

REUSO DE DESECHOS DE CONCHAS DE OSTIÓN «*CRASSOSTREA VIRGINICA*» PARA LA OBTENCIÓN DE UN MATERIAL COMO AGLOMERANTE DE MORTERO A PARTIR DE TRATAMIENTOS DE MOLIENDA Y CALCINACIÓN

Candelario Ramón de los Santos¹, Angélica Silvestre López Rodríguez²,
Pio Sifuentes Gallardo³, Miguel Ángel Hernández Rivera⁴,
José Guadalupe Fabián Rivera Trejo⁵, Laura Lorena Díaz Flores⁶

¹ calen89_teco@hotmail.com, ² angiesilvestre625@yahoo.com,

³ psifuentes1@yahoo.com.mx, ⁴ mahrivera1956@gmail.com,

⁵ jgfabianrivera@gmail.com, ⁶ laura.diaz@ujat.mx

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Av Universidad s/N Zona de la Cultura,
Col Magisterial, CP 86040 Villahermosa Centro Tabasco México.



Para citar este artículo:

Díaz, L., Hernández, M., López, A., Ramón, C., Rivera, J. y Sifuentes, P. (2016) Reúso de desechos de conchas de ostión «*crassostrea virginica*» para la obtención de un material como aglomerante de mortero a partir de tratamientos de molienda y calcinación. *Espacio I+D Innovación más Desarrollo* 5 (12) 38-48. doi: 10.31644/IMASD.12.2016.a03

RESUMEN

En la actualidad las conchas de ostión «*Crassostrea virginica*», explotadas comercialmente en Tabasco, representan un problema de contaminación. Debido a que las personas después de consumir la parte comestible del ostión, desechan en las calles o en lugares públicos e incluso en los rellenos sanitarios las conchas, provocando mal aspecto al lugar, mala higiene y propagación de plagas. Por lo anterior, mediante esta investigación se pretende dar una solución a este problema de contaminación y reciclar este desecho para obtener un material con fines ambientales para la construcción. Las conchas fueron recolectadas y seleccionadas en diversos tamaños y sometidas a tratamientos de molienda en grueso con fracturación manual y molienda en seco en un molino de bolas. Posteriormente, estas conchas de ostión fueron tratadas térmicamente para calcinar a 500, 700, 800, 900 y 1000°C. Los polvos obtenidos con los dos tratamientos fueron separados con una mesa vibratoria para realizar el análisis granulométrico. Y mediante el análisis por difracción de rayos x (DRX), se encontró que los polvos están compuestos de CaO , CaOH y CaCO_3 . Mediante estos resultados, se propone la factibilidad de la utilización de este desecho de conchas de ostión como un material aglomerante para fabricación de mortero utilizado en la construcción.

Palabras clave

Reúso de cochas de ostión; crassostrea virginica; mortero de cemento, calcita.

DESIGN AND CALIBRATION OF AN AUTOMATIC RAINFALL SIMULATOR

— *Abstract* —

Currently oyster shells "*Crassostrea virginica*" commercially exploited in Tabasco, represent a pollution problem. Because people after consuming the edible part of the scallop, discarded on the streets or in public places and even in landfills shells, causing bad aspect to the place, poor hygiene and spread of pests. Therefore, through this research it is to provide a solution to this problem of pollution and recycle this waste material for environmental purposes for construction. The shells were collected and selected in different sizes and subjected to coarse grinding treatments with manual fracturing and dry grinding in a ball mill. Subsequently, these oyster shells were heat treated for calcining at 500, 700, 800, 900 and 1000°C. The powders obtained with the two treatments were separated with a vibrating table to perform the sieve analysis. Through analysis by x-ray diffraction (DRX), it was found that the powders are composed of CaO , CaOH and CaCO_3 . By these results the feasibility of using this waste oyster shells as a material for mortar used in the construction is proposed.

Keywords

Reuse oyster shells; Crassostrea virginica; cement mortar, Calcite.

En la actualidad las conchas de ostión «*Crassostrea virginica*», explotadas comercialmente en Tabasco, representan un problema de contaminación ya que las personas después de consumir la parte comestible del ostión que es el músculo abductor, las vierten en las calles o en lugares públicos provocando mal aspecto al lugar, mala higiene y propagación de plagas. En este proyecto, se pretende dar una solución a este problema de contaminación y reciclar este desecho para obtener un material con fines ambientales para la construcción. En Tabasco como en muchos estados costeros, el consumo de ostiones va en aumento, porque ha sido considerado como producto gourmet por su sabor, palatabilidad, apariencia y secundariamente por algunos mitos sobre sus supuestos poderes «afrodisíacos»; Sin embargo, lo anterior no representa ningún problema para Tabasco ya que es uno de los principales productores ostrícolas y ha contribuido con un alto porcentaje de la producción a nivel nacional. Con datos estadísticos emitidos por SAGARPA CONAPESCA en el 2013 de 15, 402 Ton/año, quedando en segundo lugar solo por debajo de Veracruz quien produce 19,422 Ton/año (CONAPESCA, 2015).

Además, su captura y producción es la principal actividad para los pobladores en las lagunas costeras del estado; el problema subsiste cuando no se sabe qué hacer con la parte no comestible de este producto marino. Esta problemática afecta tanto a los restauranteros, la población civil y autoridades del mismo, puesto que se generan toneladas de ellas y solo una cuarta parte es utilizada para la reproducción del molusco aductor. Lo anterior no es un exclusivo del estado, si no que a nivel nacional otros estados costeros como Tamaulipas, Veracruz y Campeche también se ven afectados por este mismo problema.

El hecho de desechar las conchas en estos lugares genera considerables inconvenientes, principalmente por su insolubilidad en el agua y su resistencia a la biodegradación. Una de las problemáticas que más preocupa a las comunidades, es el crecimiento del mosquito portador del dengue dentro de las conchas de ostión, ya que ésta presenta una forma irregular y asimétrica, cuya cara exterior es áspera y oscura, contrastando con el interior, que representa una superficie lisa en forma cóncava que da pie a que el agua quede retenida en ella.

Se ha comprobado que las conchas contienen altas cantidades de carbonato de calcio, óxido de calcio e hidróxido de calcio, compuestos que en la actualidad por sus propiedades funcionales se utilizan para realizar diversos procesos que son de beneficio para el ser humano, abarcando campos tan variados como el de la alimentación, la medicina (Ronge Xing, Yukun Qin, Xiaohong Guan, Song Liu, Huahua Yu, Pengcheng Li , 2013), la agricultura, la cosmética, el tratamiento de aguas residuales (Yao-Xing Liu, Tong Ou Yang, Dong-Xing Yuan, Xiao-Yun Wu, 2010) y suelos contaminados con

metales pesados, entre otros (Yong Sik Ok, Sang-Eun Oh, Mahtab Ahmad, Seunghun Hyun Kwon-Rae Kim, Deok Hyun Moon, Sang Soo Lee, Kyoung Jae Lim, Weon-Tai Jeon and Jae E. Yang, 2010) (Yao-Xing Liu, Tong Ou Yang, Dong-Xing Yuan, Xiao-Yun Wu, 2011). Este molusco ha sido utilizado por el hombre en su alimentación desde tiempos prehistóricos, como lo revelan los restos de sus conchas que se encuentran en las cuevas y albergues habitados por los pueblos primitivos o en los concheros que han localizado los arqueólogos en diferentes zonas de la costa y que son de tanta importancia en la datación de fechas para esta ciencia. Las conchas fueron un material empleado por las culturas prehispánicas, como se puede observar en el templo de Teotihuacán, en donde aparecen esculpidos en piedra junto con la simbólica serpiente o los mayas quienes en ausencia de la piedra caliza, construyeron y revestían grandes ciudades utilizando las conchas en combinación con otros materiales como la arcilla.

En los últimos años, las publicaciones científicas, patentes y páginas electrónicas de algunos países o empresas realizan estudios y exponen los avances en la producción, caracterización y aplicaciones de los componentes de la concha de ostión (Yang, Yong Sik Ok, Sang-Eun Oh, Mahtab Ahmad, Seunghun Hyun, Kwon-Rae Kim, Deok Hyun Moon, Sang Soo Lee, Kyoung Jae Lim Weon-Tai Jeon, Jae E., 2010) (Shih-Ching Wua, b, Hsueh-Chuan Hsua, b, Yu-Ning Wuc, Wen-Fu Hoc, 2011). Se ha comprobado que los materiales que son producto de especies calcáreas pueden considerarse como materiales híbridos naturales, ya que están constituidos por compuestos orgánicos e inorgánicos. Un ejemplo de material híbrido natural es el hueso, cuya dureza y rigidez no se ha encontrado en ningún material sintético.

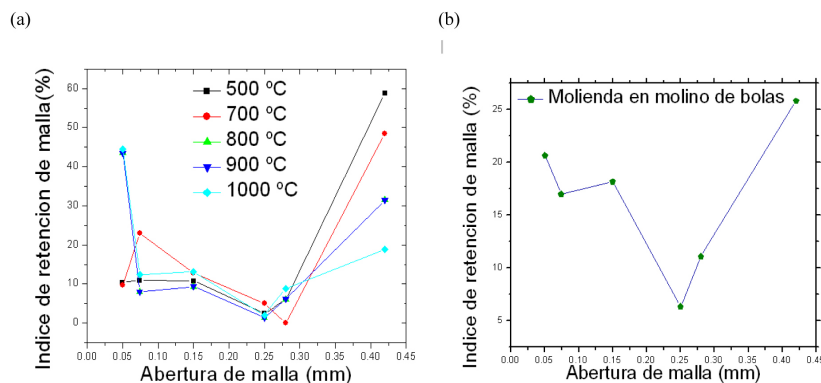
La ventaja que estos materiales porosos ofrecen, es que mediante la eliminación de los componentes orgánicos, el tamaño y forma de los poros pueden controlarse de manera precisa, convirtiéndolos en materiales resistentes al fuego, impermeables en la construcción y para usos ambientales, como el absorber gases contaminantes (Kai-Wen Ma, Hsisheng Teng, 2010). Además forman estructuras muy complejas y ordenadas con buenas propiedades mecánicas y químicas, logrando que estos híbridos sean ideales para aplicaciones en el moderno campo llamado Biotecnología, Informática y Nanotecnología (BIN). La nanotecnología requiere continuamente estructuras auto-ensamblantes, debido a que es muy difícil ensamblar dispositivos formados por unas pocas moléculas. Una forma de aprovechar adecuadamente los desechos de crustáceos, sería la obtención de un material basado en carbonato de calcio, para su utilización en la elaboración de un polvo compuesto de nanopartículas de CaCO_3 .

Materiales y métodos

Se recolectaron conchas de ostión en lugares donde son vertidas como desecho, se lavaron y enjuagaron con agua potable todas las conchas recolectadas para quitarles un poco de suciedad y se seleccionaron en tamaño entre los 7 y 10 cm de longitud. Con trituración manual, se disminuyó el tamaño de las conchas y se dividió en dos grupos de muestras; las muestras para la molienda y las muestras para la calcinación. El primer grupo de conchas de ostión, se sometió a molienda en un molino de bolas durante 30 minutos. Al segundo grupo, se le aplicó tratamiento térmico en una mufla con atmósfera de aire a 500, 700, 800, 900 y 1000 °C. A los polvos obtenidos en los dos tratamientos se les realizó el análisis granulométrico, utilizando mallas con tamaño de abertura de 0.42 mm hasta 0.074 mm, con tiempo de vibración de 20 minutos. La estructura cristalina fue determinada por el análisis de difracción de rayos-x de todos los polvos sometidos a los diversos tratamientos.

Presentación y discusión de resultados Análisis granulométrico de los dos tratamientos

Figura 1. (a) Muestra el porcentaje de retención por malla realizado a las diferentes temperaturas de calcinación. (b) Muestra el porcentaje de retención por malla de las conchas de ostión sometidas a tratamiento mecánico.



En la Figura 1, se presenta el análisis granulométrico, de los tratamientos de calcinación (Figura 1a) y de molienda (Figura 1b) de las conchas de ostión previamente trituradas manualmente. Analizando las gráficas a y b de la Figura 1, se observa que con el tratamiento térmico se obtiene mayor disminución del tamaño de partícula conforme aumenta la temperatura de calcinación se obtiene un polvo muy fino con tamaño de partícula de alrededor

de 74 μm . Este tratamiento favorece la utilización de las conchas de ostión como un aglomerante al mortero utilizado en el proceso de restauración de edificios, ya que se ha reportado que los aglomerantes de los morteros históricos están compuestos de carbonatos y sílice de tamaños pequeños, que le dan el carácter hidráulico y de alta resistencia (Elif Uğurlu Sağın, Hasan Böke, Nadir Aras, Şerife Yalçın, 2012).

Análisis cristalino de los polvos obtenidos

Mediante el análisis estructural, se encontraron las estructuras cristalinas presentes en cada una de las muestras, se analizaron los difractogramas de las Figuras 2 y 3, los cuales corresponden a polvo de concha de ostión con tratamiento de molienda Figura 2, y con tratamientos térmicos (Figura 3). Como puede observarse, todos los materiales analizados son altamente cristalinos y poseen una mayor proporción de picos característicos del CaCO_3 tipo romboédrico, en la fase calcita con señales características en $2\theta = 29,34^\circ$; $39,41^\circ$; $43,16^\circ$; $47,11^\circ$ (según PDF, No. 471743, base de datos JCPDS).

Figura 2. Difractograma de la concha de ostión molidas con molino de bolas.

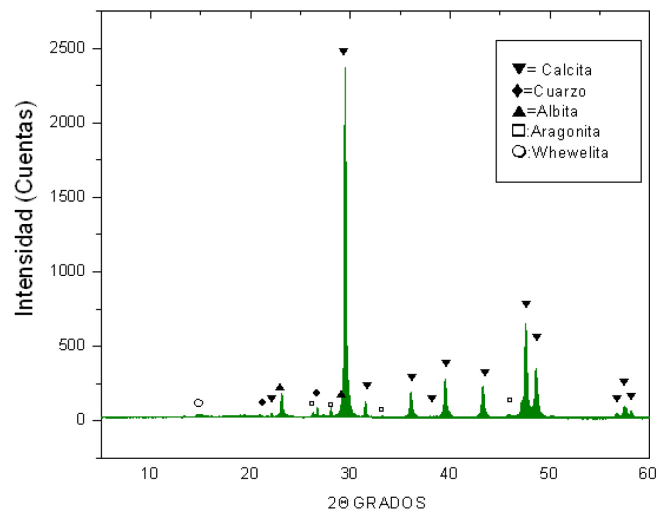
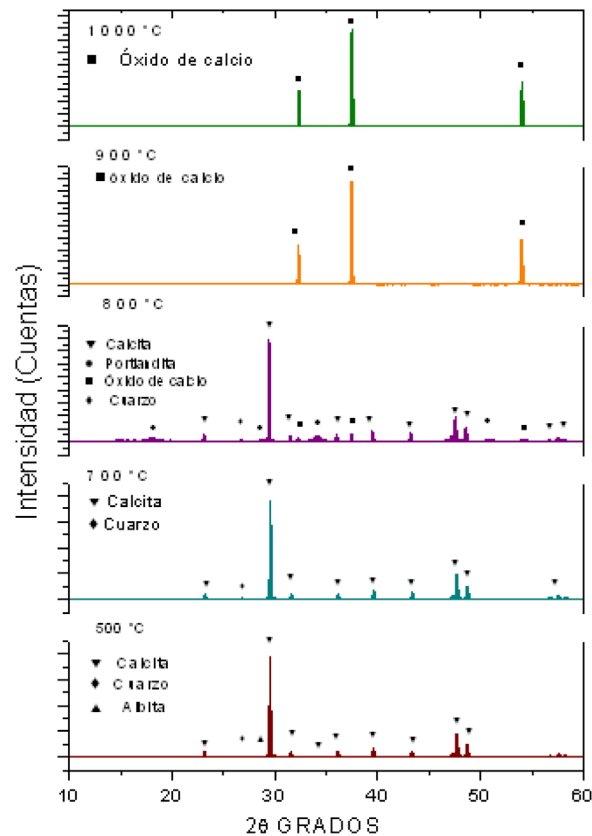
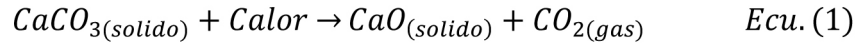


Figura 3. Difractograma de la concha de ostión tratada térmicamente.



Analizando los difractogramas, para el caso de los polvos de las conchas de ostión sin tratamiento y trituradas manualmente (Figura 2), se observa que además del carbonato de calcio en forma de calcita (Shih-Ching Wu, Hsueh-Chuan Hsu, Yu-Ning Wu, Wen-Fu Ho, 2011), también está presente la aragonita, otro tipo de carbonato de calcio pero con diferente estructura cristalina (Zhuona Zhang, Yidong Xie, Xurong Xu, Haihua Pan, Ruikang Tang, 2012). A la aragonita que proviene de la fuente del nácar del mejillón (J. E. Parker, S. P. Thompson, A. R. Lennie, J. Potter and C. C. Tang, 2010) al aplicársele calor cambia su estructura cristalina a calcita. Tal y como puede apreciarse en la gráfica correspondiente a la concha de ostión calcinada a 500 °C (Figura 3), en la cual ya no se detecta la presencia de aragonita y solo aparece la calcita. Para el caso de los polvos de la concha de ostión, tratados térmicamente desde 500 °C hasta 1000 °C (Figura 3) se observa que el cao ó (cal viva) se obtiene a partir de 800 °C. Lo anterior, debido a una reacción de descomposición que ocurre durante el proceso de calcinación.



Esta reacción tiene lugar por encima de la temperatura de descomposición de la concha, es decir, decir una temperatura a la cual el estándar de la energía libre de Gibbs de la reacción es igual a cero. Lo que origina un producto de color blanco o blanco grisáceo (Kai-Wen Ma and Hsisheng Tengw, 2010). Dichas reacciones de calcinación en atmosfera de aire conducen a una pérdida de masa de 45%.

Por otra parte, comparando los dos tipos de tratamientos estudiados, se concluye que con el tratamiento mecánico no hay cambios favorables para la obtención de cal, que pueda utilizarse como aglomerante de mortero. Ya que solo se detecta la presencia de calcita, compuesto presente de manera natural en el polvo de concha de ostión sin ningún tratamiento y en forma de trazas se detecta por un oxalato de calcio monohidratado conocido como whewellitita mineral (Figura 2).

Para el caso del polvo tratado térmicamente, se aprecia, la presencia de aragonita, la cual al aplicarle calor cambia su estructura cristalina a calcita, tal y como puede apreciarse en la gráfica correspondiente a la concha de ostión calcinada a 500°C en la cual ya no se detecta la presencia de aragonita y solo aparece la calcita (Figura 3). La temperatura ideal a la cual se puede obtener el óxido de calcio como un material para su uso como aglomerante del mortero es a 900°C, puesto que lo único que se logra calcinando la concha de ostión a temperaturas más altas es el aumento de la alcalinidad del material.

CONCLUSIONES

El tratamiento que favorece la utilización de la concha de ostión como material para agregado de mortero para la restauración de antiguos edificios, es el obtenido mediante el tratamiento térmico a la concha de ostión a 900°C. A esta temperatura se obtiene óxido de calcio, compuesto utilizado en la industria de la construcción. Por otra parte, la concha que se calcina a esta temperatura es más fácil de triturar y presenta un tamaño de partícula de 0.74 μ m, que es capaz de adherirse a las paredes húmedas a restaurar. La textura del polvo obtenido con este tratamiento térmico en este trabajo de investigación, es más fino y de color blanco, lo que favorece que reflejen la luz, aumentando la reflectancia de la luz en el rango del visible. Es por estas características, que este material se puede utilizar como mortero para

la restauración de edificios antiguos y zonas arqueológicas, al ser el material utilizado desde la antigüedad y mucho antes del descubrimiento del cemento tipo portland que se utiliza en la actualidad.

Agradecimientos

Al proyecto PFI_UJAT 2015 de la Dra. Angélica Silvestre López Rodríguez, por el apoyo con el molino. Y a los estudiantes Danelly López Dionicio y Javier Lorenzo Vargas Sepúlveda, quienes con sus resultados preliminares en su Tesis, se han podido replicar los experimentos y orientado las diferentes aplicaciones de esta calcita.

BIBLIOGRAFÍA

- CONAPESCA. (2015). *conapesca.gob.mx*. Recuperado el 15 de JUNIO de 2015, de http://www.conapesca.sagarpa.gob.mx/wb/cona/consulta_especifica_por_produccion
- Elif Uğurlu Sağın, Hasan Böke, Nadir Aras, Şerife Yalçın. (2012). Determination of CaCO₃ and SiO₂ content in the binders of historic lime mortars. *Materials and Structures* , 45 (6), 841-849.
- J. E. Parker, S. P. Thompson, A. R. Lennie, J. Potter and C. C. Tang. (2010). A study of the aragonite-calcite transformation using Raman spectroscopy, synchrotron powder diffraction and scanning electron microscopy. *CrystEngComm* , 12, 1590-1599.
- Kai-Wen Ma and Hsisheng Tengw. (2010). CaO Powders from Oyster Shells for Efficient CO₂ Capture in Multiple Carbonation Cycles. *Journal American Ceramic Society* , 93 (1), 221-227.
- Rong Xing, Yukun Qin, Xiaohong Guan, Song Liu, Huahua Yu, Pengcheng Li . (2013). Comparison of antifungal activities of scallop shell oyster shell and their pyrolyzed products. *Egyptian Journal of Aquatic Research*, 39 (2), 83–90.
- Shih-Ching Wu, Hsueh-Chuan Hsu, Yu-Ning Wu, Wen-Fu Ho. (2011). Hydroxyapatite synthesized from oyster shell powders by ball. *Materials Characterization*, 6 (2), 1180-1187.
- Yang, Yong Sik Ok, Sang-Eun Oh, Mahtab Ahmad, Seunghun Hyun, Kwon-Rae Kim, Deok Hyun Moon, Sang Soo Lee, Kyoung Jae Lim Weon-Tai Jeon, Jae E. (2010). Effects of natural and calcined oyster shells on Cd and Pb immobilization in contaminated soils. *Environmental Earth Science* , 61, 1301–1308.
- Yao-Xing Liu, Tong Ou Yang, Dong-Xing Yuan, Xiao-Yun Wu. (2010). Study of municipal wastewater treatment with oyster shell as biological aerated filter medium. *Desalination* , 254, 149–153.
- Yong Sik Ok, Sang-Eun Oh, Mahtab Ahmad, Seunghun Hyun Kwon-Rae Kim, Deok Hyun Moon, Sang Soo Lee, Kyoung Jae Lim, Weon-Tai Jeon and Jae E. Yang. (2010). Effects of natural and calcined oyster shells on Cd and Pb immobilization in contaminated soils. *Environmental Earth Science* , 61, 1301–1308.
- Zhuona Zhang, Yidong Xie, Xurong Xu, Haihua Pan, Ruikang Tang. (2012). Transformation of amorphous calcium carbonate into aragonite. *Journal of Crystal Growth* , 343 (1), 62–67.