

Rosa Moyano  
 María Clara Marquet  
 Liliana Sammarco Fazio

# Tecnología cerámica:

Estudios experimentales sobre la cerámica del sitio arqueológico San Ignacio (Noroeste de Mendoza)

El propósito de este trabajo es explorar la disponibilidad de materias primas que pudieron ser utilizadas en el proceso de manufactura de la cerámica gris del sitio arqueológico San Ignacio, en el Valle de Potrerillos, ubicado al Norte de la provincia de Mendoza (640 dC).

Se pretende, además, reproducir las técnicas de producción y cocción cerámica, a fin de obtener un producto de características análogas a las de la colección estudiada.

La metodología utilizada presentó las siguientes etapas: recolección de materiales arcillosos; caracterización de las propiedades físicas en estado crudo; análisis químicos; desarrollo experimental de cocción y ensayos post-cocción de los mismos.

Los productos obtenidos muestran una buena estructura y sinterización, aunque no se logró una atmósfera completamente reductora con este tipo de combustible.

**Ceramic Technology:**  
*Experimental studies of the ceramics of the site San Ignacio (Northwest Mendoza)*

*The purpose of this paper is to explore the availability of raw materials that could have been used in the manufacture of greyware ceramics at the site archaeological San Ignacio (AD 640), located in the Potrerillos Valley in the northern part of the province of Mendoza. It is attempted to experimentally reproduce production and firing clay-baking techniques in order to obtain a product with analogous characteristics to the archaeological ceramics.*

*The methodology consisted of these stages: collection of clays, characterization of physical properties of raw material, chemical analyses, experimental development of firing baking and post clay-baking analyses of the experimental products. The products show a good material structure and sintering, although a completely reductive atmosphere, using this particular kind of fuel, was not achieved.*

## Introducción

La recreación, a través de la experimentación empírica de determinados hábitos que dieron lugar a la cerámica producida en el Norte y Centro de Mendoza, durante el período inicial y temprano-medio de la etapa agroalfarera del Centro-Oeste argentino (500 aC al 1000 dC), constituye un aporte significativo para el estudio de los procesos de producción y cambio de la cerámica en los sistemas culturales que vivieron en la región.

Esta zona, era habitada por grupos de agricultores, Agrelo, que ocuparon tierras cultivables de los valles de llanura y del piedemonte.

Eran portadores de una cerámica que reunía las siguientes características: superficies y pasta gris, aparentemente de cocción en atmósfera reductora, en algunos casos con decoración incisa, estriada o imbricada, que responde a recipientes, en gran parte de uso doméstico, como ollas, vasos y pucos, de bases pequeñas planas o cóncava-convexa.<sup>1</sup>

En las últimas décadas, se ha comenzado a trabajar en temas vinculados a la experimentación de manufactura cerámica y procesos de cocción<sup>2</sup>, como en la determinación de fuentes de aprovisionamiento de materias primas arcillosas en diversas regiones de nuestro país<sup>3</sup>. En nuestra región, son escasos los trabajos de arqueología experimental que se han realizado a partir del registro cerámico. Los temas abordados han sido sobre manufactura<sup>4</sup> y producción cerámica.<sup>5</sup> También se han realizado estudios de origen de fuentes de materias primas.<sup>6</sup>

## Los objetivos del presente trabajo son:

- Explorar la disponibilidad de materias primas que pudieron ser utilizadas en el proceso de manufactura de la cerámica, de los períodos inicial y temprano medio.
- Reproducir las técnicas de producción y cocción, a fin de determinar las características físicas cerámicas de las materias primas y, por comparación, establecer su probabilidad de uso en las muestras arqueológicas estudiadas.

Para cumplir con los objetivos propuestos partimos del análisis de materiales arcillosos, provenientes del Valle de Potrerillos, (a 1400m s.n.m), ubicado en el departamento de Luján de Cuyo, al Norte de Mendoza.

En principio, la posibilidad de identificar patrones de explotación de arcillas locales en la región nos permite la aproximación a un estudio de procedencia y de las posibles vías de comunicación entre regiones.

La colección arqueológica seleccionada para este estudio corresponde al sitio San Ignacio, ubicado en la margen izquierda del río Mendoza en Potrerillos (640 DC), habitado, como se dijo anteriormente, por comunidades de agricultores que usaron pequeñas casas semi-subterráneas.<sup>7</sup> De este material se desprenden algunas características fundamentales que serán utilizadas como referencia y comparadas con los productos obtenidos de la experimentación desarrollada en este trabajo.

La muestra recuperada consiste en 501 fragmentos de cerámica analizables, 92 erosionados y 183 pequeños, éstos últimos no se pueden analizar.

La mayor cantidad de tiestos presenta una cocción en atmósfera reductora completa y también con reducción deficiente, con color de superficie y núcleo gris y marrón grisáceo (10 YR 5/2 grayish brown, gley 2 4/1 dark bluish gray, entre otros);\* con antiplástico de tamaño medio (en líneas generales), estructura semicompacta, incisa o simplemente alisada.

## METODOLOGÍA Y RESULTADOS

El desarrollo del presente trabajo se lleva a cabo siguiendo una serie de etapas:

- Salidas al campo para la recolección de materiales arcillosos.
- Caracterización de las propiedades físicas de las arcillas (precocción): color, disgregación del material arcilloso en agua, plasticidad, resistencia en seco y contracción.
- Análisis químico analítico de las arcillas.
- Desarrollo de las condiciones de cocción: esta variable incluyó la construcción de un horno de pozo y la determinación de combustibles a emplear para recrear antiguos modos de cocción.
- Ensayos post-cocción: determinación de contracción, porosidad, estructura y observación visual de color y textura.

### Salidas al campo para la recolección de arcillas

Esta etapa consistió en la identificación de fuentes y toma de muestra del material arcilloso en el Valle de Potrerillos, cercano al sitio arqueológico estudiado. Para ello, se contó con el apoyo de la Dirección de Minas e Hidrocarburos del Gobierno de la Provincia de Mendoza, en especial de la Geóloga Diana Frutos.

Al tratarse de arcillas que han sufrido un proceso de sedimentación natural, poseen grano fino y generalmente, se hallan impurificadas por sustancias orgánicas que modifican su color y que se evidencian en la pérdida por calcinación de los análisis químicos correspondientes.

La presencia de carbono orgánico en las arcillas crea, durante el proceso de cocción, un medio reductor local que influye en la transición del Fe 3+ a Fe 2+ que, a su vez, favorece una más temprana sinterización<sup>9</sup>.

Además, estos minerales están generalmente asociados a impurezas de óxido de calcio, y esto puede deberse a la presencia de caliza y dolomita, a lo que se suma siempre un porcentaje variable de arena que, de acuerdo al grano, puede separarse por tamizado.

De esta zona se extrajeron seis tipos de sedimentos arcillosos, que fueron sometidos a ensayos físicos, para luego seleccionar a los que presentaban mejores propiedades. Quedaron así, las arcillas cerro Cocodrilo y roja pétreo.

### Caracterización de las propiedades físicas de las arcillas

En esta instancia, se realizaron los ensayos físicos (precocción) a cada una de las arcillas en estado natural, es decir, sin adiciones de antiplásticos, lo que implicó la observación del color, disgregación del material arcilloso en agua, plasticidad, resistencia en seco y contracción.

Los estudios realizados establecen un primer indicio acerca de las mayores o menores aptitudes que tiene el material arcilloso para el modelado posterior de piezas cerámicas.

A partir de los resultados obtenidos en los ensayos físicos, se descartaron las arcillas que no reunían buenas propiedades para ser trabajadas.<sup>10</sup>

Se realizó la disgregación del material arcilloso en agua. Se observó el comportamiento de las arcillas en contacto con el agua, es decir, su facilidad o dificultad para disgregarse y su velocidad de absorción. Aquí se constituyó una primera indicación de plasticidad que muestra una mayor o menor aptitud para el modelado posterior de piezas.<sup>11</sup>

La plasticidad en crudo, asociada a su comportamiento con el calor, constituye la propiedad más importante de una arcilla destinada a uso cerámico.

La plasticidad o capacidad de deformación y de moldeo es independiente de la composición química del mineral quedando determinada, fundamentalmente, por sus propiedades físicas, relacionadas con la disposición laminar de sus partículas y su elevado desarrollo superficial, derivado de su reducido tamaño. Esto, sumado a la presencia de elementos antiplásticos en las arcillas como mica, cuarzo, feldespato, caliza y otros, determina la mayor o menor trabajabilidad de las pastas obtenidas.

El tamaño de grano de las arcillas influye también en la capacidad de absorción de agua que se manifiesta en una mayor o menor velocidad de hinchamiento, otra variable que nos indica el grado de plasticidad verificado.<sup>12</sup>

Las arcillas analizadas al contacto con el agua presentaron un considerable aumento de volumen y elevado grado de absorción, que se traduce en una mejor capacidad de moldeo, relacionada con el reducido tamaño de partículas de las mismas.

La elevada capacidad de absorción de los minerales arcillosos sedimentarios tiene que ver también con la extensión casi infinita del retículo capilar, que funciona como la capilaridad de los árboles, capaces de elevar el agua hasta su copa, en contra de la fuerza de la gravedad. Estas características, derivadas de la forma y distribución laminar de las partículas arcillosas, sumadas a su pequeño tamaño, determinan la plasticidad de las mismas.<sup>13</sup>

Una vez disgregadas en el agua se procedió al secado a estado plástico y a la conformación de probetas y pequeñas piezas. Estas últimas, se realizaron con el objeto de poder apreciar mejor la plasticidad y la trabajabilidad de cada material, condiciones indispensables para la técnica del modelado manual.

Posteriormente, se descartaron las arcillas que no son aptas para la conformación de piezas cerámicas, con lo cual, de las seis muestras analizadas se seleccionaron dos: las arcillas cerro Cocodrilo y roja pétreo, que reunieron mejores propiedades físicas (ver tabla n°1).

ARCILLA	COLOR	ESTRUCTURA	PLASTICIDAD	DISGREGACIÓN	RESISTENCIA EN SECO	CONTRACCIÓN
Roja cerro Cocodrilo	Naranja	Terrosa semicompacta	Muy plástica	Lenta	Buena	3%
Roja pétreo	Rojo	Terrosa muy compacta	Plástica	Lenta	Buena	3%

Tabla n° 1. Resultados del análisis tecnológico de las arcillas seleccionadas en estado crudo.

### Análisis químico

Sobre las muestras seleccionadas se realizó un análisis químico analítico<sup>14</sup>, que proporciona datos sobre los óxidos (expresados en porcentaje) presentes en las muestras (ver tabla nº2).

Comparando dichos análisis de los ejemplares analizados se concluye que la arcilla proveniente del cerro Cocodrilo, posee mayor contenido de óxido de hierro, por ello su color rojo intenso y un contenido de óxido de sodio que si bien no es muy elevado, estaría evidenciando, además de la roca madre feldespática, la presencia de sales solubles, elementos que pueden originar algunas manchas claras luego de la cocción.

El análisis oxidico muestra, además, que se trata de minerales arcillosos pobres en alúmina y elevado contenido en óxido de hierro, lo que se traduce en pastas cerámicas con temperaturas de maduración baja y coloración parda o rojiza. Esto se debe a la presencia de compuestos solubles de hierro en diferente proporción en las arcillas, cuya coloración dependerá tanto de la cantidad de hierro disuelto como del humus y lignito disperso.

ANÁLISIS QUÍMICO		
Determinación	Arcilla roja pétreo	Arcilla Cerro Cocodrilo
Humedad (105 °C)	1.25 %	1.52 %
Pérdida por calcinación (850 °C)	4.31 %	3.67 %
SiO <sub>2</sub>	63.28 %	62.14 %
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5.63 %	6.44 %
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16.72 %	18.26 %
CaO	3.56 %	1.64 %
MgO	0.18 %	1.33 %
Na <sub>2</sub> O	0.93 %	1.86 %
K <sub>2</sub> O	3.20 %	2.83 %
SO <sub>3</sub>	0.16 %	0.28 %

Tabla nº 2 Análisis químico de las arcillas seleccionadas

### Desarrollo de las condiciones de cocción

De acuerdo con las referencias bibliográficas relevadas sobre el tema, realizamos una serie de experiencias en horno de pozo.<sup>15</sup>

En cuanto a la reproducción de métodos de cocción se recreó un horno de pozo y se utilizó algarrobo como combustible, a fin de obtener resultados que pudieran ser comparables con los fragmentos arqueológicos recuperados. Se trata de una estructura metálica cilíndrica rellena con tierra con un habitáculo en la parte central conformado con placas de arcilla cocida y destinado a la carga de las piezas y combustible (ver figuras nº 3 y 4).

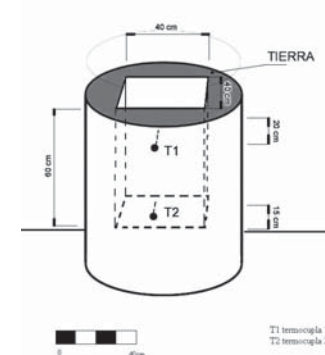


Figura nº 3 Esquema de horno de pozo

Se iniciaron los ensayos de cocción utilizando como combustible leña de algarrobo en fragmentos muy pequeños (aserrín) y medianos que iban dentro del horno y troncos de mayor tamaño para iniciar el fuego sobre la superficie. Éste fue seleccionado por su abundante disponibilidad en la zona y por su elevado calor de combustión que produjo reacciones más o menos completas, determinando las características del producto cocido. El aserrín fue incorporado para lograr una atmósfera reducida.

Además del tipo de elemento combustible, es importante la manera en que se distribuyen las piezas o probetas y las posibilidades de contacto de éstas con el mismo, lo que determinará las características del producto final. Es decir, si la combustión ha sido más o menos completa originará una cerámica negra, grisácea o rojiza. También es importante el tiempo de duración de la cocción.<sup>16</sup>

La velocidad de la cocción determina, asimismo, las propiedades del producto final, ya que, en un ciclo extremadamente corto, no alcanzan a completarse la totalidad de las reacciones de la pasta con la consecuente obtención de piezas frágiles, que en algunos casos, se disgregan al menor contacto.

El proceso de cocción en el horno se inicia con una fogata en su superficie que produce la combustión de la materia orgánica, contenida en el habitáculo interno que posee, proceso que continuará lento y paulatinamente hacia la base del horno cociendo, en su trayecto, a las piezas cerámicas ubicadas en el interior (ver figura nº 4).

Una de las dificultades presentes, en este tipo de experiencias, es la medición de la temperatura, ya que la termocupla (conectada a un pirómetro analógico) toma la temperatura en un sector determinado. Por el tipo de proceso de combustión, tan lento y gradual, en el que el tiempo juega un rol muy importante, la medición con este tipo de elementos, resulta solo relativa. Se debe considerar la incidencia del calor, producido durante la totalidad de la cocción, proceso que a veces requiere alrededor de 48 horas para completarse. Además los gases de la combustión interfieren en la medición, por lo que los valores indicativos deben ser tomados solo como una referencia.

Por esta razón y con la finalidad de poder inferir la temperatura alcanzada en cada cocción experimental, una serie de probetas de las pastas

estudiadas fueron sometidas a un gradiente de temperatura en horno eléctrico, con un control preciso y empleadas como muestras patrón. Las mismas fueron: 780 °C, 800 °C, 850 °C, 900 °C, y 940 °C.

Luego, comenzaron las cocciones experimentales utilizando dos termocuplas tipo K cromo-alumel que marcaron, en promedio, temperaturas que no superaron los 500 °C en un total de cinco experiencias de cocción. (Ver figura n°3).

Las comparaciones entre las probetas dieron como resultado que las temperaturas alcanzadas en las cocciones experimentales fueron inferiores a 780 °C ya que, en algunos casos, las piezas se desgranaban estando casi crudas o poco sinterizadas. Pero, como los datos obtenidos por las termocuplas son tan bajos, se presentó la necesidad de cocinar probetas en horno eléctrico, a temperaturas menores que 780 °C, para poder obtener datos más confiables.



Figura n° 4 Horno experimental

### Ensayos post-cocción

En la tabla n° 3, se consideran los valores promedio de todas las probetas sometidas a cinco cocciones experimentales.

ARCILLA	COLOR DE SUPERFICIE	TEXTURA (AL TACTO)	CONTRACCIÓN	POROSIDAD	ESTRUCTURA
Roja Cerro Cocodrilo	Marrón grisáceo	Poco suave	2%	20%	Semicompacta
Roja pétreo	Marrón rojizo oscuro	Áspera	2%	20%	Semicompacta

Tabla n° 3 Resultados de ensayos post-cocción

### Consideraciones finales

El desarrollo del presente trabajo proporciona nuevos datos que permiten una mayor definición de la tecnología cerámica desarrollada en los períodos inicial y temprano-medio de la etapa agrícola del Centro-Oeste argentino (500 a.C. al 1000 d.C.).

De los seis tipos de materiales arcillosos, recolectados en la zona Potrerillos, sólo dos presentaron, en general, buenas condiciones para el modelado de piezas en cuanto a su trabajabilidad, permitiendo realizar la totalidad del proceso que implica obtener un producto cerámico.

Los valores de absorción obtenidos en los ensayos pos-cocción realizados, que se ubican alrededor del 20%, indican la formación de una estructura aceptable, con piezas en general compactas y de coloración variable, con una temperatura cercana a los 700 °C.

Los resultados obtenidos, en cuanto a coloración por atmósfera de cocción, sugieren que, si bien el algarrobo es un combustible que levanta temperaturas aceptables para la sinterización del producto cerámico, no genera

una buena atmósfera reductora. Por este motivo, se desprende la necesidad de adicionar materiales menos inflamables y de quema lenta, que reduzcan la presencia de oxígeno en el horno, como es el caso del guano de animales.

Además de los ensayos pre y post-cocción, este trabajo se centró principalmente en generar las condiciones de cocción que nos permitieron obtener piezas cerámicas con buena estructura y así poder compararlas con los restos arqueológicos disponibles. Aunque son necesarios otros estudios mineralógicos y químicos complejos para establecer con claridad la similitud entre la cerámica experimental y la de fragmentos arqueológicos de la colección estudiada.

Con estas experiencias se conocieron las características físicas, químicas y de cocción de arcillas de Potrerillos en estado natural. Que si se comparan con restos arqueológicos bajo lupa binocular, concluimos que las pastas de la colección San Ignacio, y en general todas las pastas cerámicas, tienen adiciones de antiplástico para favorecer la estructura y la resistencia mecánica.

En futuros trabajos será necesario continuar con el estudio de dichas arcillas pero con adiciones de materiales no plásticos.

Dada la complejidad del tema, es importante continuar con este tipo de experiencias, debido a que aportan mayor claridad al conocimiento de los procesos cerámicos desarrollados por las comunidades humanas de nuestro pasado.

#### ROSA MOYANO

Licenciada en Cerámica Artística, egresada de la Facultad de Artes y Diseño de la UNCuyo en 2009. Ha participado en numerosos proyectos de la Facultad de Artes y Diseño, como también de la SECYT y ha obtenido becas internas de investigación en la misma Facultad. Desde el año 1999 se desarrolla como ayudante de Arqueología en campo y laboratorio en la Facultad de Filosofía y Letras de la UNCuyo, bajo la dirección del Dr. Víctor Durán. En 2009, obtiene una Beca Interna de Posgrado Tipo I del CONICET, Argentina.

#### LILIANA SAMMARCO FAZIO

Licenciada en Cerámica Industrial y Especialista en Docencia Universitaria. Docente e investigadora de la Facultad de Artes y Diseño de la UNCuyo. Profesora Titular de las cátedras: Tecnología de Pastas y Esmaltes y Tecnología Cerámica I. Directora de las Carreras de Cerámica de la Facultad de Artes y Diseño desde el 2005. Participa en Proyectos de Investigación acreditados por SECYT de la UNCuyo y por la Agencia Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la Nación (PICTO-ARTE 2007).

#### MARÍA CLARA MARQUET

Licenciada en Cerámica Artística y Magíster en Arte Latinoamericano. Docente e investigadora en la Facultad de Artes y Diseño. Profesora Adjunta en la Asignatura Tecnología de Pastas y Esmaltes y Jefe de Trabajos Prácticos en Modelado y Color Cerámico III. Desde el año 1991 participa en proyectos de investigación en el área cerámica, especialmente en temas vinculados a la tecnología de pastas y esmaltes aplicados al campo artístico. Expone y participa en salones de cerámica, en el país y en el exterior. Se ha perfeccionado en España y en Francia en temas vinculados a la cerámica de alta temperatura. En el 2006 fue seleccionada como docente para inaugurar el intercambio académico con la Escuela Nacional Superior de Artes de Limoges, Francia.

## NOTAS

- <sup>1</sup> Canals Frau y Semper 1956.
- <sup>2</sup> Palamarczuk 2004.
- <sup>3</sup> Cremonte 1991-92; Callegari y Raviña 1991; entre otros.
- <sup>4</sup> Bárcena y Román 1986-87.
- <sup>5</sup> García Llorca y Cahiza 1999.
- <sup>6</sup> Durán y García 1989.
- <sup>7</sup> Cortegoso 2006.
- <sup>8</sup> Munsell 2000.
- <sup>9</sup> Avgustinik 1983.
- <sup>10</sup> Hald 1977; Norton 1983.
- <sup>11</sup> Orton *et al.* 1997, Sánchez- Muñoz y Carda Castello 2003.
- <sup>12</sup> Hald 1977; Norton 1983.
- <sup>13</sup> Salmang 1954.
- <sup>14</sup> Los análisis químicos fueron realizados por el Ing. Funes y el Ing. Valenti en la Dirección de Minas e Hidrocarburos del Gobierno de la provincia de Mendoza.
- <sup>15</sup> Lagiglia 2006; Palamarczuk 2004 y Rice 1987.
- <sup>16</sup> Rice 1986; Rye 1981.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Avgustinik, A. (1983). *Cerámica*. Ed. Reverté, Barcelona.
- Bárcena, R. y A. Román (1986-1987). *Funcionalidad diferencial de las estructuras del tambo de Tambillos: resultados de la excavación de los recintos 1 y 2 de la Unidad A del Sector III*. Anales de Arqueología y Etnología. 41-42: 7-81. Mendoza.
- Callegari, A y G. Raviña (1991). *Análisis cerámico y determinación de standards. Primeras experimentaciones realizadas sobre un banco de arcilla local*. Shincal. t. 1. 3: 19-32, UNCatamarca, Catamarca.
- Canals Frau, S. y J. Semper (1956). *La cultura de Agrelo (Provincia de Mendoza)*. Runa VII (segunda parte): 169-187. Buenos Aires.
- Cortegoso, V. (2006). *Comunidades Agrícolas en el valle de Potrerillos (Noroeste de Mendoza) durante el Holoceno Tardío: organización de la tecnología y vivienda*. En intersecciones 7:77-94, Facultad de Ciencias Sociales. UNCPBA.
- Cremonte, M. B. (1991-1992). *Estrategia analítica para el estudio de cerámica arqueológica y materia prima*. Anales de Arqueología y Etnología. 46-47: 165-184. Mendoza.
- García Llorca, J. y P. Cahiza (1999). *Análisis y experimentación ceramológica sobre alfarería incaica del Valle de Uspallata, Mendoza, Argentina*. En: Actas del XII Congreso Nacional de Arqueología Argentina, II: 39-46. La Plata.
- Durán, V. y C. García (1989). *Ocupaciones agro-alfareras en el sitio Agua de la Cueva-sector norte (Noroeste de Mendoza)*. Revista de Estudios Regionales (CEIDER), N°3:29-64. Mendoza.
- Hald, P. (1997). *Técnica de la Cerámica*. Ediciones Omega, Barcelona.
- Lagiglia, H. (2006). *El fuego y los hornillos de tierra en la prehistoria argentina*. Museo de Historia Natural de San Rafael. Mendoza.
- Munsell Soil Color Charts (2000) Gretag Macbeth, New York.
- Norton, F. H. (1983). *Cerámica Fina. Tecnología y Aplicaciones*. Ediciones Omega, Barcelona.
- Orton, C., P. Tyers y A. Vince (1997). *La cerámica en arqueología*. Crítica, Barcelona.
- Palamarczuk, V. (2004). *Cocción experimental de cerámica con estiércol de llama*. Intersecciones en Antropología. Facultad de Ciencias Sociales, UNCPBA, 5: 119-127. Buenos Aires.
- Rice, P. (1987). *Pottery Analysis: a sourcebook*. The University of Chicago Press, Chicago.
- Rye, O. (1981). *Pottery Technology*. Taraxacum, Washington D.C.
- Salmang, H. (1954). *Los fundamentos físicos y químicos de la cerámica*. Ed. Reverté, Barcelona.
- Sanchez, Muñoz, L. Y J. B. Carda Castello. (2003). *Materias primas y aditivos cerámicos*. Colección Enciclopedia Cerámica, tomo 2. Faenza Editrice Ibérica, Castellón.