BTC ADICIONADOS CON DIFERENTES CONCENTRACIONES DE MUCÍLAGO DE NOPAL Y SÁBILA EN EL AGUA DE MEZCLADO

Dra. Yolanda Gpe. Aranda Jiménez
Universidad Autónoma de Tamaulipas
yoli212@yahoo.com.mx

Tema 2: Innovaciones en los componentes constructivos
Palabras clave: BTC, mucílago, acíbar

RESUMEN
La presente investigación presenta el uso de mucílago (líquido viscoso que se encuentra en diferentes vegetales) y acíbar, principalmente de nopal y sábila, con el objeto de comprobar científicamente si se mejoran las características físico-químicas de los BTC estabilizados con cemento Portland, al emplearlo como aditivo en concentración en el agua utilizada para su fabricación.

1. INTRODUCCION

La problemática de la vivienda en México implica una conjunción de factores que deben ser analizados bajo la perspectiva de diversas disciplinas tanto sociales, políticos, económicos, demográficos, culturales, tecnológicos, entre otros.

Tanto las políticas gubernamentales como la producción de vivienda por parte de los principales promotores del país, no se han caracterizado por tratar de atacar el problema desde el punto de vista de innovación de materiales sustentables y económicos que permitan abatir el costo de la vivienda. Es claro que en los últimos años la oferta de la vivienda supera la demanda, debido a que los créditos no están al alcance de quienes verdaderamente tienen la necesidad. Esta investigación se inserta dentro de la producción nacional de vivienda en la Producción Social y como una alternativa tecnológica y sustentable.

La construcción con tierra es tan antigua como la humanidad, siendo el material primordial en aquellas regiones donde hay escasez de recursos y vivienda. En la actualidad, un tercio de la humanidad vive en viviendas de Tierra y en países en proceso de desarrollo más de la mitad de sus viviendas son de Tierra. Se estima por el Centro para Asentamientos Humanos de las Naciones Unidas (UNCHS) que el suministrar vivienda de bajo costo y de materiales durables es uno de los principales retos en aquellos países. En México la Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI), ha estimado una necesidad de edificación de 766,000 viviendas anuales hasta el 2030, y la construcción a base de bloques de tierra comprimido sería una posible solución a este problema, por ser un material económico, pero presenta, para las características de ciertas regiones húmedas en nuestro país, algunas desventajas como lo son: su debilidad ante el agua y durabilidad. Maldonado R L(2002).

Ancestralmente sin comprobación científica se han utilizado savias vegetales. Una sustancia que podría agregarse durante la elaboración del bloque de tierra comprimido (BTC) estabilizado, podría ser las provenientes de algunas cactáceas, esto con la finalidad de mejorar propiedades del material como la permeabilidad y resistencia.

La relevancia social de este estudio estriba en que si se logran mejorar las características de este material ante la humedad que es una de sus principales debilidades, se utilizaría en programas de producción social de vivienda con una mayor aceptación por parte del usuario, ya que es un material económico debido al reducido costo de la materia prima básica, la tierra, comparado contra el block de concreto y no requiere de tanta energía si se utilizan las prensas manuales para su fabricación.

2.Objetivo General:

Demostrar que el mucílago de nopal forrajero tunero (Opuntia ficus-indica y opuntia rastrera) y sábila (*Áloe vera barbadensis*) agregados al agua de mezclado por separado, mejoran las características físico-mecánicas de los BTC siendo especialmente importante la resistencia a la absorción de agua, con el fin encontrar materiales alternativos que sean económicos y aporten soluciones al problema de vivienda en México.

3. Estado del Arte:

Se realizó la pertinencia de originalidad y aportación del presente estudio bajo la verificación de otros estudios realizados al respecto. A continuación se mencionan algunos de ellos.

En la Universidad de Checoslovaquia en Praga, Jan Ruzika para obtener su tesis doctoral realizó una investigación sobre el comportamiento de los bloques de tierra prensados y estabilizados en estado seco y húmedo para determinar si la compresión es la que determinaba la resistencia o la adición de estabilizantes como cemento Pórtland y cal y los porcentajes de estabilización. De igual manera se preguntó ¿cuál era el comportamiento de estos bloques estabilizados de manera húmeda? Para determinar si mejoraban o si era la compresión más importante que la adición. Se lanzó una serie de 150 bloques curados y unos a las 6.3 semanas de elaborados y otros hasta las 77.3 semanas, para cada uno de los grupos, es decir, secos y húmedos, estabilizados con cemento, y estabilizados con cal, y los estudios arrojaron que bajo condiciones de alta humedad, la adición de cemento o cal a los BTC mejora significativamente su comportamiento. El período de la investigación duró desde el 2001 hasta el 2003.

Carmen Sáenz en: Producción industrial de productos no alimentarios, Capítulo 7 de los Cuadernos Técnicos de la FAO,2006, cita a varios investigadores que han estado utilizando el hidrocoloide del nopal para diversos usos en construcción, a saber: en Perú, Ramsey en 1999 estudió el uso de goma o mucílago de cladodios de nopal para estabilizar bloques de adobe, comparándolo con la cal; los resultados obtenidos no fueron exitosos como se esperaba, probablemente debido a que las dosis empleadas fueron del 10%. La metodología utilizada para preparar la goma de nopal como estabilizante, consiste en limpiar y remojar en agua los cladodios (1:1 en peso); las mejores condiciones de remojo fueron 18 días a 15 – 20 ºC (82 - 92 por ciento HR) o entre 7 y 14 días a 20-25 ºC (77 - 88 por ciento HR). Del mismo modo, Cárdenas *et al.* (1998) efectuaron ensayos preliminares acerca del uso de jugo de nopal en pastas de Ca(OH)2, indicando que su incorporación vuelve más débil la textura de la cal, así mismo a señalado que desde hace muchos siglos se agrega jugo de nopal como un adhesivo orgánico a la cal para restaurar y proteger edificios históricos en México.

Torres-Acosta *et al.* (2007) también analizaron la adición de mezclas de nopal y *Aloe vera* en el concreto, como un modo de aumentar las propiedades anticorrosivas al entrar en contacto con el acero.

Por su parte, Hernández y Serrano (2003), en un estudio sobre adición de mucílago de nopal liofilizado a morteros ampliamente usados en la construcción, observaron que la adición de 0,5 g de mucílago liofilizado mejoraba las características mecánicas de la mezcla, con una mejor resistencia a la compresión que los controles sin mucílago de nopal. La mezcla de yeso + arena sílice + mucílago de nopal liofilizado mostró un esfuerzo a la compresión de 151,8 Kg./cm2 a los 28 días, en comparación con el control que fue de 125,6 Kg./cm2.

La investigación, *Utilización de ladrillos de adobe estabilizados con cemento Portland Ordinario CPO 20 al 6% y reforzados con fibra de coco, para muros de carga en Tampico (Roux,2002)* muestra diversos análisis realizados *insitu* de muros fabricados con BTC estabilizados con cemento Pórtland y utilizando un refuerzo a base de fibra de coco, los resultados obtenidos muestran ventajas en las características del BTC al estabilizarlo con cemento pero no así al utilizar fibra de coco.

En el Congreso Internacional de construcción con Tierra TerraBrasil 2008,, Branga, L., Medeiros, V., Santina,M. (2008) presentan: Caracterización de adobe estabilizado con almidón de mandioca cuyos principales componentes de la mandioca se encuentran la amilasa y la amilopectina (mismos que contiene el mucílago de nopal), resultando positivo su trabajo para un 8% de estabilización con este producto para los adobes.

El mucílago de nopal contiene principalmente dos polímeros naturales orgánicos: la amilasa (polímero de la glucosa con unión 1-4 de tipo α consigo misma) y amilopectina (polímero también de la glucosa pero con uniones 1-6), para el caso de los vegetales; y polisacáridos compuestos por D-manosa y D-galactosa, para el caso de las leguminosas. (Masschelein-Kleiner, L. 1995).

Estos polímeros podrían mostrar efectos cohesivos entre partículas a diferencia de diversas sustancias no poliméricas.

El acíbar es el jugo obtenido a partir de las hojas de sábila presenta una apariencia mucilaginosa, glutinosa y de color amarillo verdoso oscuro.

La especie del género Aloe contiene una mezcla de glucósidos llamados Aloína colectivamente, la cual es el principio activo de la planta.

4. Metodología: La presente investigación tuvo por objeto responder a la pregunta:
¿Mejora el mucílago de nopal (Opuntia rastrera y opuntia *ficus-indica*) y sábila (Aloe vera barbadensis) agregada al agua de mezclado por separado, las características físico-mecánicas de los BTC estabilizados con cemento Pórtland CPO 20 al 6%?
De acuerdo con el objetivo planteado, se analizó científicamente que la utilización del mucílago de nopal y sábila mejora efectivamente las características del material, mostrando que los BTC modificados cumplen los estándares para ser utilizados como material adecuado para la construcción de vivienda, se identificó la composición del suelo con el que se fabricaron los BTC, se determinó el porcentaje exacto de concentración en el agua de mezclado de los mucílagos, se identificaron los diferentes índices de absorción de agua, porosidad y densidad ante las diferentes concentraciones de mucílago con el fin de estandarizarlos en una tabla que nos permitió tener indicadores, así se analizaron las diferentes características físicas: compresión seca y húmeda, abrasión o durabilidad, absorción de agua, porosidad, densidad, y las características químicas de: resistencia a los álcalis, ácidos y sales en las diferentes concentraciones de mucílago y acíbar, con el fin de encontrar materiales alternativos que sean económicos y durables, que aporten soluciones al problema de vivienda en México. Para tal efecto se prepararon varios lotes de BTC constituyendo el Universo, los cuales se dividieron por grupos dependiendo de las diferentes concentraciones, unos con mucílago y otros con acíbar.

4.1. Preparación de muestras
Se realizaron Bloques de Tierra comprimido a partir de una mezcla 2:3 de Arcilla-Medrano (Las relaciones se hicieron en **peso:peso**) a la cual se añadió cemento Pórtland CPO20 marca CEMEX como estabilizante equivalente al 6% (p/p) de la proporción y 6L de "líquido"; posterior a la homogenización de la mezcla se virtió esta al contenedor de una prensa hidráulica marca *Adobepres2000* y se compactó a una presión de 6 Mp durante *30* segundos. Una vez obtenido el bloque pasó al área de secado y curado por un periodo de 10 días.
El líquido utilizado se definió de acuerdo al tipo de BTC (Blanco o modificado) que se menciona a continuación.

4.2. BTC blanco
Para las muestras que llamamos ***blanco*** se añadió como ***líquido*** agua potable.

4.3. BTC Mucílago
Para las muestras que llamamos ***modificadas*** se añadió como ***líquido*** 6L de solución de agua potable y mucílago de nopal. La solución Agua-Mucílago de nopal se obtuvo a partir de una mezcla de pencas maduras de nopal en agua potable que se dejaron macerarse por un lapso de 5 días. Posteriormente se decantó la mezcla descartando el sólido precipitado. Se utilizaron por separado dos especies de nopal, ***Opuntia ficus indica*** (nopal verdura modificado y domesticado) y el segundo ***Opuntia rastrera*** *(nopal forrajero y tunero*). A las soluciones generadas se realizaron pruebas químicas.
Se realizaron pruebas físicas y químicas por separado a 10 bloques obtenidos aleatoriamente de cada lote producido.

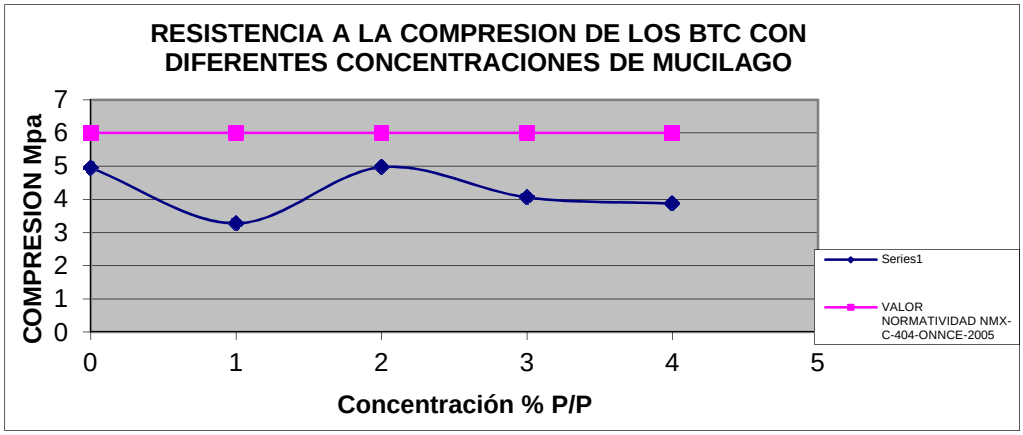
4.4. Pruebas físicas:
Se realizaron pruebas de compresión seca y húmeda, abrasión, absorción de agua porosidad y densidad según la norma técnica colombiana NTC-5324, laNMX-C-404-ONNCE-2005 y la norma técnica brasileña NTB-13555.
Dado que los bloques no trabajaran solos sino como mampostería, se anexaron pruebas de durabilidad o prueba de campo y de cortante diagonal.

4.5. Pruebas Químicas
Debido a que los BTC una vez utilizados en la construcción tienen la posibilidad de verse expuestos a diversos componentes químicos naturales como acidez, salinidad, entre otros, se realizaron pruebas químicas esenciales que ahora se detallan:
Se determinó la Resistencia a los álcalis a partir de la norma mexicana NOM-052-SEMARNAT-1993 y posterior gravimetría. Para la salinidad se lixivió una porción de sólido y al líquido obtenido

se determinó la concentración de cloruros a partir de la norma mexicana NMX-AA-073-SCFI-2001 y pH con la norma mexicana NMX-AA-008-SCFI-2000. A las soluciones de acíbar y mucílago se les determinó también la concentración de cloruros y pH con las normas anteriores además de la viscosidad por el método de Oswald.

5. Análisis de Resultados: La primera fase, consistió en capturar los datos obtenidos de cada una de las pruebas y vaciarlo al formato correspondiente, luego se elaboró el condensado de datos. Después para el análisis estadístico se seleccionaron las pruebas de varianza y la t de student, para contrastar los grupos. Dicho análisis fue realizado con el programa G Numeric, para posteriormente pasar a la interpretación de los resultados. A continuación se presentan las gráficas de los resultados obtenidos.

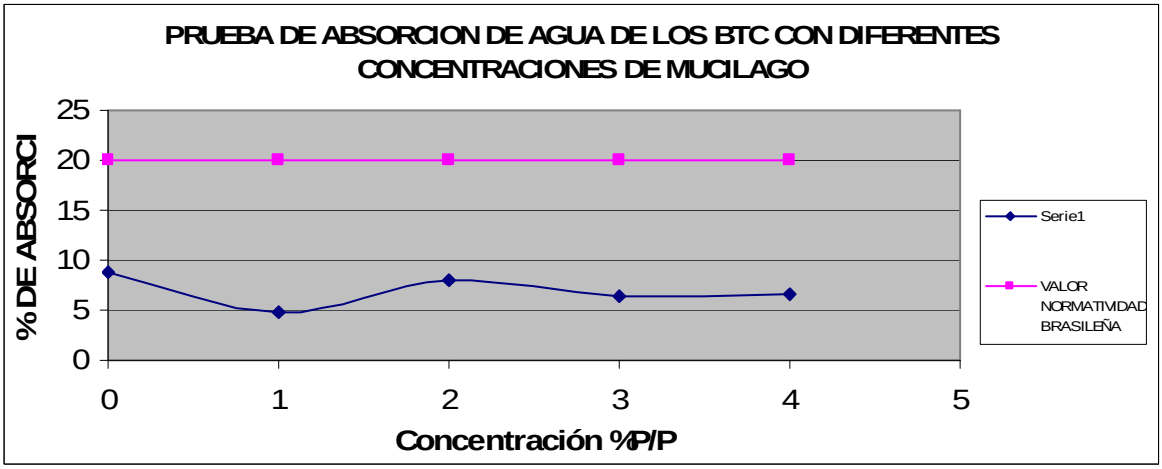
Mucílago de Nopal en bajas concentraciones del 1 al 4%



Gráfica 1 – Resultados de prueba de compresión seca para BTC (según la norma técnica mexicana NMX-C-404-ONNCE-2005)

En la gráfica 1 se puede observar los resultados de la prueba de compresión para BTC en donde se utilizó mucílago de nopal a diferentes concentraciones. Se puede notar que para este caso no se encuentran resultados con diferencia significativa, por lo tanto la producción de BTC con mucílago de nopal a bajas concentraciones (del 1% al 4%) no es recomendable, si lo que se busca es mejorar su resistencia.

La gráfica 2 indica que para las concentraciones experimentadas el porcentaje de absorción de agua está por abajo del valor normativo, sin embargo entre ellas no hay una diferencia significativa.

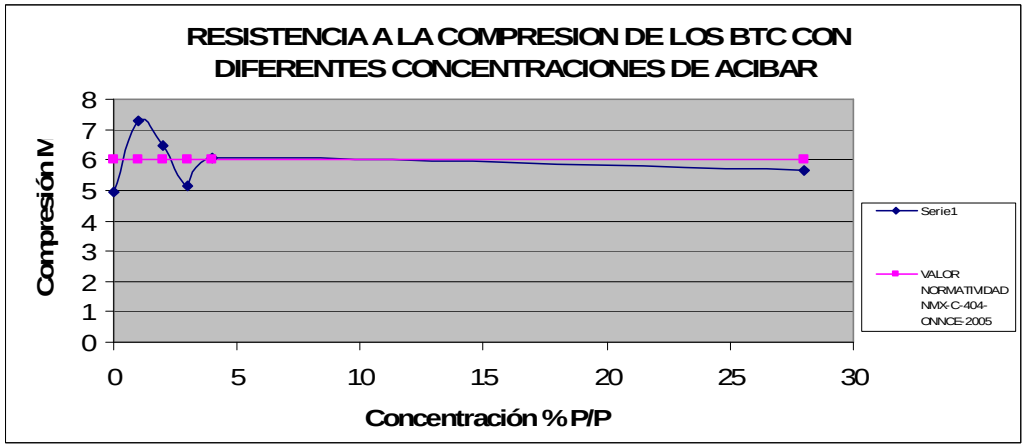


Grafica 2 – Resultados de prueba de absorción de agua para BTC (según la norma técnica mexicana NMX-C-37-ONNCE-2005 para valores normativos y brasileña 13555).

De igual manera para las diferentes pruebas aplicadas como compresión húmeda, abrasión, porosidad y densidad los valores dieron por debajo de los valores normativos para el grupo de BTC de mucilago de baja concentración de 1 a 4%

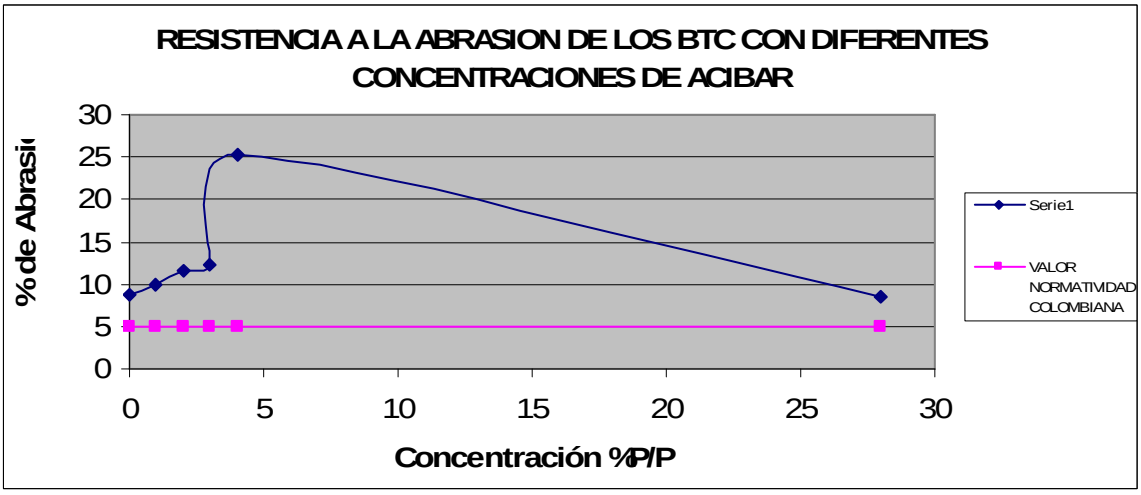
Aloe Vera o Sabila

En la gráfica 3 de BTC con diferentes concentraciones de Sábila, se observa para la compresión seca, los valores están por arriba del valor normativo.



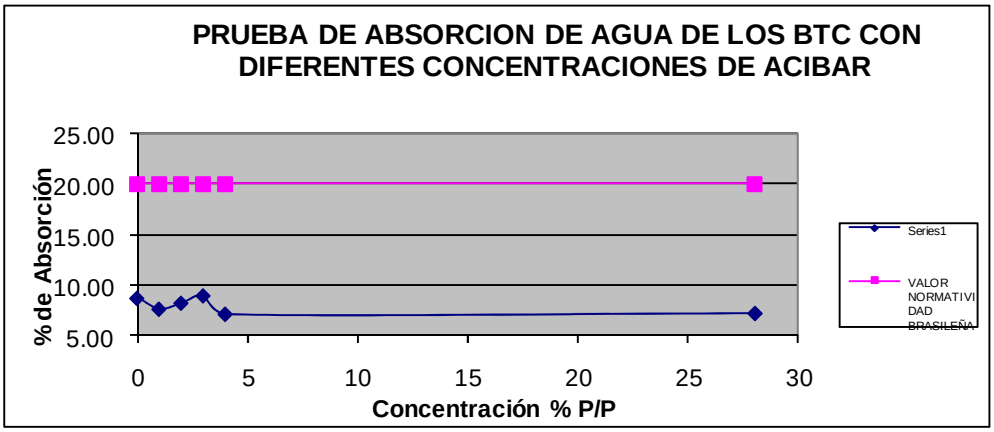
Grafica 3 – Resultado de la prueba de compresión seca de los BTC con acíbar de sábila. (según la norma técnica colombiana NTC-5324/3.4.1)

En la prueba de abrasión el comportamiento de los BTC supera el valor normativo, y comparativamente con los de mucílago la resistencia a la abrasión fue mayor.



Grafica 4 – Resultado de la prueba de abrasión de los BTC con acíbar de sábila. (según la norma técnica colombiana NTC-5324/3.4.3)

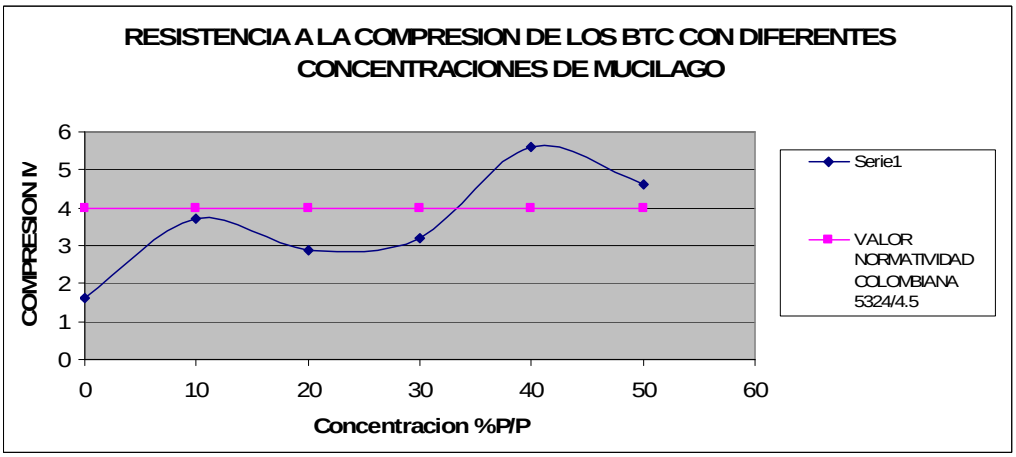
Para la prueba del porcentaje de absorción de humedad de los BTC elaborados con diferentes concentraciones de acíbar de sabila, se observa que el porcentaje de absorción de humedad está muy por abajo del valor normativo.



Grafica 5 – Resultado de la prueba de absorción de agua de los BTC con acíbar de sábila. (según la norma técnica brasileña 13555).

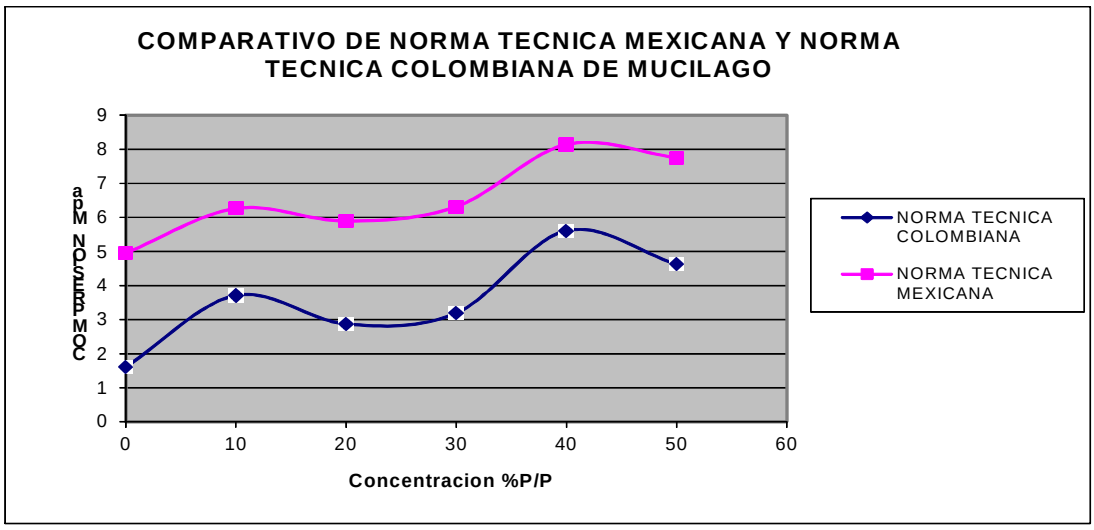
Para la prueba de porosidad se observa un comportamiento similar al de absorción de humedad y muy por debajo del valor normativo.

Mucílago de Nopal en altas concentraciones del 10 al 50%



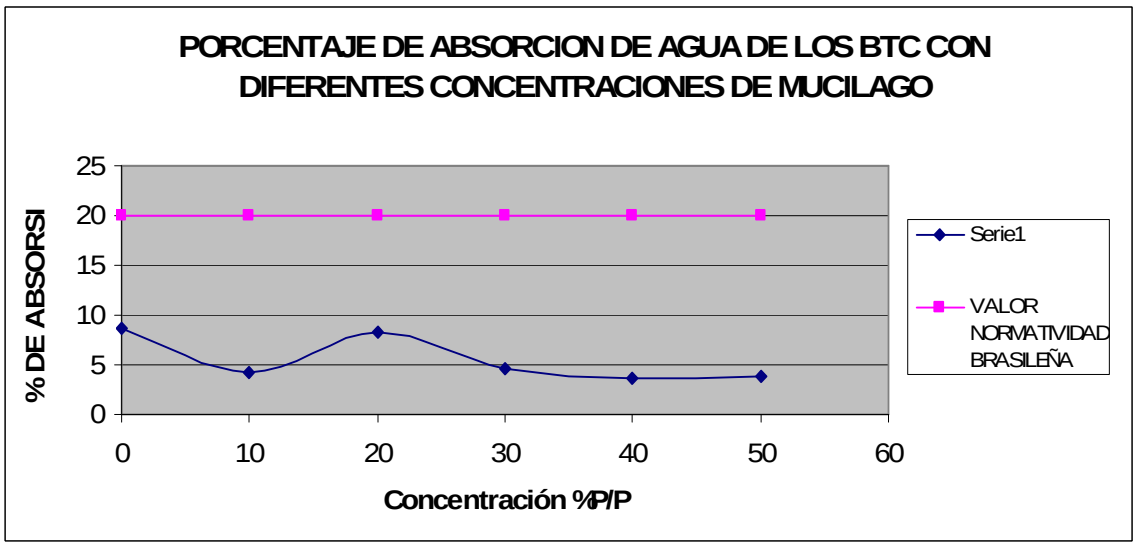
Gráfica 6 – Resultados de prueba de compresión seca para BTC (según la norma técnica colombiana NTC 5324/4.5

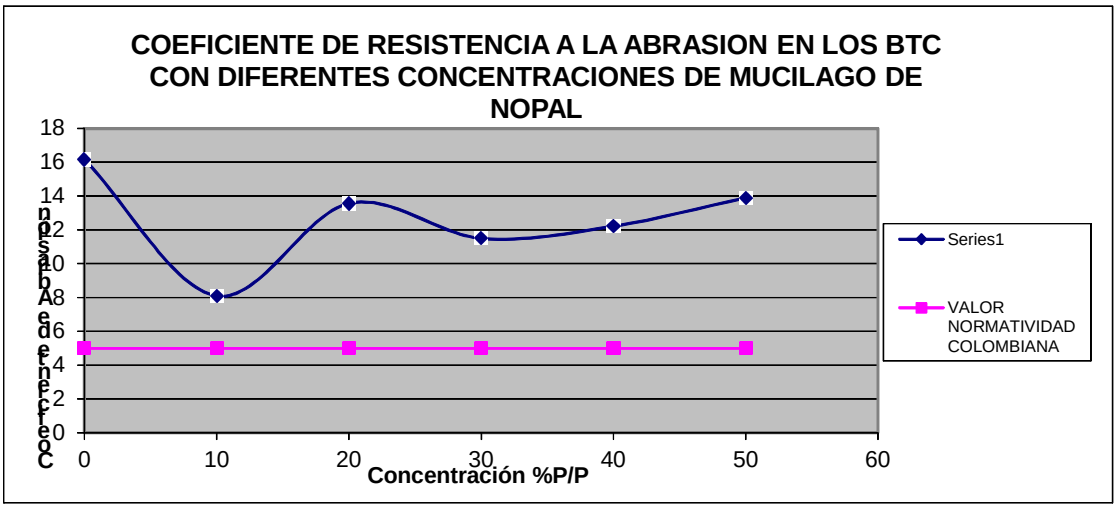
Donde se observa que la concentración del 40% supera el valor normativo.



Gráfica 7-Comparativo de ambas normas

Gráfica 8-Porcentaje de absorción de agua





Gráfica 9-Resistencia a la abrasión

5.1. Sobre las pruebas químicas

La viscosidad de las soluciones de mucílago a 27℃ para la ***Opuntia rastrera*** forrajero fue casi **ochenta veces** más alta que el agua y treinta veces más que el mucílago concentrado de ***Opuntia ficus indica*** (verdura domesticado)

Para las soluciones concentradas de acíbar de sábila se obtuvo una concentración de cloruros de 919 mg/L y pH de 7.87 este pH, (como se verá más adelante, es mayor al de las soluciones de mucílago), a diferencia del agua potable utilizada para la preparación de la solución que fue de 85 mg/L y 7.37 de pH. Se obtuvieron salinidades de 142.5 mg/L a 180.00 mg/L para soluciones de mucílago concentradas, con respecto al pH en todos los casos fue menor de 7 (ácido). Sin embargo, los bloques en general tienen un pH mayor a 7 (básico). La acidez que presenta la solución agua-mucílago se neutralizará durante la mezcla con el suelo alcalino.

El bloque al final es alcalino, no reacciona con agua pero reacciona presentando efervescencia con ácido clorhídrico; esto quiere decir que los bloques deben mantenerse, en lo mayor posible, alejado de los ácidos. Cabe señalar que esta reacción también se presenta con la presencia de carbonatos en la muestra. Sin embargo, los bloques con mucílago, cuando la concentración de éste es del 1%, presenta una mayor resistencia a los ácidos a diferencia de los bloques blanco (sin solución de mucílago); en ambos casos **no sería recomendable exponer los bloques a medios ácidos extremos (como en laboratorios químicos**). Por tanto, debido a las características de los bloques, presentan una mayor resistencia a las bases que a los ácidos, pero para los sistemas habitacionales no parece encontrarse ningún problema con ello.

La concentración de cloruros, en los bloques fabricados, es menor de 10mg/dm^3, para la concentración baja de mucílago (1%) la concentración de cloruros no es perceptible para los métodos utilizados. Puede inferirse por tanto que no se temerá corrosión a objetos debidas a cloruro de sodio al menos a concentraciones de mucílago del 1%.Los bloques fabricados con acíbar tienen concentraciones menores a 10 mg/dm^3 y pH en derredor de 9.7

6.Conclusiones y Recomendaciones:
Para las pruebas de 1 a 4% de mucílago:
En su mayoría no se cumplen las hipótesis para cada una de las pruebas.
Para las pruebas del 10 al 50% de mucílago:
En general el grupo que presentó mejor comportamiento en todas las pruebas fue el de 40% de mucílago, salvo para el caso de la prueba de abrasión.
Para las pruebas de 1 a 4% de sábila:
El grupo de mejor comportamiento fue el de 4%.
Si se compara el grupo del 40% de mucílago contra el de 4% de sábila en las pruebas de compresión seca y absorción de agua, el de mejor comportamiento en ambos casos fue el grupo de 40% de mucílago.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Branga,L., Medeiros, V., et.al. (2008). Terra Brasil 2008. VII Seminario de Construcción con Tierra. II Congreso de Arquitectura y Construcción con Tierra en Brasil. Universidad Estatal de Maranhao y Red Iberoamericana PROTERRA. Brasil.

Bravo-Hollis, H. (1978) Las cactáceas de México, Vol. 1 (2ª. Ed.). México: Universidad Nacional Autónoma de México.

Briccoli, Rovero, et. al (2001). Natural Additives For Improving The Mechanical Properties And Durability Of Adobe Building Material . Materials Engineering. Vol. 12, no. 3, pp. 413-425. Carballo, F., Gonzalez, G., et.al. (2008) Beneficios del nopal en diversas enfermedades. Recuperado el 09/04/2008. Disponible en: www.acmor.org.mx/cuam/2008/235-nopal%20.pdf.

Cárdenas A, Arguelles W. M. and Goycoolea F.M. (1998). On the Possible Role of Opuntia ficus-indica Mucilage in Lime Mortar Performance in the Protection of Historical Buildings. Journal of the Professional Association for Cactus Development. [3]. Recuperado el 29/11/2006. Disponible en: http://www.jpacd.org/contents1998.htm.

Cervantes, R. (2002). Plantas de importancia en las zonas áridas y semiáridas de México. Recuperado el 09/07/2007. En: http://www.tesisenxarxa.net/TDX-1105102-161519/

Chandra, S., Eklund,L.,et.al. (1998) Use of cactus in mortars and concrete, cement and concrete research.

Chiappero, R. O. y Supisiche, M. C. (2003). Arquitectura en tierra cruda: breves consideraciones sobre la conservación y la restauración. Buenos Aires, Argentina: Nobuko.

CIDAC (1991). Vivienda y estabilidad política. Reconcebir las políticas sociales. México. Diana y CIDAC (1-31pp). Consultado el 12/03/07 Disponible en: http://www.cidac.org/vnm/libroscidac/vivienda/Vivienda-Cap1.PDF

CIDOC, SHF (2006). Estado actual de la vivienda en México 2006. México. En: www.shf.gob.mx/file/pdf/EAVM_2006.pdf Recuperado el 2 de enero de 2007.

Flores, V. (2003) Cuadernos Técnicos de la FAO. Comp. Saenz Carmen. Producción industrial de productos no alimentarios. Recuperado el:29/08/2007 en: ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/009/a0534s/a0534s01.pdf

Doat, P., Hays, A., Houben, H., Matuk, S. y Vitoux, F. (1990). Construir con Tierra. Tomo I (C. E. Sánchez y C. A. Ospina, Trads.). Bogotá, Colombia: Fondo Rotario Editorial.

Dollens, D. (2005). Simone Swan: Adobe Building. USA. Sites Books

Domínguez, A. (1998). Centro Experimental y de Investigación para la construcción con materiales y técnicas autóctonas. . Arquitectura de Tierra: Encuentros Internacionales Centro de Investigación Navapalos. Madrid. Ministerio de Fomento. Centro de publicaciones.

Geoffrey Kerali, Anthony (2001). DURABILITY OF COMPRESSED AND CEMENT-STABILISED BUILDING BLOCKS. UK: University of Warwick. Recuperado el 27062007. Disponible en: www.eng.warwick.ac.uk/DTU/pubs/rn/build/agkthesis.pdf -

Hernández Z. y Serrano G, (2003) Use of nopal in the construction industry, en Proceedings IX Mexican and VII International Congress on Knowledge and Use of Nopal. México. Pg. 286.

Hernández, Z., Caballero, B., et al. (2005). Modification of portland cement mortars with cactus gum. Mexico. Articulo enviado por el autor.

Houben, H., Guillard H. (1994) Earth Construction. A comprehensive guide. Great Britain. ITDG publishing.

Maldonado R., L., Rivera G., D. y Vela C., F. (2002). Arquitectura y construcción con tierra. Tradición e Innovación. Madrid, España: Mairea.

Minke, G. (2001). Manual de construcción en Tierra. La Tierra como material de construcción y su aplicación en la arquitectura actual. Uruguay: Nordan-Comunidad.

Masschelein-Kleiner, L. (1995). Ancient binding media, varnishes and adhesives. Roma, Italia: ICCROM.

Mattone, R. (2007). La construcción con Tierra cruda y la Autoconstrucción. Anuario de investigación de Construcción con Tierra y del Diseño Sustentable. UAT, FADU. México.

Maya, E. (2000). Acerca de los programas de auto-construcción de vivienda en México: mitos y realidades. Cuadernos FICA edición especial. México. 14-15pp.

McHenry P. (1996). Adobe: Como construir facilmente. México. Trillas.

Mellace, R. F. (2006). Cartilla del taller de Capacitación: Diseño y Producción de Bloques de Tierra Comprimida. Argentina: CRIATIC.

Minke, G. (2001). Manual de construcción en Tierra. La Tierra como material de construcción y su aplicación en la arquitectura actual. Uruguay: Nordan-Comunidad.

Ortiz F., y Zarate. (2005) De la marginación a la ciudadanía. 38 casos de producción y gestión social del habitat. Habitat International Coalition

Roux G., R. S. (2002). Utilización de ladrillos de adobe estabilizados con cemento Pórtland, tipo I al 6% y reforzado con fibra de coco para muros de carga en Tampico. Tesis doctoral, Universidad de Sevilla, Sevilla, España.

Roux R., Espuna, et.al., (2007). Proceedings Fourth Internacional adobe Conference of the Adobe association of the Southwest. Adobe USA .USA.

Ruzicka, J. (2006). Bloques prensados de tierra ¿resistentes a la humedad? Recuperado el 12 de enero del 2007. Disponible en: http://www.ecosur.org/ecosur_e-magazine/edicion_23_-_octubre_2006/bloques_prensados_de_tierra_%bfresistentes_a_la_humedad?.html

Saenz, C. (2003). Cuadernos Técnicos de la FAO. Comp. Saenz Carmen. Producción industrial de productos no alimentarios. Recuperado el:29/08/2007 en: ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/009/a0534s/a0534s01.pdf

Torres A., y Cano B. (2007). Las bondades del Nopal. Construcción y Tecnología Boletín del IMCYC. Disponible en: http://www.imcyc.com/ct2007/index.htm. Recuperado el: 12/10/2007.

Torres Acosta, A. (2006). Opuntia-Ficus-Indica (Nopal) mucilage as a steel corrosion inhibitor in alkaline media. Journal Of applied electrochemistry 37. Recuperado el: 28/06/2007 En: http://www.springerlink.com/content/1071127421w23176/

UNCHS (1986). Earth construction technology. Nairobi.

CURRICULUM VITAE RESUMIDO

Arquitecta por el ITESM México 1982 Mención Honorífica
Master en Administración de la Construcción 2000 UAT México
Doctorado en Arquitectura con énfasis en Vivienda 2010 UAT México. Mención Honorífica
Catedrático tiempo completo UAT México y Perfil PROMEP
Diversas ponencias en Congresos Internacionales.
Coordinadora de tutorías FADU UAT y Miembro de PROTERRA desde 2005.