura forestal (Tablas 1 a 4).

RESULTADOS - FOSA FAFG 247-I

Se excavó en la orilla sur de la Quebrada Xixtilom a una distancia aproximada de 50 m de la carretera de terracería que de Joyabaj conduce al caserío Chixquina. Superficialmente, el área se caracteriza por un promontorio de 2.30 x 1.45 x 0.30 m de altura, con cultivo de café y sombra de especies de Inga con vegetación ornamental nativa. La profundidad máxima de excavación fue de 1.20 m, caracterizándose los suelos como profundos con contenido moderado de materia orgánica (2.39 %). Las excavaciones permitieron recuperar tres osamentas adultas de sexo masculino.

La clasificación de textura define un suelo franco arenoso con un pH ácido (4.8). En el nivel de osamenta, es bastante notorio el elevado contenido de hierro (263ppm), que contrasta con niveles altos de fósforo (9.96 ppm), y manganeso (44.5 ppm). Los resultados de los análisis a la profundidad donde se localizaron las osamentas indican un pH fuertemente ácido (4.8), y alto contenido de materia orgánica (2.39 %). El fósforo, potasio, calcio, cobre y zinc se mantienen a los niveles normales que un suelo agrícola contiene, exceptuando por el hierro (263.0 ppm), y manganeso (44.5), cuyos niveles extremadamente altos inciden en la erosión severa que se observa en los huesos del tórax, pelvis y extremidades.

RESULTADOS - FOSA FAFG 247-II

Se excavó a 2 m de distancia de la Fosa I y superficialmente comprende un promontorio de 2.66 x 1.50 x 0.28 m de altura y con cobertura vegetal similar a la anterior. La profundidad máxima de excavación fue de 1.20 m, recuperándose cuatro osamentas adultas de sexo masculino a una profundidad de 1 m. En el nivel de las osamentas se tienen suelos con una clasificación de textura franco arenosa; altísimo contenido de materia orgánica (9.66%), y un pH ligeramente ácido (6.3). Esta fosa reviste especial importancia debido a que el potasio presenta los valores más altos registrados en todas las excavaciones (725.0 ppm), contrastando con los niveles de fósforo que son extremadamente bajos (0.07 ppm), y niveles moderados de manganeso (67.0 ppm). No existe una relación entre los altos niveles de potasio y el pH ligeramente ácido, sin embargo, el elevado porcentaje de materia orgánica podría ser el resultado de la erosión severa que presenta toda la osamenta.

RESULTADOS - FOSA FAFG 247-IV

Se encuentra aproximadamente a 200 m al norte de las Fosas I y II en terreno de propiedad privada y cultivado con caña de azúcar. El área es cruzada de noreste a sureste (15° Azimut), por una quebrada estacional. Los niveles excavados fueron de 0-0.50, 0.50-0.90 y 0.90-1.30 m, siendo el último el nivel al cual se localizan los restos óseos. Se recuperaron dos osamentas adultas de sexo masculino al mismo nivel del manto freático en un contexto saturado de agua. La clasificación de textura varía de

arena a franco arenoso, con porcentajes crecientes de 0.62 a 3.82 de materia orgánica. El pH cambia de moderadamente ácido (5.1), a fuertemente ácido (4.3).

En este mismo estrato (0.90-1.30 m), los valores de fósforo (3.21 ppm), y potasio (48.0 ppm), son bajos. Por el contrario, los niveles de calcio se incrementan de 1.56 a 4.37 ppm a nivel de restos óseos y de la misma manera el hierro y manganeso se incrementa sobremedida llegando a valores de 400.0 ppm y 77.5 ppm respectivamente. Debido a que el contexto en que se localizan los huesos es extremadamente húmedo, los espacios porosos del suelo están saturados de agua y con ausencia de oxígeno, siendo muy característico su olor y coloración gris oscura. Sin embargo, el daño leve que presentan los restos podría deberse a la composición de textura del suelo que varía de arena a franco arenosa. Estas características permiten la lixiviación de los componentes de la solución del suelo hacia los estratos inferiores y por consiguiente su preservación.

RESULTADOS - FOSA FAFG 253-I

Se excavó en la parte alta de una serranía (cresta), caracterizándose por una cubierta forestal de especies de pino y encino. Se excavaron tres niveles estratigráficos: 0-0.20, 0.20-1.05 y 1.05-1.10 m, siendo el último el nivel en el cual se localizaron dos osamentas un adulto de sexo femenino y un nonato de aproximadamente 30 a 32 semanas de gestación.

La clasificación de textura varía en los tres niveles estratigráficos de arena franca a arena, con porcentajes variables de 0.36 a 2.20% de materia orgánica y un pH moderadamente ácido (5.1). El fósforo presenta valores crecientes de 1.71 a 54.16 ppm, el potasio 25.0 a 140 ppm, hierro 40.5 a 173.0 ppm, y manganeso, valores de 1.5 a 6.0 Meq/100 gr de suelo. En un nivel general el estado de conservación tanto del adulto como del nonato es bastante bueno, lo cual podría ser el efecto de la composición de textura y los procesos de lixiviación de los tres estratos.

CONCLUSIONES

La composición florística indicadora para las cuatro fosas investigadas se restringe exclusivamente a especies de pino (*Pinus sp*), y encino (*Quercus sp*). La clasificación de textura de las fosas FAFG 247 I, II y IV define suelos franco arenosos a arenas, con pH que varía de fuertemente ácido a ligeramente ácido. Contrastando con la fosa FAFG 253-I que presenta suelos con textura de arena, con bajo contenido de materia orgánica y pH moderadamente ácido. A la profundidad de las osamentas, las fosas 247 I, IV y 253 I, presentan niveles muy altos de hierro que se relacionan con niveles bajos y moderados de fósforo y potasio respectivamente. En el nivel tafonómico, el daño erosivo severo que presentan las osamentas de las fosas 247-I y II contrasta con el nivel de daño leve que presentan las osamentas de las fosas 247 IV y 253 I.

Las osamentas de la fosa 247-IV se localizaron en un contexto sobresaturado de humedad, lo cual produce una ausencia de oxígeno. En este caso se produce una conversión de sulfuro de hidrógeno a sulfuro ferroso dando como resultado una coloración gris oscura con un olor muy característico en los huesos y suelo. La investigación realizada permitió comprobar la hipótesis planteada acerca del aporte del estudio físico químico de suelos para definir hallazgos tafonómicos en restos óseos. Futuras investigaciones en otras regiones con suelos diferentes harán posible investigaciones más eficientes que permitirán a corto plazo complementar los estudios acerca del proceso histórico violento que sufrió nuestro país.

TABLA 1
CUADRO DE DATOS DE UBICACIÓN, ALTITUD Y COMPOSICIÓN FLORÍSTICA
DE LAS FOSAS EXCAVADAS

No.	Fosa	Coordenadas	Altitud (metros snm)	Composición Florística
1	FAFG 247-I	N 14 59' 51.0" O 90 47' 31.3"	1,550	Cultivo de café con sombra e especies de Inga
2	FAFG 247-II	N 14 59' 51.0" O 90 47' 31.3"	1,550	Cultivo de café con sombra de especies de Inga
3	FAFG 247-IV	N 14° 59' 29.0" O 90° 48' 12.1"	1,555	Cultivo de caña de azúcar
4	FAFG 253-I	N 15° 02' 01.9" O 90° 47' 45.7"	1,733	Bosque de pino y encino

TABLA 2
CUADRO DE RESULTADOS DE ANÁLISIS QUÍMICO

No. Fosa	Profundidad (metros)	pH	Ppm				Meq/100				Ppm				%
			P	K	Ca	Mg	Cu	Zn	Fe	Mn	MO				
FAFG 247 - I	0.0 - 1.20	4.8	9.96	48.0	4.68	1.34	3.5	4.0	263.0	44.5	2.39				
FAFG 247 - II	0.0 - 1.20	5.7	2.80	55.0	8.11	1.49	1.0	1.0	23.0	27.5	3.84				
FAFG 247 - II	0.0 - 1.0	6.3	0.07	725.0	13.3	2.36	0.50	5.0	1.0	67.0	9.66				
FAFG 247 - IV	0.0 - 0.50	5.1	18.01	10.0	1.56	0.62	2.5	1.5	258.0	17.0	0.62				
	0.50 - 0.90	4.7	12.28	30.0	2.50	0.93	4.5	2.0	387.0	32.5	1.68				
	0.90 - 1.30	4.3	3.21	48.0	4.37	1.49	3.5	2.5	400.0	77.5	3.82				
FAFG 253 - I	0.0 - 0.20	5.1	1.71	25.0	0.94	0.93	1.0	0.5	40.5	1.5	0.36				
	0.20 - 1.05	5.4	0.89	38.0	0.31	1.08	0.5	0.0	24.0	2.0	0.36				
	1.05 - 1.10	5.1	54.16	140.0	0.94	1.03	0.5	1.0	173.0	6.0	2.20				

**TABLA 3
CUADRO DE RESULTADOS DEL ANÁLISIS FÍSICO**

No. Caso/Osamenta	Nivel de erosión	Regiones afectadas
FAFG 247-I-1	Severa	Vértebras cervicales, dorsales y lumbares; costillas de ambos lados, clavículas y omóplatos extremidades superiores, innominados, extremidades inferiores y pies
FAFG 247-I-2	De leve a severa	Leve en esternón; severa en costillas de ambos lados tórax y pies
FAFG 247-I-3	De moderada a severa	Moderada generalizada y severa en omóplatos y pies
FAFG 247-II-1	Severa	Presente en toda la osamenta
FAFG 247-II-2	Severa	Presente en toda la osamenta
FAFG 247-II-3	Severa	Presente en toda la osamenta
FAFG 247-II-4	Severa	Vértebras cervicales, dorsales; innominados, sacro y extremidades inferiores
FAFG 247-IV-1	Leve	Presente en toda la osamenta
FAFG 247-IV-2	Leve	Presente en toda la osamenta
FAFG 253-I-1	Leve	Vértebras lumbares y sacro. Presencia de cabello.
FAFG 253-I-2	Leve	General
FAFG 253-I-2	Leve	General

**TABLA 4
RESULTADOS DEL ANÁLISIS TAFONÓMICO**

No. Fosa	Profundidad (metros)	%			Clase de textura	Color	
		Arcilla	Limo	Arena		eco	Húmedo
FAFG 247 – I	0.0 - 1.20	10.84	13.94	75.22	FRANCO ARENOSO	0YR 5/1	10YR 3/2
FAFG 247 – II	0.0 - 1.20	10.84	18.14	71.02	FRANCO ARENOSO	0YR 3/3	10YR 2/2
FAFG 247 – II	0.0 - 1.00	6.64	34.94	58.42	FRANCO ARENOSO	0YR 4/3	10YR 3/2
FAFG 247 – IV	0.0 - 0.50	4.54	5.54	89.92	ARENA	0YR 6/3	10YR 5/3
	0.50 - 0.90	10.84	9.74	79.42	ARENA FRANCA	0YR 6/2	10YR 3/2
	0.90 - 1.30	15.04	13.94	71.02	FRANCO ARENOSO	0YR 4/1	10YR 3/1
FAFG 253 – I	0.0 - 0.20	6.64	11.84	81.52	ARENA FRANCA	0YR 8/3	10YR 7/4
	0.20 - 1.05	4.54	9.74	85.72	ARENA	0YR 8/2	10YR 7/6
	1.05 - 1.10	6.64	3.44	89.92	ARENA	0YR 7/3	10YR 6/4

REFERENCIAS

- Barba, L.
1990 Radiografía de un Sitio Arqueológico. Instituto de Investigaciones Antropológicas. Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Binford, L. R.
1964 A Consideration of Archaeological Research Design. *American Antiquity* 29 (4):425-441.
- Chenhall, R. G.
1979 A Rationale for Archaeological Sampling. *Sampling in Archaeology*, ed. James W. Mueller: 3-27. University of Arizona Press, Tucson.
- Haglund W. D. y M. H. Sorg
1997 *Forensic Taphonomy. The Postmortem Fate of Human Remains*. CRC. New York.
- Limbrey, S.
s.f. *Soil Science and Archaeology*. Academic Press. University of Birmingham.
- Reverte C., J. M.
2002 Museo de Antropología Médico-Forense, Paleopatología y Criminalística. [www. ucm. es/info.es/info/museoaf/los criminales/funerarias/tafonomía. html](http://www.ucm.es/info.es/info/museoaf/los%20criminales/funerarias/tafonomia.html)
- Simmons C. S., J. M. Tárano y J. H. Pinto
1959 *Clasificación de Reconocimiento de los Suelos de la República de Guatemala*. Instituto Agropecuario Nacional. Ministerio de Agricultura. Guatemala.