

EL APOORTE DE LA QUÍMICA EN ESTUDIOS ARQUEOLÓGICOS: EL PUKARA DE SAN LORENZO, VALLE DE AZAPA, NORTE DE CHILE¹

THE CONTRIBUTION OF CHEMISTRY IN STUDIES OF ARCHAEOLOGICAL SITES PUKARA OF SAN LORENZO, AZAPA VALLEY, NORTH, CHILEAN

Iván Muñoz O.²; Javier Cruz Z.³

RESUMEN

El estudio químico en los pisos de espacios domésticos arqueológicos tiene como propósito inferir actividades humanas específicas con base en la presencia de compuestos que alteran el estado natural del suelo. Las actividades humanas generan un gran volumen de basura y residuos, tales como restos de comida, huesos de animales, fragmentos de utensilios y derramamiento de líquidos, la mayoría de los cuales se integran a la matriz de tierra de los pisos arqueológicos.

En el caso del los asentamientos del valle de Azapa, lugar donde se ubica San Lorenzo (AZ-11), se observan un conjunto de factores que prometen la obtención de información confiable a partir del análisis químico de los pisos de los conjuntos domésticos: a la excelente preservación de las estructuras, áreas de actividad y artefactos, permite realizar una interpretación casi etnográfica del registro arqueológico, lo cual ayuda a una confiable interpretación de las áreas de actividad de tipo doméstica con base en las concentraciones químicas reportadas por ellas. Además el tiempo de ocupación está determinado por un número reducido de estratos, lo cual facilita la identificación de actividades vinculadas a distintos periodos prehispánicos en el sitio San Lorenzo.

Las muestras para análisis químico, fueron tratadas a través de diversas técnicas, como determinación de fosfatos, carbonatos, niveles de acidez o alcalinidad (pH), color, residuos proteicos y ácidos grasos.

Resultado de este análisis ha permitido identificar áreas de preparación y consumo de alimentos que se caracterizan por altas concentraciones de potasio, manganeso y fósforo, especialmente en los fogones (donde se prepara la comida) y altas concentraciones de aluminio, hierro y magnesio en el área contigua destinadas al consumo de los alimentos. Otras áreas se relacionan a lo ceremonial e intercambio.

Palabras clave: período precolombino, desierto de Atacama, sitio arqueológico, asentamiento estratégico, restos orgánicos.

ABSTRACT

The chemical study of floors of domestic archaeological spaces has as purpose to infer specific human activities through the presence of compounds that change the natural condition of the ground. Human activities generate a big volume of rubbish and residues, such as food remains, animal bones, fragments of utensils, and liquid spilling. The majority of these integrate into the ground forming a matrix of compounds in the floors of archaeological spaces.

In the case of the settlement at the Azapa Valley, where San Lorenzo is situated (AZ-11), a group of factors are observed that promise the obtaining of reliable information, starting from a chemical analysis of the floors of domestic groups, to the excellent preservation of the structures, areas of activities and appliances. Such information meant that the study was able to carry out an ethnographic interpretation of the archaeological register. This helped us to create a reliable interpretation of the activities done in domestic areas based on the chemical concentration reported by them. The time period in which the areas were occupation is determined by a reduced number of strata, which facilitates the identification of activities linked to different pre-Hispanic periods in the San Lorenzo site.

The samples for chemical analysis were treated by means of different methods, like the determination of phosphate, carbonates, levels of acidity or alkalinity (pH), colour, proteinic residues and fatty acid. With this information a map of lines was made up that permitted us to illustrate and define the different activity areas generated in the living space.

¹ Trabajo realizado en el marco del Proyecto FONDECYT 1040296

² Universidad de Tarapacá, Casilla 6-D Arica-Chile, E-mail: imuñoz@uta.cl

³ Universidad de Tarapacá, Casilla 6-D Arica-Chile, E-mail: jjcruz@uta.cl

The result of this analysis has allowed for the identification of areas of preparation and consumption of foods that are characterized by high concentrations of potassium, manganese, and phosphorus, especially in the kitchen burners (where the food was cooked). High concentrations of aluminium, iron, and magnesium in the adjacent areas, which were designated to the consumption of foods, were also found. Other results are related to ceremonial areas and interchange.

Key words: pre-Columbian period, Atacama desert, archaeological site, strategic settlement, organic residues.

INTRODUCCIÓN

Los trabajos sobre asentamientos habitacionales han tenido un desarrollo gradual en lo que se refiere a enfoques y procedimientos en los valles del extremo norte de Chile y sur del Perú, desde una etapa descriptiva en que se remarcan las evidencias culturales halladas en los recintos que conforman los asentamientos, pasando por estudios interdisciplinarios en que se enfatizan aspectos espaciales, económicos, nutricionales, arquitectónicos, hasta llegar a la actualidad con estudios más complejos como son los sistemas agrícolas (riego, campos de cultivo), incluido el paleoambiente. Sin embargo, a pesar de ese enfoque multidisciplinario, es necesario estudiar aspectos que analicen el grado de especialización del trabajo familiar, preparación y consumo de alimentos y la actividad social que se pudo generar en los espacios domésticos.

Una contribución importante de los estudios de patrón de asentamiento es la de abordar tópicos relacionados con la economía de subsistencia. Cada grupo humano emplea una serie de técnicas específicas con el fin de aprovechar los recursos que le proporciona el medio ambiente. Cada técnica está conformada por la combinación de una tecnología particular y el conocimiento necesario para hacer uso de ella. La combinación que elija una población determinada constituye su modo o estrategia de subsistencia. El concepto de subsistencia está asociado, por lo tanto, a los procesos de procuración y producción, pues afectan la organización social y económica del grupo. Considerando este planteamiento, el presente estudio tiene como objetivo definir las actividades humanas entre ellas, la de preparación y consumo de alimentos, que se dieron en las unidades habitacionales del sitio San Lorenzo. Para tal efecto se rastrearon dichas actividades a través de un muestreo químico en los pisos de ocupación; la información que arrojó dicho análisis químico permitió definir un patrón estructural y funcional de los espacios domésticos, elementos fundamentales para discutir el comportamiento cotidiano de las poblaciones que se asentaron en el pukara de San Lorenzo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las muestras analizadas fueron tomadas del sitio arqueológico Pukara de San Lorenzo (AZ-11), ubicado a 12 km de la ciudad de Arica, en la ladera sur del valle de Azapa (Figuras 1 y 2). Corresponde a un asentamiento prehispánico de agricultores y pescadores cuya máxima expresión cultural se sitúa entre el 800 al 1000 d.C (Muñoz y Focacci, 1985).

En este asentamiento se halló un conjunto de áreas de actividad domésticas, lo que nos permitió obtener una información confiable en relación a las muestras químicas provenientes de los pisos habitacionales y que fueron la base para nuestros estudios (Cook y Heizer, 1965; Muñoz, 2005).



Figura 1. Pukara de San Lorenzo.



Figura 2. Valle de Azapa.

Las muestras fueron tomadas de los recintos R1, R5, R6, R13, R28, R29 y R43, los que contenían los mayores restos de composición química de los pisos de ocupación; éstos se distribuyen a lo largo del asentamiento y en ellos además se hallaron una serie de evidencias culturales relacionadas a actividades domésticas y ceremoniales. Entre ellas: fogones, cocinas, lugares de almacenamiento, de calentamiento, de alimentación y ofrendas ceremoniales.

MUESTREO QUÍMICO

Para tomar las muestras se trazó en cada sector doméstico una cuadrícula con la orientación propia para cada uno de ellos. Los cuadros fueron de 1 m por lado. Una vez establecido el tipo de cuadrícula, se procedió a recolectar las muestras de aproximadamente 100 gr de los cuadros seleccionados anteriormente. Cada muestra fue depositada en una pequeña bolsa previamente etiquetada con todos los datos que permitan identificarlas en el dibujo de la planta del sector correspondiente.

PROCESAMIENTO INICIAL DE LAS MUESTRAS

El primer paso fue pulverizar cada muestra con la ayuda de un mortero, esto con el fin de obtener una cantidad de tierra de textura homogénea de la cual fue posible extraer pequeñas cantidades para cada tipo de análisis. No fue necesario secar las muestras ya que el sitio arqueológico está en un lugar muy árido, por lo tanto las muestras estaban libres de humedad (Middleton y Price 1996).

Como la metodología de análisis es del tipo comparativo fue necesario realizar un muestreo que nos sirvió como patrón, donde se tomaron muestras de suelos aledañas a la excavación no alteradas por las actividades propias generadas por las actividades domésticas de este sitio.

Una vez recuperadas las muestras se llevaron a cabo los análisis, siguiendo el proceso establecido por Barba, 1986; Barba, 1991; Barba *et al.*, 1991.

DETERMINACIONES

Fosfatos. La técnica consistió en extraer el fosfato de la muestra por una reacción con ácido. El

fósforo en el extracto se determina por colorimetría mediante el método del azul de molibdeno usando ácido ascórbico como reductor. El instrumento utilizado fue un espectrofotómetro de absorción molecular Modelo Génesis 2.

Carbonatos. La cantidad de carbonato presente en una muestra se estima a partir de una reacción efervescente con ácido clorhídrico. Se ha establecido una escala de 0 a 5 para diferenciar los niveles de intensidad de la reacción, que se refleja en elementos audibles y visibles en forma de burbujas, ya que dependiendo de la cantidad de carbonatos la efervescencia es diferente en duración e intensidad (Dent *et al.*, 1981).

pH. (potencial de hidrógeno). La prueba se realiza mediante procedimientos rutinarios para suelos (Dewis *et al.*, 1970) y el pH se mide con un pH-metro modelo Extech. Para facilitar la representación gráfica, los valores obtenidos para las muestras se agruparon en intervalos (Barba y Córdoba, 1991).

Ácidos grasos. En esta prueba se extraen los ácidos grasos agregando cloroformo a la muestra, calentándola y haciendo reaccionar con hidróxido de amonio (25%) y con peróxido de hidrógeno. La cantidad de ácidos grasos está relacionada con la espuma producida en las reacciones. Se atribuyen valores entre 0 y 3, según la cantidad de espuma producida (Barba *et al.*, 1991).

Residuos proteicos. El principio de este método es la digestión de materia orgánica por ácido sulfúrico en la presencia de un catalizador, resultando en un producto de reacción alcalino, destilación y valoración del amoniaco liberado. El cálculo del contenido de nitrógeno y multiplicación del resultado por el factor convencional de 6,25 resulta en el contenido de proteína (Figuerola, 1999).

RESULTADOS

En las tablas se presentan los resultados de los análisis químicos de las muestras de los pisos del pukara de San Lorenzo.

Tabla 1
Valores de los parámetros químicos del Sector R43

Muestras	Proteínas (%)	Carbonato	Ácidos grasos	Fosfato (ppm)	pH
1	4,12	4	2	41,00	7,34
2	4,44	2	3	456,60	6,87
3	3,75	5	3	357,90	7,33
4	3,06	3	3	58,50	7,01
5	3,06	4	2	55,60	7,21
6	2,75	3	3	84,81	7,43
7	3,06	3	3	74,60	7,59
8	3,06	1	2	67,30	7,65
9	0,68	3	2	52,70	7,99
11	2,37	3	2	368,10	7,79
12	2,06	4	2	32,30	8,07
14	1,68	3	2	19,10	6,51
16	2,37	4	2	17,70	6,78
17	1,37	2	2	22,00	6,94
20	1,68	2	1	10,40	7,13
26	1,37	5	2	27,90	7,21
28	2,06	5	2	10,40	7,24
29	1,37	4	3	17,70	6,68
30	0,57	3	1	16,20	7,01

Tabla 2
Valores de los parámetros químicos del Sector R1

Muestras	Proteínas (%)	Carbonato	Ácidos grasos	Fosfato (ppm)	pH
1	5,31	1	2	108,19	6,18
2	5,00	5	2	139,07	6,99
3	6,25	3	1	58,55	7,11
4	6,25	5	2	71,69	8,47
5	6,87	3	3	26,43	6,83
6	6,19	4	1	109,65	7,50
7	4,06	1	2	42,49	7,23
8	4,18	3	2	36,65	6,43
9	6,12	3	3	5,99	6,46
10	5,50	3	2	45,41	7,14
11	4,56	2	3	77,53	7,52
12	6,87	2	1	185,58	6,62
13	4,69	3	2	119,87	7,18
14	5,12	2	1	58,55	6,52
15	6,00	1	2	87,75	6,33
16	6,19	1	1	115,49	5,70
17	4,25	2	2	54,17	7,09
18	5,94	2	2	65,85	7,65
19	5,31	2	2	48,33	7,60

Tabla 3
Valores de los parámetros químicos del Sector R5

Muestras	Proteínas (%)	Carbonato	Ácidos grasos	Fosfato (ppm)	pH
1	5,31	4	2	39,44	7,40
2	6,25	4	2	85,2	7,79
3	7,56	5	3	62,62	7,30
4	6,06	5	2	61,56	7,63
5	5,94	2	1	35,57	7,33
6	4,87	5	2	28,12	7,66
7	7,19	3	3	41,75	7,19
8	3,94	2	1	24,50	7,02
9	3,81	5	1	30,25	7,12
10	6,25	5	3	40,90	6,86
11	5,34	5	3	53,25	7,48
12	5,25	1	1	38,13	7,14
13	5,06	1	1	21,30	7,52
14	4,06	1	1	24,90	7,20

Tabla 4
Valores de los parámetros químicos del Sector R6

Muestras	Proteínas (%)	Carbonato	Ácidos grasos	Fosfato (ppm)	pH
1	1,25	2	2	10,37	6,54
2	1,37	2	1	5,99	6,84
3	1,00	2	2	16,21	6,90
4	1,37	3	2	11,83	6,93
5	1,37	2	3	19,13	6,55
6	1,00	4	1	7,45	6,93
7	1,37	2	1	1,61	6,86
8	0,69	4	2	5,99	6,78
9	1,00	4	3	4,53	6,91
10	2,06	3	1	11,83	7,04
11	1,31	2	2	13,29	6,70
12	2,37	2	2	14,75	6,88
13	1,69	2	2	5,99	6,79
14	1,00	3	2	16,21	6,83
15	1,37	3	3	7,45	6,75

Tabla 5
Valores de los parámetros químicos del Sector R13

Muestras	Proteínas (%)	Carbonato	Ácidos grasos	Fosfato (ppm)	pH
1	7,43	2	2	17,67	7,18
2	6,56	3	3	36,87	6,92
3	5,00	3	2	19,13	6,93
4	6,25	2	2	39,57	7,28
5	8,12	4	2	19,13	6,91
6	8,12	2	1	23,51	7,10
7	6,87	2	1	29,35	7,15
8	5,56	1	1	22,05	6,86
9	6,94	1	2	30,81	6,03
10	5,00	2	2	24,97	7,01
11	6,12	3	1	23,51	7,66
12	5,43	1	3	19,13	6,60
13	5,43	2	2	20,59	7,01
14	5,87	3	1	22,05	6,82
15	4,87	1	2	22,05	6,72

Tabla 6
Valores de los parámetros químicos del Sector R28

Muestras	Proteínas (%)	Carbonato	Ácidos grasos	Fosfato (ppm)	pH
1	7,62	2	3	118,56	7,91
2	6,00	3	2	157,27	8,17
3	4,81	3	1	191,45	8,27
4	5,37	2	3	100,56	7,35
5	5,56	3	2	191,46	7,76
6	6,25	3	2	52,50	7,74
7	6,81	3	2	112,52	7,52
8	6,25	3	2	165,31	7,80
9	6,19	2	3	270,29	8,20
10	6,12	2	2	119,56	7,13
11	6,87	3	2	115,04	7,86
12	6,00	3	3	227,06	7,06
13	5,37	1	2	157,27	7,80
14	5,75	2	2	130,12	7,72
15	5,00	1	2	25,55	6,97

Tabla 7
Valores de los parámetros químicos del Sector R29

Muestras	Proteínas (%)	Carbonato	Ácidos grasos	Fosfato (ppm)	pH
1	4,93	1	1	155,44	7,68
2	5,12	2	2	135,08	7,61
3	6,00	3	1	143,51	7,46
4	6,19	2	2	149,47	7,22
5	6,06	2	1	150,32	7,50
6	6,06	2	1	123,06	7,66
7	6,19	2	2	72,61	7,25
8	6,87	3	2	125,61	8,15
9	7,19	2	2	112,40	7,94
10	6,06	4	2	69,88	7,63
11	6,25	3	3	150,32	7,32
12	7,31	3	3	39,80	8,10
13	6,25	3	2	46,36	7,79
14	5,56	2	2	51,14	7,84
15	6,12	2	3	85,22	7,66
16	5,50	2	2	160,55	7,51
17	5,25	4	3	132,43	7,70
18	6,87	2	2	83,18	7,93
19	6,12	3	2	74,14	7,59
20	5,50	3	3	128,68	7,69
21	5,12	2	1	32,30	7,65
22	5,56	3	3	272,70	7,78
23	5,31	2	2	81,81	7,43
24	5,81	3	2	112,92	8,1
25	5,62	2	2	112,06	7,39
26	5,00	2	1	49,60	7,92
27	5,06	2	2	111,21	7,69
28	5,75	3	2	107,80	7,54
29	6,00	3	3	63,58	7,50
30	6,06	2	2	42,61	7,71
31	6,25	3	2	168,73	8,00
32	5,25	2	2	61,53	7,69
33	5,56	2	3	94,85	7,73
34	5,00	2	2	87,61	7,80
35	5,25	2	2	101,41	7,76
36	5,50	4	2	143,17	7,54
37	6,12	2	2	145,73	7,43
38	5,69	4	3	56,33	7,55
39	6,87	3	2	142,49	7,25
40	5,06	2	2	62,21	7,63
41	5,37	2	2	97,15	7,66
42	4,94	3	2	119,31	7,31
43	5,50	5	1	91,19	7,20
44	5,69	3	3	85,01	7,70
45	6,25	3	2	103,97	7,39
46	7,50	2	3	72,10	7,97
47	5,62	2	2	98,00	7,31
48	5,12	3	2	112,49	7,29
49	5,44	4	2	85,22	7,33
50	5,31	2	1	132,94	7,01

DISCUSIÓN

Las cuadrículas seleccionadas de los sectores presentan algunas características químicas en común que podemos agrupar de la siguiente manera:

- Hay suelos con una alta concentración de fosfatos asociados a bajos valores de pH, además de residuos proteicos y ácidos grasos. Estos no presentan una diferenciación desde el punto de vista físico y los encontramos cerca de algunos posibles fogones,
- En otras se aprecian asociaciones de suelos con una alta concentración de fosfato con altos valores de pH, con algunos rastros de ácido grasos y proteínas, estos suelos son de color gris con restos de cenizas, sustancias carbonizadas y algunos fragmentos de cerámicas, (Fig. 3).
- Otras en cambio son suelos con una alta concentración de fosfatos asociados a bajos valores de pH, con rastros de ácidos grasos y proteínas, el color de estos suelos es café claro, no se aprecia presencia de fogones cerca, además al estudiar los suelos adyacentes encontramos un desplazamiento de las concentraciones de fosfatos, que van de mayor a menor a medida que nos alejamos de la cuadrícula,
- Asimismo hay suelos que asocian una baja concentración de fósforo y altos valores de pH, con presencia de sustancias (semillas) carbonizadas, carbón y cenizas. Estos presentan color gris en sus diferentes tonalidades,
- También encontramos suelos con altas concentraciones de fosfatos, residuos proteicos y ácidos grasos, con evidencia de fogones,



Figura 3. Restos de cerámica.

- Asimismo suelos con tan solo altas concentraciones de fosfatos,
- Y por último suelos con una alta concentración de carbonato (asociado al calcio), además se encontraron una gran cantidad de residuos rotos que no guardan ninguna relación espacial y los residuos proteicos y de ácidos grasos es menor,
- El resto de suelos no entregaron una información que se pueda considerar valiosa; podemos destacar que los componentes químicos están en muy bajas concentraciones, en algunos casos inclusive no hay evidencia química de las especies analizadas.

CONCLUSIÓN

El rastreo químico realizado en unidades habitacionales en el pukara de San Lorenzo arrojó distintas actividades humanas generadas en el sitio; para establecer la función de estas actividades se consideraron otras evidencias complementarias, entre ellas las de carácter cultural, la función de los espacios y los restos botánicos. Esta información nos proporcionó evidencias concretas de las áreas de actividad que se generaron, arrojando la siguiente información:

- Muestras relacionadas al consumo de alimentos presentan concentraciones de fosfato altas y los valores de pH son bajos, hay presencia de ácidos grasos y proteínas. Estos elementos se hallan asociados a fogones (Fig. 4).



Figura 4. Presencia de un posible fogón.

- Muestras vinculadas a la preparación de alimentos: la concentración de fosfato es baja, el valor de pH es alto y hay presencia de ácidos grasos y proteínas. Además las características físicas del suelo en cuanto a su color sugieren dicha actividad (color gris, con algunas evidencias de elementos carbonizados).
- Muestras relacionadas a un espacio donde se desarrollaron actividades de desechos (basurero), ya que el contenido de Ca (asociado al carbonato, Cop3) es alto, además se hallaron residuos que no guardan relación entre ellos y por último los contenidos de ácidos grasos y proteínas están presentes pero en menor grado.
- Muestras vinculadas al almacenamiento de alimentos, ya que la concentración de fosfato es alta, el valor de pH es bajo y hay presencia de ácidos grasos y proteínas. Además no hay evidencia de ningún fogón cerca.
- Muestras relacionadas a un espacio donde se celebraron acciones de culto, la concentración de fosfato y el valor de pH es alto, además hay presencia de ácidos grasos y proteínas. Desde el punto de vista físico, el suelo presenta una coloración gris, residuos vegetales y de pelo de animal (Fig. 5).



Figura 5. Restos vegetales.



Figura 6. Restos de huesos.

LITERATURA CITADA

- BARBA, L. 1986.** La Química en el Estudio de Áreas de Actividad. En Unidades Habitacionales Mesoamericanas y sus Áreas de Actividad, editado por L. Manzanilla, pp. 21-39 IIA/UNAM, México, D.F.
- BARBA, L. 1991.** El análisis químico de pisos de unidades habitacionales para determinar sus áreas de actividad. *Antropología y Técnica* 4: IIA/UNAM. México. D.F.
- BARBA, L.; RODRÍGUEZ, R.; CÓRDOBA, J. 1991.** Manual de Técnicas Microquímicas de Campo para la Arqueología. Cuadernos de investigación, IIA, UNAM, México, D.F.
- COOK, S. Y R. HEIZER. 1965.** Studies on the Chemical Analysis of Archaeological Sites. University of California Press, Berkeley. 195-207.
- FIGUEROA, L. 1999.** Manual de Análisis de Suelos, Departamento de Química, pp. 31-34, Universidad de Tarapacá, Arica, Chile.
- DEWIS, J., F. FREITAS. 1970.** Métodos físicos y químicos de análisis de suelos y aguas. Boletín sobre suelos N° 10. 252 p. FAO, Roma, Italia.
- DENT, D. Y A. YOUNG. 1981.** Soil survey and land evaluation. Allen and Unwin Ltd Londres.
- MIDDLETON, W. Y D. PRICE. 1996.** Identification of Activity Areas by Multi-Element Characterization of Sediments from Modern and Archaeological House Floors Using Inductively Coupled Plasma-atomic Emission Spectroscopy. *Journal of Archaeological Science* 23: 1-15.
- MUÑOZ, I. 2005.** Ocupación del espacio doméstico y áreas de actividad generadas en el asentamiento prehispánico de San Lorenzo. *Revista Diálogo Andino*, en prensa.
- MUÑOZ, I. Y G. FOCACCI. 1985.** San Lorenzo: testimonio de una comunidad de agricultores y pescadores Postiwianaku en el valle de Azapa (Arica-Chile). *Chungará* 15: 7-30. Arica.

