

Ezequiel Amézquita Gómez
ID UM29453SMA38028

TEMAS:

Proyecto “variación de la porosidad en carbón vegetal”

NOMBRE DEL CURSO: Processes and techniques in Materials Science and engineering

Fecha: 14 de septiembre de 2014 d.C.
ATLANTIC INTERNATIONAL UNIVERSITY

Índice de contenido

INTRODUCCION.....	3
DESCRIPCION.....	5
GLOSARIO.....	6
POROSIDAD VEGETAL.....	6
FACTORES DETERMINANTES EN LAS CARCATERISTICAS DE POROSIDAD.....	9
DETERMINACION DE LA POROSIDAD ABSOLUTA.....	10
MÉTODOS PARA DETERMINAR LA POROSIDAD ABSOLUTA.....	10
POROSIMETRIA.....	12
CONCLUSIONES.....	14
AGRADECIMIENTOS.....	15
BIBLIOGRAFIA.....	16

INTRODUCCION

El conocimiento de los mecanismos y fenómenos (químicos, físicos, biológicos, etc) usados por la naturaleza¹ para depurar, separar, reciclar los materiales, es el mejor punto de partida para garantizar un desarrollo sostenible, estos fenómenos y mecanismos se utilizaron en el pasado se usan en la actualidad y de seguro en el futuro mantendrán su éxito pasado y actual.

Dentro del folcklore, cultura, tradiciones antiguas existen algunas tecnicas sostenibles(correctas que no han sido transgiversadas o adulteradas) en la solucion de problemas cotidianos, el conocer estas técnicas y examinaralas a la luz de la ciencia permite definir sus posibles beneficios, efectividad y eficiencia de uso.

La separación o clasificación de materiales es una constante necesidad en la biosfera como por ejemplo la purificacion² y mineralizacion³ del agua, es un fenómeno que esta sucediendo ahora, mediante un ciclo continuo que inicio desde que el agua se formo, que se compone pasos, etapas, cada uno imprescindible y diferente, uno de ellos es el filtrado que ocurre en las montañas, mediante las sucesivas capas de materiales porosos de diferentes características que separan el agua, de materiales en suspensión, dejando el agua en un estado mas puro para su posterior mineralización y apta para el consumo de plantas animales y seres humanos.

En el ámbito biológico todos los mamíferos tiene en su anatomía una serie de estructuras o tejidos, como por ejemplo riñones, hígado, fosas nasales, que están encargados de capturar y separa algunos componentes del aire, la sangre o cualquier otro fluido, dentro del cuerpo, que aseguren la estabilidad en las características físicas, la composición química interna de cada fluido y en consecuencia de las funciones biológicas.

Estos mecanismos pueden ser estudiados y adpatados en la industria para mejorar muchos procesos de decantación, clarificación, purificación, sensado⁴ , fabricación que requieren no solo de materias primas estandarizadas u homogéneas, que determinaran la calidad un producto intermedio o final, sino tambien de anular los impactos negativos sobre el medio ambiente y la sociedad, como primer paso para impactar positivamente el medio ambiente y la sociedad.

1 Ferreira, A. M., Mattu, C., Ranzato, E., & Ciardelli, G. (2014). Bioinspired porous membranes containing polymer nanoparticles for wound healing. *Journal of Biomedical Materials Research Part A*.

2 Yong, R. N., Mulligan, C. N., & Fukue, M. (2014). *Sustainable Practices in Geoenvironmental Engineering*. CRC Press.

3 Zhang, Y. Y., Shao, Q. X., Ye, A. Z., & Xing, H. T. (2014). An integrated water system model considering hydrological and biogeochemical processes at basin scale: model construction and application. *Hydrology and Earth System Sciences Discussions*, 11(8), 9219-9279.

4 Edel, Joshua. Albrecht, Tim. Nanopores for Bioanalytical Applications. 1 Ed. RSC Publishing. 2012.Pag32.

Todas las estas razones ponen en evidencia la necesidad de disponer de la capacidad de producir materiales porosos de diferentes características, que sean capaces de seleccionar filtrar, tamizar tanto líquidos como sólidos a fin de poder asegurar composiciones químicas (en consecuencia propiedades físicas y funciones o utilidades) para los productos intermedios o terminados y por su puesto el impacto o consecuencias positivas sobre el ambiente y la sociedad⁵.

Los materiales porosos derivados de productos carbonosos tiene varias ventajas: no son destructivos o contaminantes, no requiere consumo de grandes cantidades de energía, fácil fabricacions, bajos costos de fabricacion, por lo que estan al alcance de la gran mayoría de personas y organizaciones, de países desarrollados como en vias de desarrollo, que para el objetivo de un desarrollo sostenible se puede resumir en una antigua frase:

“Mis ejercitos seran los arboles y animales de los bosques y las aves del cielo”

Carlomagno



Carlos I el Grande

“Carlomagno”

Imagen Cortesía de :faculty-staff.ou.edu

5 Liu, Z., & Chi, Y. (2014, March). Study on A New Ecology Insulating Riser. In International Conference on Material and Environmental Engineering (ICMAEE 2014). Atlantis Press.

DESCRIPCION

Un primer enfoque se obtiene mediante el desarrollo de un glosario y definiciones de los conceptos básicos, para mejorar nuestro enfoque, tanto del objetivo como de los medios y consecuencias.

Se presenta una escala de tamaño comparativa de algunos referentes típicos en los medios porosos como son las moléculas de agua⁶, virus, bacterias, etc. siendo importantes debido a su ingerencia en el bienestar y supervivencia de los seres vivos, sin olvidar su importancia en el campo energético⁷

Se presentan un resumen los factores que influyen el tamaño de la porosidad y muy seguramente de la morfología de los poros, así como los principales métodos para medir su volumen que es un importante factor en la caracterización de membranas y materiales porosos, por lo que se desarrolla un experimento para medir de manera aproximada la porosidad de un material de origen vegetal (cuya materia prima es la celulosa), esto con el fin de entender todas las implicaciones de la porosidad en un material compuesto.

El panorama actual, futuro de disponibilidad de agua superficial potable, muestra una necesidad imperativa de que las comunidades y sociedades tengan un conocimiento, técnicas simples y efectivas en la descontaminación del agua de consumo inmediato, directo, indirecto, tardío, etc. así como la descontaminación del aire.

“Uno de los problemas más alarmantes que encara el mundo de hoy es conseguir suficiente agua potable para todos los habitantes del planeta. Con demasiada frecuencia, donde hace falta agua, lo que hay son armas”

Ban ki-moon



“Ban ki-moon”
Imagen Cortesía de :
faculty-staff.ou.edu

6 Miller, D. J., Paul, D. R., & Freeman, B. D. (2014). An improved method for surface modification of porous water purification membranes. *Polymer*, 55(6), 1375-1383.

7 Wu, X., Scott, K., Xie, F., & Alford, N. (2014). A reversible water electrolyser with porous PTFE based OH⁻ conductive membrane as energy storage cells. *Journal of Power Sources*, 246, 225-231.

GLOSARIO

Tamiz: Proviene del latín tamisium (utensilio redondo, que en el fondo tiene una malla muy fina, por donde el polvo grueso no puede pasar) a través del francés tamis.

Absorción⁸: proceso de separar componentes dentro de un gas, mediante un líquido.

Adsorción: proceso físico de separar átomos, iones, moléculas, de un fluido por contacto con una superficie sólida.

Surfactantes: Anglicismo abreviado de agente activo de superficie (Surface active agent), en español el término equivalente es tenso-activos, que son compuestos que alteran el comportamiento de la tensión superficial.

Poros: proviene del griego πόρος (camino, pasaje, estrecho), a través del latín porus.

Permeable: se deriva del latín permeabilis (que deja pasar fluido a través)

Per-	mutable	-able
A través de, por completo	cambiar	Que puede

POROSIDAD VEGETAL.

En términos generales los materiales porosos que usualmente, son estudiados en la ingeniería de materiales son inertes⁹, es decir que no son activos internamente, los materiales vegetales en cambio son activos, y funcionan como un dispositivo programado, para casi todas las circunstancias pudiendo por ejemplo, a través de su estructura bloquear el paso a virus y otros patógenos peligrosos para animales y seres humanos.

Dentro de la estructura de las plantas y árboles, la nano-porosidad y meso-porosidad son parte esencial en las reacciones químicas de síntesis de glucosa, y de celulosa, así como de las reacciones químicas de transpiración, que son controladas al 100% de efectividad a tal punto que las plantas son capaces de cumplir con todas las funciones con una maquinaria simple basada en nano-porosidad y meso-porosidad.

Lo más interesante del hecho es el tamaño de un virus biológico, supera al de una molécula de agua 1000 veces, y sin embargo las moléculas de agua tienen libre acceso a la estructura de los vegetales.

8 Furukawa, H., Gándara, F., Zhang, Y. B., Jiang, J., Queen, W. L., Hudson, M. R., & Yaghi, O. M. (2014). Water Adsorption in Porous Metal–Organic Frameworks and Related Materials. *Journal of the American Chemical Society*, 136(11), 4369-4381.

9 Wahid, S. (2014). Novel Catalytic Material with Enhanced Heterogeneous Contacting Efficiency for VOC Removal at Ultra-short Contact Time.

objeto	nm
<p>virus</p>	<p>10 – 100</p>
<p>Molécula de agua</p>	<p>0,09</p>

En los vegetales todas las morfologías y topologías son la principal herramienta en el funcionamiento vegetal, así como los sistemas selectivos, que funcionan como puertas u válvulas que se abren o cierran, basados en sensores químicos, impulsados por el combustible más eficiente la glucosa, contenido en la savia, que es fruto del almacenamiento de la energía solar¹⁰.

Los agentes patógenos¹¹ son el principal objetivo de las membranas, medio porosos, sistemas de filtración, ya que se constituyen en barreras para controlar o eliminar su propagación¹².

10 TARDÁGUILA, R. D. (2014). La biomasa como recurso energético: EN Energías y cambio climático. Ediciones Universidad de Salamanca.
 11 Sánchez Huerta, C. L. (2014). Comparación de la Eficiencia de Dos Sistemas de Nanofiltración en la Remoción de Microcontaminantes Orgánicos Presentes en el Agua Residual del Valle de México.
 12 Germán, P. C. N., Alberto, B. A. L., Segura, N., Edith, M., & Guadalupe, E. B. G. SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DEL COMPUESTO TITANIA-ÓXIDO DE VANADIO PARA SU APLICACIÓN COMO MATERIAL ANTIBACTERIAL.

Las fuentes vegetales tiene varias ventajas como por ejemplo: renovabilidad, contenido de carbono, belleza, aportes benéficos al suelo, insectos, seres vivos, razones por las cuales en los últimos años ha sido el material preferido para desarrollar nuevos nano y meso materiales.

Todas estas condiciones los hacen potencialmente viables, para controlar o anular la interacción de los contaminantes¹³ con la fase sólida, líquida, y gaseosa de la materia en la biosfera, por ejemplo, en los procesos de adsorción.

Desde el año 2001 el desarrollo de los nanomateriales, basados en materias primas carbonosas se ha convertido en una línea de trabajo e investigación¹⁴ multidisciplinaria, que a diario atrae más la atención, en todos los sectores de la actividad humana en todo el planeta.

(b) Carbon-based nanomaterials

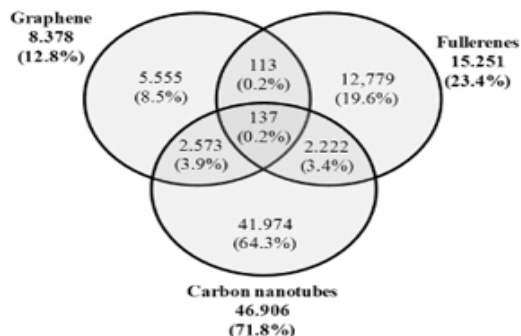


Figure 4. Diagram of publications obtained from crossing the search expression results in the database. Source: Science Citation Index Expanded/Web of Science.

Imagen cortesía de: science citation index expanded

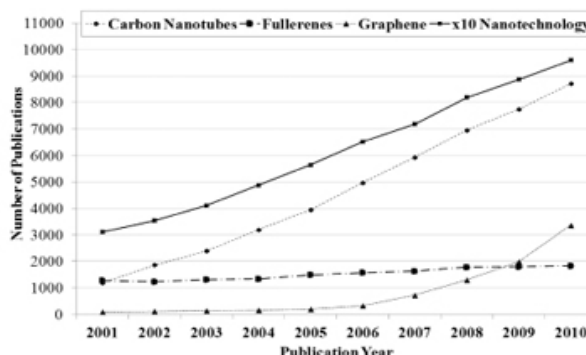


Figure 5. Progress of carbon-based nanomaterials publications from 2001 to 2010. Source: Science Citation Index Expanded/Web of Science.

Imagen cortesía de: science citation index expanded

Un material nano poroso normal atrapa las partículas más grandes en su estructura y deja pasar las más pequeñas, pero en el caso de los vegetales, son capaces de bloquear activamente determinadas geometrías y tamaños, siendo un muro de defensa de la salud o supervivencia, de los demás seres vivos.

13 Olmo Saéz, H. (2014). Transport de nanopartículas en medi porós.

14 Milanez, D.H., Schiavi M.T., et al. "Development of carbon-based nanomaterials indicators using the analytical tools and data provided by the web of science database". *Materials Research*. vol.16 no.6. Aug13, 2013

FACTORES DETERMINANTES EN LAS CARACTERÍSTICAS DE POROSIDAD

La morfología y dimensiones([2 ,20] nm) de la estructura porosa en la madera varían de acuerdo a la clase de árbol y especie¹⁵, así como las variables de proceso (a temperatura, presión, catalizadores, tiempo, humedad) del proceso¹⁶ de obtención (pirólisis, activación) siendo necesario una caracterización multi-variable específica para cada tipo específico de materia prima.

A pesar de controlar todos estos factores el carbón vegetal siempre tendrá una variada escala de diámetro de conductos¹⁷ y por lo tanto de poros, por lo que obtener un material con un tamaño fijo de poro es infactible, además la existencia de conductos de mayor tamaño tiene ventajas en la eficiencia del proceso de filtrado¹⁸. La superficie interna y la porosidad efectiva se derivan propiedades importantes como grandes superficies de contacto en pequeños volúmenes, que tiene aplicaciones en el campo agrícola, eléctrico y electrónico¹⁹.

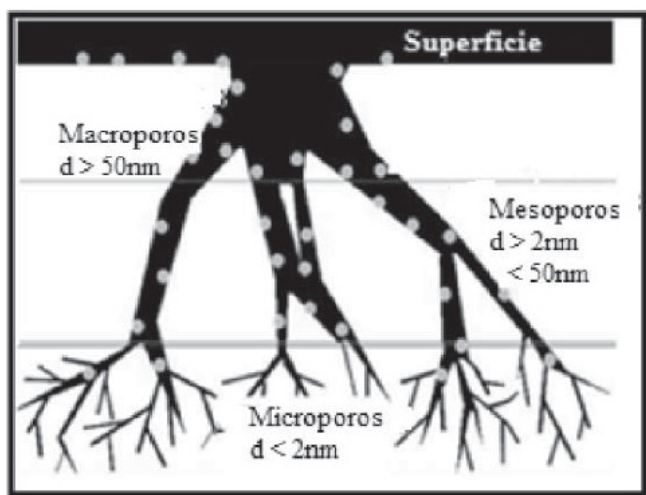
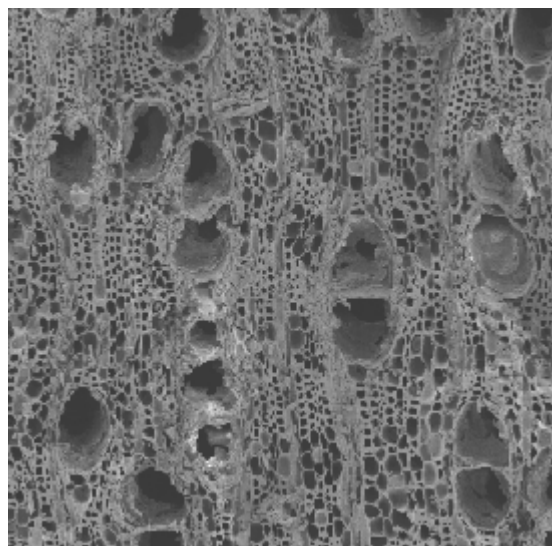


Figura 1. Tipo de poros formados en el carbón activado.

Vista interior

Imagen Cortesía de: scielo.org.co



Vista superior

Imagen Cortesía de: scielo.org.co

- 15 Buitrago, B., López, I., & Ayala, O. (2014). CARACTERIZACIÓN DE ESPECIES MADERABLES (ROBLE, TECA Y CHANUL) ANTES Y DESPUÉS DE DIFERENTES CONDICIONES DE TRATAMIENTO TÉRMICO. *Revista Colombiana de Materiales*, (5), 58-65.
- 16 Min, Z., Guoqi, Y., & Wenbiao, Z. (2011). Analysis of the Effect of Carbonization Conditions on Bamboo Fiber Charcoal Pore Structure. *World Bamboo and Rattan*, 6, 011.
- 17 Lee, J. S., Joo, S. H., & Ryoo, R. (2002). Synthesis of mesoporous silicas of controlled pore wall thickness and their replication to ordered nanoporous carbons with various pore diameters. *Journal of the American Chemical Society*, 124(7), 1156-1157.
- 18 Endo, M., Matumoto, S., Nakagawa, M., & Shimizu, K. (1997). U.S. Patent No. 5,681,463. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- 19 Zhai, Y., Dou, Y., Zhao, D., Fulvio, P. F., Mayes, R. T., & Dai, S. (2011). Carbon materials for chemical capacitive energy storage. *Advanced Materials*, 23(42), 4828-4850.


DETERMINACION DE LA POROSIDAD ABSOLUTA

Como magnitud física²⁰ la porosidad absoluta es una medida escalar, relativa a un gas de referencia (aire) se expresa en % relativo al gas, normalmente tiene 3 componentes tipicos

Conectada (efectiva)	No conectada (No interconectada)
Son los espacios que pueden contener fluidos debido a que se comunican directa o indirectamente con la superficie	Son los espacios que no pueden contener fluidos, debido a que se comunican con la superficie

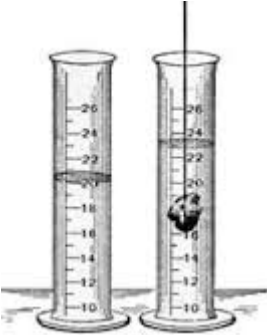
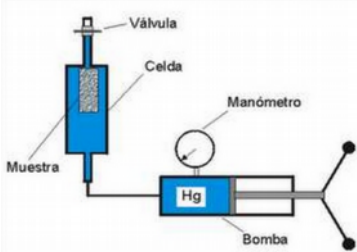
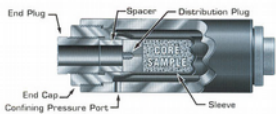
MÉTODOS PARA DETERMINAR LA POROSIDAD ABSOLUTA

En el objetivo de medir la porosidad absoluta²¹ existen 2 clases de ensayos (destructivos, no destructivos), los ensayos destructivos tienen la desventaja de no permitir repetir los ensayos para verificar el procedimiento, los ensayos no destructivos no tiene esta desventaja, por lo que se hace énfasis en este tipo de procedimientos que se puede resumir en la siguiente tabla:

Descripción	Principios físicos aplicados	procedimiento	ventajas	desventajas
Expasión de helio	De boyle equilibrio	 <p>Porosimetro Helio de volumen y presión conocidas, se hace expandir en el interior del material poroso hasta que la presión se estabiliza.</p>	No destructivo, rápido, preciso porque, el helio tiene mínima adsorción	Requiere calibración precisa de instrumentos, influencia de presión y temperaturas exteriores el helio no es de facil acceso

20 Sobott, R., Bente, K., & Kittel, M. (2014). Comparative porosity measurements on ceramic materials. The Old Potter's Almanack, 19(1), 18-25.

21 Parra Soto, J. B. (2013). Determinación de la textura porosa de sólidos a partir de isothermas de adsorción-desorción: extensión y estudio comparativo de los métodos de cálculo numérico.

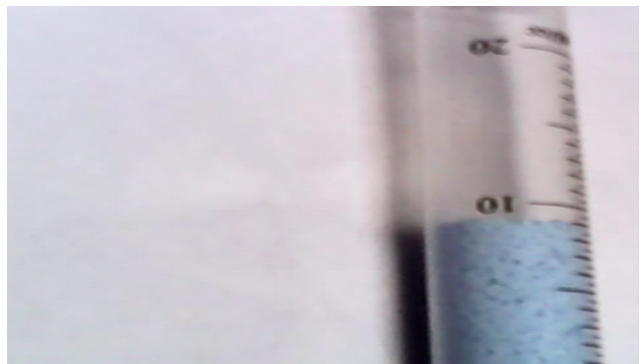
<p>Inmersión en mercurio</p>	<p>Hidrostática principio de Arquímedes equilibrio gravedad</p>	 <p>Se sumerge la muestra en un depósito de mercurio, de volumen conocido y densidad conocida, se mide el volumen desplazado de mercurio.</p>	<p>No destructivo preciso</p>	<p>Retención o captura de aire causa errores el mercurio es tóxico</p>
<p>Desplazamiento volumétrico</p>	<p>Gradiente de presión ley de Boyle equilibrio</p>	 <p>Una bomba inyecta mercurio²² en la muestra</p>	<p>Mediciones rápidas</p>	<p>el mercurio es tóxico la muestra queda contaminada con mercurio²³ Retención o captura de aire causa errores</p>
<p>Desplazamiento volumétrico con esfuerzo restrictivo</p>	<p>Gradiente de presión equilibrio ley de Boyle</p>	<p>RCH SERIES —HASSLER TYPE CORE HOLDERS</p>  <p>Dentro de una celda Hassler un mecanismo inyecta líquido a presión</p>	<p>Permite medidas precisas</p>	

22 Saldarriaga, J. F., Pablos, A., Aguayo, A. T., Zarraga, R. A., & Aurrecoetxea, M. O. (2014). Determinación de la densidad de partícula mediante porosimetría de mercurio para el estudio fluidodinámico de biomasa en lechos móviles. *Avances en Ciencias e Ingeniería*, 5(2), 63-71.

23 Ruiz Jumbo, L. F., & Santana Torres, P. A. (2012). Determinación del diámetro de las gargantas porales y presiones capilares usando el Equipo de Presión Capilar con picnómetro de Mercurio para la caracterización del reservorio Arenisca U del campo Auca, mediante pruebas de Laboratorio (Doctoral dissertation, QUITO/EPN/2012).

POROSIMETRIA

Para medir aproximadamente la porosidad conectada o efectiva de la muestra de carbón vegetal se emplea el método de inmersión con el uso sustancias inertes, re-utilizables, y ecológicas²⁴ de acuerdo al siguiente procedimiento. El carbón vegetal es un material compuesto de 2 fases²⁵ (carbono y aire) y de densidad menor a la del agua, por esta razón inicialmente flota sobre el agua. Debido a sus características absorbentes el aire contenido en su interior lentamente comienza a liberarse en pequeñas burbujas, permitiendo el ingreso del agua²⁶, y es entonces que la muestra amorfa se precipita al fondo.



Para medir el volumen de la masa amorfa se utiliza sílice pigmentada con tamaño de partícula (0,1mm), mayor al de los poros superficiales del carbón lo que permite tener una medida aproximada del volumen de sílice que desplaza el carbón vegetal²⁷, la medida inicial de sílice pigmentada es de 9cm³. Al adicionar la muestra amorfa de carbón vegetal y agitar hasta que la sílice pigmentada cubre la muestra la medida de volumen sube hasta 9,5 cm³. El volumen aproximado de la muestra amorfa de carbón vegetal es de 0,5cm³.

Si se utilizan polvos de menor granulometría, inclusive mesométrica²⁸, se podrá medir con mayor exactitud el volumen de la muestra.

24 Karhu, K., Mattila, T., Bergström, I., & Regina, K. (2011). Biochar addition to agricultural soil increased CH₄ uptake and water holding capacity—Results from a short-term pilot field study. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 140(1), 309-313.

25 VOGEL, E., & WOLF, F. (2012). Características del carbón vegetal en algunas especies madereras del noreste de México. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 11(59).

26 Dugan, E., Verhoef, A., Robinson, S., & Sohi, S. (2010, August). Bio-char from sawdust, maize stover and charcoal: Impact on water holding capacities (WHC) of three soils from Ghana. In 19th World Congress of Soil Science, Symposium (Vol. 4, No. 2, pp. 9-12).

27 Karhu, K., Mattila, T., Bergström, I., & Regina, K. (2011). Biochar addition to agricultural soil increased CH₄ uptake and water holding capacity—Results from a short-term pilot field study. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 140(1), 309-313.

28 Cho, Y. S., Kim, Y. K., Kim, S. H., Lim, D. C., Lee, J. G., Baek, Y. K., & Yi, G. R. (2014). Spherical meso-macroporous silica particles by emulsion-assisted dual-templating. *Materials Express*, 4(2), 91-104.



Para medir la cantidad de aire dentro del carbón vegetal se usa agua destilada dentro de una probeta patronada (en cm³) con una medida inicial de 10cm³. La lectura de volumen se ubica en 10,03cm³

De los resultados experimentales se pueden resumir en la siguientes tablas:

Fase	nombre	Composición	Volumen [cm ³]	Densidad [gr/cm ³]	masa [gr/cm ³]
solida	carbón	C,H,O	0,45	0,226	0,1017
gaseosa	Cavidades accesibles	N,O	0,03	0,00129	0,000038
gaseosa	Cavidades no accesibles	N,O, H	0,02	0,00129	0,000025
compuesto	Carbón vegetal	C,H,N,O	0,5	0,203529	0,101764

Porosidad	Conductos:	%
Efectiva (inter-conectada)	que permitieron la entrada de agua	6
No efectiva	Cerrados o que no permitieron la entrada de agua	4
absoluta	Que pueden contener gases	10

La porosidad efectiva del carbon vegetal es un factor basico, en la determinacion de sus posibles usos y aplicaciones²⁹, por lo que las mediciones de tamaños de poro maxima y minima son importantes.

29 VALAREZO MANOSALVAS, C. A. R. L. O. S., VALAREZO MANOSALVAS, C. A. R. L. O. S., MAZA CHAMBA, H. E. C. T. O. R., MAZA CHAMBA, H. E. C. T. O. R., CHAMBA TACURI, C. N., CHAMBA TACURI, C. N., ... & GONZALEZ, R. (2010). CRITERIOS EN LA INSTALACION DE LOS EXPERIMENTOS Y CARACTERIZACION DE LOS SITIOS DEL PROYECTO" GESTION DE LA FERTILIDAD DEL SUELO CON ENMIENDAS DE CARBON VEGETAL EN PLANTACIONES DE ARBOLES MADERABLES EN EL SUR DE LA AMAZONIA ECUATORIANA".

CONCLUSIONES

Las separación de los componentes de líquidos gaseosos y hasta sólidos, son más sencillas mediante la aplicación o uso de filtros o tamices con porosidades efectivas, de escalas nanométricas y micro-métricas, ideales para la purificación de aire³⁰, refrigeración³¹.

La clasificación o selección de los materiales, en el planeta dependen de los minerales y los vegetales, y la calidad de los materiales alimenticios es exclusivo de los vegetales..

La simulación y modelado de todos los fenómenos ocurridos en los medios porosos, es de gran importancia ya que todas las reacciones químicas depende en gran medida del área de contacto, que los medios porosos poseen en grandes medidas

la investigación en el funcionamiento de los medios porosos, es un requisito fundamental para entender, las leyes de este nuevo universo microscópico, y aporta sólidas bases en el diseño de experimentos y el análisis de los resultados de la experimentación.

La caracterización de la porosidad es el primer paso para entender las características tanto micro-estructurales, como macro-estructurales.

El tamizado molecular es un proceso fundamental en todo lugar donde deba existir y permanecer la vida³², gracias a este sencillo procedimiento, los ciclos naturales garantizan estabilidad en la composición y propiedades de los productos de transición dentro del ciclo.

Los medios porosos influyen en las reacciones químicas en los procesos físicos a tal grado que pueden determinar si estos suceden o se inhiben.

El reino vegetal, es un modelo a estudiar imitar o seguir en el campo de la filtración y selección de compuestos, ya que todos sus procesos y reacciones son altamente eficientes y energéticamente viables debido al empleo de la energía solar.

La meso y nano porosidad son la base para el estudio de los micro-fluidos, otro importante fenómeno físico que en la actualidad está teniendo múltiples aplicaciones, desde la medicina hasta la informática

30 HERNÁNDEZ GARRIDO, S. E. R. G. I. O. (2012). DISEÑO DE UN PURIFICADOR DE AIRE, PARA LA REDUCCIÓN DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL EN INTERIORES (Doctoral dissertation).

31 Monsalve Rueda, O., & Bautista Ruiz, J. M. (2013). Diseño, construcción y prueba de un sistema de refrigeración por adsorción solar.

32 Masiello, C., Brewer, C., Dugan, B., Liu, Z., Gonnermann, H., Zygourakis, K., ... & Pyle, L. (2014, May). Charcoal's physical properties are key to understanding its environmental behavior. In EGU General Assembly Conference Abstracts (Vol. 16, p. 13651).

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa su deuda agradecimiento a todos los hombres y mujeres de ciencia, personas y organizaciones que escudriñan la historia de la civilización, las ciencias y en especial a:

nombre	Dirección www
bentham science	benthamscience.com
International Scientific Publications	scientific-publications.net
Elsevier Publications, Inc.	elsevier.com
DEStech Publications, Inc.	destechpub.com
PLOS ONE Journal Information	plosone.org
Sociedad de científicos americanos	scientificamerican.com
Multidisciplinary Digital Publishing Institute	mdpi.com
Research gate	researchgate.net
Scientific publication data	pubfacts.com
Main Science and Technology Indicators (MSTI)	www.oecd-ilibrary.org
Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE)	oecd.org
Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)	cepal.org

BIBLIOGRAFIA

- Advances in Materials Science Research: Wythers, Maryann C., Nova Science. 2011,
- Buitrago, B., López, I., & Ayala, O. (2014). CARACTERIZACIÓN DE ESPECIES MADERABLES (ROBLE, TECA Y CHANUL) ANTES Y DESPUÉS DE DIFERENTES CONDICIONES DE TRATAMIENTO TÉRMICO. *Revista Colombiana de Materiales*, (5), .
- Cho, Y. S., Kim, Y. K., Kim, S. H., Lim, D. C., Lee, J. G., Baek, Y. K., & Yi, G. R. (2014). Spherical meso-macroporous silica particles by emulsion-assisted dual-templating. *Materials Express*, 4(2).
- Dugan, E., Verhoef, A., Robinson, S., & Sohi, S. (2010, August). Bio-char from sawdust, maize stover and charcoal: Impact on water holding capacities (WHC) of three soils from Ghana. In 19th World Congress of Soil Science, Symposium (Vol. 4, No. 2).
- Edel, Joshua. Albrecht, Tim. *Nanopores for Bioanalytical Applications*. 1 Ed. RSC Publishing. 2012.
- Endo, M., Matumoto, S., Nakagawa, M., & Shimizu, K. (1997). U.S. Patent No. 5,681,463. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- Ferreira, A. M., Mattu, C., Ranzato, E., & Ciardelli, G. (2014). Bioinspired porous membranes containing polymer nanoparticles for wound healing. *Journal of Biomedical Materials Research Part A*.
- Furukawa, H., Gándara, F., Zhang, Y. B., Jiang, J., Queen, W. L., Hudson, M. R., & Yaghi, O. M. (2014). Water Adsorption in Porous Metal–Organic Frameworks and Related Materials. *Journal of the American Chemical Society*, 136(11).
- Germán, P. C. N., Alberto, B. A. L., Segura, N., Edith, M., & Guadalupe, E. B. G. SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DEL COMPUESTO TITANIA-ÓXIDO DE VANADIO PARA SU APLICACIÓN COMO MATERIAL ANTIBACTERIAL.
- Handbook of Material Science Research: Turcotte, Eugene, et al , Nova Science Publishers. 2010
- HERNÁNDEZ GARRIDO, S. E. R. G. I. O. (2012). DISEÑO DE UN PURIFICADOR DE AIRE, PARA LA REDUCCIÓN DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL EN INTERIORES (Doctoral dissertation).
- Innovation in Materials Science : Nadagouda, M.; Trans Tech Publications. 2012,
- Karhu, K., Mattila, T., Bergström, I., & Regina, K. (2011). Biochar addition to agricultural soil increased CH₄ uptake and water holding capacity—Results from a short-term

pilot field study. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 140(1).

Lee, J. S., Joo, S. H., & Ryoo, R. (2002). Synthesis of mesoporous silicas of controlled pore wall thickness and their replication to ordered nanoporous carbons with various pore diameters. *Journal of the American Chemical Society*, 124(7).

Liu, Z., & Chi, Y. (2014, March). Study on A New Ecology Insulating Riser. In *International Conference on Material and Environmental Engineering (ICMAEE 2014)*. Atlantis Press.

Masiello, C., Brewer, C., Dugan, B., Liu, Z., Gonnermann, H., Zygourakis, K., ... & Pyle, L. (2014, May). Charcoal's physical properties are key to understanding its environmental behavior. In *EGU General Assembly Conference Abstracts (Vol. 16)*.

Milanez, D.H., Schiavi M.T., et al. "Development of carbon-based nanomaterials indicators using the analytical tools and data provided by the web of science database". *Materials Research*. vol.16 no.6. Aug13, 2013

Miller, D. J., Paul, D. R., & Freeman, B. D. (2014). An improved method for surface modification of porous water purification membranes. *Polymer*, 55(6).

Min, Z., Guoqi, Y., & Wenbiao, Z. (2011). Analysis of the Effect of Carbonization Conditions on Bamboo Fiber Charcoal Pore Structure. *World Bamboo and Rattan*, 6, 011.

Monsalve Rueda, O., & Bautista Ruiz, J. M. (2013). Diseño, construcción y prueba de un sistema de refrigeración por adsorción solar.

Olmo Saéz, H. (2014). Transport de nanopartícles en medi porós.

Parra Soto, J. B. (2013). Determinación de la textura porosa de sólidos a partir de isotermas de adsorción-desorción: extensión y estudio comparativo de los métodos de cálculo numérico.

Ruiz Jumbo, L. F., & Santana Torres, P. A. (2012). Determinación del diámetro de las gargantas porales y presiones capilares usando el Equipo de Presión Capilar con picnómetro de Mercurio para la caracterización del reservorio Arenisca U del campo Auca, mediante pruebas de Laboratorio (Doctoral dissertation, QUITO/EPN/2012).

Saldarriaga, J. F., Pablos, A., Aguayo, A. T., Zarraga, R. A., & Aurrecoetxea, M. O. (2014).

Determinación de la densidad de partícula mediante porosimetría de mercurio para el estudio fluidodinámico de biomasa en lechos móviles. *Avances en Ciencias e Ingeniería*, 5(2).

Sánchez Huerta, C. L. (2014). Comparación de la Eficiencia de Dos Sistemas de

Nanofiltración en la Remoción de Microcontaminantes Orgánicos Presentes en el Agua Residual del Valle de México.

Sobott, R., Bente, K., & Kittel, M. (2014). Comparative porosity measurements on ceramic materials. *The Old Potter's Almanack*, 19(1).

TARDÁGUILA, R. D. (2014). La biomasa como recurso energético: EN Energías y cambio climático. Ediciones Universidad de Salamanca.

VALAREZO MANOSALVAS, C. A. R. L. O. S., VALAREZO MANOSALVAS, C. A. R. L. O. S., MAZA CHAMBA, H. E. C. T. O. R., MAZA CHAMBA, H. E. C. T. O. R., CHAMBA TACURI, C. N., CHAMBA TACURI, C. N., ... & GONZALEZ, R. (2010). CRITERIOS EN LA INSTALACION DE LOS EXPERIMENTOS Y CARACTERIZACION DE LOS SITIOS DEL PROYECTO" GESTION DE LA FERTILIDAD DEL SUELO CON ENMIENDAS DE CARBON VEGETAL EN PLANTACIONES DE ARBOLES MADERABLES EN EL SUR DE LA AMAZONIA ECUATORIANA".

VOGEL, E., & WOLF, F. (2012). Características del carbón vegetal en algunas especies madereras del noreste de México. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 11(59).

Wahid, S. (2014). Novel Catalytic Material with Enhanced Heterogeneous Contacting Efficiency for VOC Removal at Ultra-short Contact Time.

Wu, X., Scott, K., Xie, F., & Alford, N. (2014). A reversible water electrolyser with porous PTFE based OH⁻ conductive membrane as energy storage cells. *Journal of Power Sources*.

Yong, R. N., Mulligan, C. N., & Fukue, M. (2014). Sustainable Practices in Geoenvironmental Engineering. CRC Press.

Zhai, Y., Dou, Y., Zhao, D., Fulvio, P. F., Mayes, R. T., & Dai, S. (2011). Carbon materials for chemical capacitive energy storage. *Advanced Materials*, 23(42).

Zhang, Y. Y., Shao, Q. X., Ye, A. Z., & Xing, H. T. (2014). An integrated water system model considering hydrological and biogeochemical processes at basin scale: model construction and application. *Hydrology and Earth System Sciences Discussions*, 11(8).