

Obtención del Carbón Activado Artesanal y de Laboratorio a partir del Olote o Tusa de maíz para la reducción de color de Aguas Residuales de la Hilandería Guijarro, Cantón Guano

Ing. N. Torres-Tapia*

*Escuela de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería,
Universidad Nacional de Chimborazo. Ecuador*

Resumen: El presente trabajo de investigación realizado con las aguas residuales procedentes de la Hilandería Guijarro, Cantón Guano, con el fin de dar una solución a la problemática de la contaminación que originan estas aguas, debido a que no son tratadas adecuadamente antes de ser descargadas a los lechos de los ríos.

En el proceso de caracterización del olote o tusa de maíz se obtuvo en la trituración diferentes tamaños de partícula los cuales se utilizaron para realizar Carbón Activado de laboratorio y artesanal a partir del olote o tusa de maíz.

Se buscó un mecanismo alternativo para lo cual en vez de utilizar la tusa de diferentes tamaños, hacerla carbón activado utilizando todos los tamaños de la tusa en el laboratorio, lo cual es un procedimiento fácil porque se utilizan reactivos en pequeñas cantidades como es el Ácido Fosfórico y los materiales son utensilios básicos que se encuentran en todo laboratorio como son: crisoles, pipetas, pera, probeta, balón, el problema específico es que los crisoles que se ocuparon para realizar el carbón activado de laboratorio. El Carbón Activado artesanal se lo realizó a campo abierto en una cocina de leña para abrir su estructura porosa rudimentaria, tanto el carbón activado de laboratorio como el artesanal aumentando el volumen de poros y la superficie específica, dando así una mayor absorción del color.

El Olote o Tusa de Maíz obtuvo una reducción de color del 50,72% de color, a partir de este porcentaje de reducción se procedió a realizar Carbón Activado de Olote o Tusa de Maíz y obteniendo Carbón Activado Artesanal de Olote o Tusa de Maíz el cual fue eficiente en un 59,42% de color con el Carbón Activado Artesanal y de hasta un 78,63% de color con el Carbón Activado de Laboratorio, para lo cual la mejor aplicabilidad del olote o tusa de maíz como lecho filtrante se debería dar como un proceso individual para cada color, con lo cual se pretende eliminar el impacto visual que se genera al momento de descargar el efluente al lecho del río Guano.

INTRODUCCIÓN

La cantidad de agua empleada en los procesos textiles, varía en forma considerable, dependiendo del proceso específico y del equipamiento utilizado por la planta. Los colorantes textiles tienen gran persistencia en el ambiente, y los métodos de eliminación clásicos no son útiles debido a que oxidaciones o reducciones parciales pueden generar productos secundarios altamente tóxicos. Muchas veces los efectos se observan a largo plazo, y en la mayoría de los casos son difíciles y costosos de tratar. (Collaguazo, 2013).

El tratamiento de efluentes coloreados es un problema medioambiental que aún no ha sido resuelto satisfactoriamente para obtener, de forma general, un rendimiento elevado mediante un proceso estable, sostenible y económico. La elección de la tecnología más conveniente depende de numerosos factores, como el colorante utilizado, la cantidad y variedad de contaminantes del agua, el caudal vertido, el régimen de producción, etc. (Greal, 2013)

La tusa u olote de maíz es un material orgánico con un apreciable porcentaje de lignina, el cual por ser considerado como desecho, se convierte en el presente trabajo como material alternativo para ser aplicado en procesos de adsorción. El olote o tusa de maíz actualmente se vota en campo abierto, se quema, entre otros,

provocando un impacto considerable al ecosistema, por lo tanto se pretende darle un manejo adecuado y aprovecharlo como lecho filtrante en la absorción del color de las aguas residuales de esta empresa.

La Hilandería Guijarro, para sus procesos de lavado de lana y tinturado del hilo utiliza una gran cantidad de agua y variedad de tintes; además los procesos se manejan en forma discontinua, por lo que las concentraciones de los materiales residuales varían significativamente, por tal razón nos hemos interesado en buscar o crear nuevas alternativas ecológicas a través de la utilización de un producto de desecho y de fácil accesibilidad.

De este proyecto de investigación al obtener resultados factibles, el beneficio producido no sólo será económico sino ambiental, ya que se le estaría dando un mejor uso a los recursos generados en gran cantidad por el país y a la vez se lograría reducir algunos de los problemas de contaminación que ocasionan los desechos agroindustriales en el medio.

Con los resultados obtenidos se observó que en colores oscuros se reduce fácilmente el color, en cambio en colores claros su reducción es más complicada, a pesar de esto se logró una reducción del color y asimismo saturándose el lecho filtrante en corto tiempo en comparación con los colores oscuros.

A través de diferentes pruebas de laboratorio se determinó que el filtro 2,3 TP (tamaños de olote o tusa de maíz con la muestra número 2 de tamaño 4,5 mm, muestra número 3 de tamaño 2,36 mm y grava), es el más eficiente para la reducción del color tanto para colores claros con 55,52%, oscuros un 67,65%, CAT (Carbón activado de olote o tusa de maíz), un 50,72% y para color total (mezcla de todos los colores) el filtro óptimo fue 2,3 TP y CAT (tamaños de olote o tusa de maíz con la muestra número 2 de tamaño 4,5 mm, muestra número 3 de tamaño 2,36 mm, grava y carbón activado de olote o tusa de maíz), logrando reducir un 78,63% de la muestra.

Fundamentación Teórica

El llamado olote o tusa del maíz es subproducto del maíz. Es un desecho industrial producido a gran escala durante el desgranado que sufre el maíz cuando es procesado. Además se le dan diversos usos domésticos, artesanal, alimento para algunos animales y parte de ellas son para desecho. La tusa seca es abundante en diferentes regiones del país. En grandes cantidades se utiliza como forraje para ganado, también se usa como envoltura para diferentes alimentos. En el campo las utilizan como combustible para encender el fuego, para cocinar, abono etc. (Salazar, 2011).

La olote o tusa de maíz es un material orgánico con un apreciable porcentaje de lignina, el cual por ser considerado como desecho, se convierte en el presente trabajo como material alternativo para ser aplicado en procesos de adsorción. El olote (en náhuatl: olotl, ‘corazón’) (por aféresis de yólotl), chócolo, marlo, tusa, zuro o la coronta (en quechua: qurushta) es el huesete (raquis) de la mazorca del maíz. (Q.I., 2006)

El III Censo Nacional Agropecuario señala que, en el país se siembran anualmente unas 265.744 ha, de las cuales 54.823 ha, corresponden al callejón interandino y 190.453 ha, en el litoral. La producción de la sierra, principalmente se la dedica al consumo humano, en tanto que la del litoral a la industria de alimentos balanceados.

Por cada seis toneladas de cosecha, que produce una hectárea de cultivo, se queman o desechan dos toneladas de tusa”. Es decir que el 40% de la obtención de esta plantación es desechada. (ESPAC. 2002 – 2003)

Carbón Activado

Es un producto obtenido a partir del carbón amorfo, el cual se ha sometido a un tratamiento de activación con el fin de incrementar su área superficial hasta 300 veces debido a la formación de poros internos, pudiendo alcanzarse áreas de 1200 -1500 m²/g de carbón. Su capacidad absorbente se ve muy favorecida por la estructura porosa y la interacción con adsorbatos polares y no polares, dada su estructura química. Podemos clasificar el carbón activo en granular y polvo, dependiendo del tamaño de grano del mismo (grano grueso o grano fino). (SEVILLA, 2003)

El Microscopio SEM con cañón de emisión de campo (FESEM)

Los nuevos microscopios SEM trabajan utilizando como fuente de electrones un cañón de emisión de campo (Field Emission Gun, FEG) que proporcionan haces de electrones de alta y baja energía más focalizados, lo que permite mejorar la resolución espacial, minimizar cargas sobre el espécimen a observar, causando además menos daños en muestras sensibles.

En el microscopio electrónico de barrido, un campo magnético permite enfocar los rayos catódicos (electrones) y obtener una imagen tridimensional, por el examen de la superficie de las estructuras, permitiendo la observación y la caracterización de materiales orgánicos e inorgánicos, proporciona aumentos de 200.000 diámetros.. (Leyva, 2009)

Metodología

Está integrada por un conjunto de actividades metódicas y técnicas que se realizan para recabar la información y datos necesarios sobre el tema a investigar y el problema a resolver. En la investigación experimental el investigador manipula una o más variables de estudio, para controlar el aumento o disminución de esas variables y su efecto en las conductas observadas. Dicho de otra forma, un experimento consiste en hacer un cambio en el valor de una variable (variable independiente) y observar su efecto en otra variable (variable dependiente). Esto se lleva a cabo en condiciones controladas, con el fin de describir de qué modo o por qué causa se produce una situación o acontecimiento particular. Los métodos experimentales son los adecuados para poner a prueba hipótesis de relaciones causales. (Muriillo)

El estudio experimental partió de la aplicación del olote o tusa de maíz (variable independiente), con el fin de observar que situación se produce o como se presenta la reducción de color de las aguas residuales (variable dependiente); se utilizó una serie de procesos y métodos encontrando parámetros, que identifiquen o caractericen el olote o tusa de maíz, obteniendo datos importantes de las propiedades del olote.

En el Estudio Descriptivo se seleccionan una serie de conceptos o variables y se mide cada una de ellas independientemente de las otras, con el fin precisamente de describirlas, busca especificar la manera de realizar carbón activado de tusa de maíz de forma artesanal, con el fin de ahorrar recursos económicos debido a que los procesos y reactivos que se utilizan para la producción del carbón activado son costosos. De acuerdo con los objetivos planteados, se señaló el tipo de descripción que se propone realizar. Acudiendo a técnicas específicas en la recolección de información, como análisis estadístico, tablas de comparación de precio.

Resultados Y Discusión

Para llegar a realizar Carbón Activado de Olote o Tusa de maíz se procedió a realizar pruebas solo con el olote o tusa de maíz, obteniendo muy buenos resultados reduciendo hasta un 50,72% de color de las Aguas Residuales, a partir de esto se procedió a realizar Carbón Activado de Olote o Tusa de Maíz, de diferentes procedimientos.

1. Procedimiento para triturar la tusa

- Recolección de la tusa (se recolecta en la ciudad de Santo Domingo de los Colorados).
- Llevar a triturar en la máquina trituradora de plástico (Laboratorio de la UNACH).
- Se procede a vaciar en unas fundas plásticas el material triturado.

2. Procedimiento para realizar carbón activado

Luego de haber realizado todos los procedimientos anteriores, se debe realizar lo siguiente:

- Se coloca en un fogón o brasa al olote de maíz.
- Cuando se observa que el olote de maíz presenta un color rojizo se procede a retirar.
- Luego de haber retirado de la brasa se moja al olote de maíz.
- Se deja secar por tres días al sol.
- Después de transcurrido el tiempo se tritura y se tamiza.

3. Procedimiento para determinar carbón activado en el laboratorio

- Se prepara la solución con 3.1ml de H₃PO₄ y se afora en un balón de 100ml.
- Pesar los crisoles y colocar el olote o tusa de maíz triturada.
- Colocar el agua destilada remojando el olote hasta antes que se desborde en crisol y agregar 5ml de la solución de ácido fosfórico.
- Se prende la mufla a 180° C y se pone los crisoles a dentro y se deja por una hora.
- Luego en la misma mufla se deja por una hora a 480°C.
- Se deja enfriar por 24 horas a temperatura ambiente.
- Finalmente se lava con abundante agua destilada hasta obtener un pH de 7.

4. Cuadros comparativos con respecto al CAT en el laboratorio y de forma artesanal.

Carbón Activado de Olote o Tusa de maíz de laboratorio:

Cuadro 1. CAT de Laboratorio:

REACTIVOS, MATERIALES EQUIPO TECNICO E INFRESTRUCTURA	PRECIOS
Olote o Tuza de maíz	1qq = \$5,00
H3PO4 (botella)	\$80,00
Utilización del laboratorio e insumos	\$30,00
Responsable del laboratorio	\$15,00
TOTAL	\$130,00

Elaborado por: Nicole Torres T

Carbón Activado de Olote o Tusa de maíz Artesanal:

Cuadro 2. CAT Artesanal

MATERIALES	PRECIOS
Olote o Tuza de maíz	1qq = \$5,00
Fogón o cocina	\$60,00
Recipiente o bandeja	\$5,00
Agua	\$1,00
TOTAL	\$71,00

Elaborado por: Nicole Torres T

Esto quiere decir que realizar CAT de forma artesanal es más conveniente ya que el precio es sumamente bajo en comparación al CAT de laboratorio, teniendo que el CAT artesanal tiene un costo total de \$11 y el CAT de laboratorio tiene un precio total de \$50,00, pero su efectividad es un poco más eficiente si nos ponemos a comparar, pero si es factible ya que los dos tipos de CAT ya sea de laboratorio o artesanal reducen el color total (mezcla general de todos los colores, ya sean colores fuertes o claros) de las aguas residuales de la Hilandería Guijarro.

Se obtuvieron los siguientes resultados, los mismos que se basaron en un orden cronológico tomando en cuenta los objetivos específicos planteados.

1. En lo que respecta a la recolección e identificación de los parámetros físico-químico del agua residual procedente de la Hilandería Guijarro, lo cual se realizó lo siguiente:

Para la caracterización se realizó análisis del agua residual procedente de la Hilandería Guijarro, parámetros como: pH, temperatura, conductividad, turbiedad, sólidos totales, sólidos suspendidos, color, DBO5, DQO.

Cuadro 3. Caracterización del agua residual.

PARAMETROS	METODO/PROCEDIMIENTO	UNIDADES	MUESTRA INICIAL	MUESTRA FILTRADA
Ph	PE-LSA-01	[H+]	7,83	7,20
Oxígeno Disuelto	STANDARD METHODS 4500-O-G mod	ppm	1,45	1,39
Conductividad	PE-LSA-02	ms/cm	1394	1442
Turbiedad	FTU – NTU	STANDARD METHODS 2130 B	229	44,55
Sólidos Totales	mg/l	PE-LSA-04	79,4699	79,0447
Sólidos suspendidos	mg/l	STANDARD METHODS 2540	368	74

		- D		
Sólidos disueltos totales	mg/l		981	1010
Color	unit ptCo	STANDARD METHODS 2120 C (Upt-co)	3275 (1/25) 100% de color	700 (1/25) 79% color retenido 21% color no retenido
DBO5			1248	
DQO	mg/l	STANDARD METHODS 5220 - D mod	1670	960

Responsible: Nicole Torres y Karla Gaibor.

- **Proceso para la determinación de la estructura, forma y porosidad del olote o tusa de maíz.**

Se determinó su estructura, forma y porosidad a través de las imágenes obtenidas por el Microscopio Electrónico de Barrido (MEB, SEM vega 3 TESCAN, BRUKER).

Se utilizó el microscopio electrónico de barrido para lo cual las muestras analizadas fueron montadas en un porta muestras por medio de una cinta de doble cara de carbono y recubiertas con una capa fina de carbono usando un recubridor (SPI Supplies, USA) a 2 mbar durante 40 segundos. Las muestras recubiertas (o no recubiertas) se insertaron en la cámara de muestra del microscopio electrónico de barrido (SEM, vega 3 TESCAN, BRUKER) y su morfología superficial observada. Áreas de interés fueron capturadas como imágenes guardadas y sus respectivas dimensiones medidas por el software del Sem Vegatc. Parámetros del microscopio utilizados incluyeron: voltaje de 10-30 Kv; velocidad de escaneo: 6; aumentos de magnificación desde 5mm-30 mm).

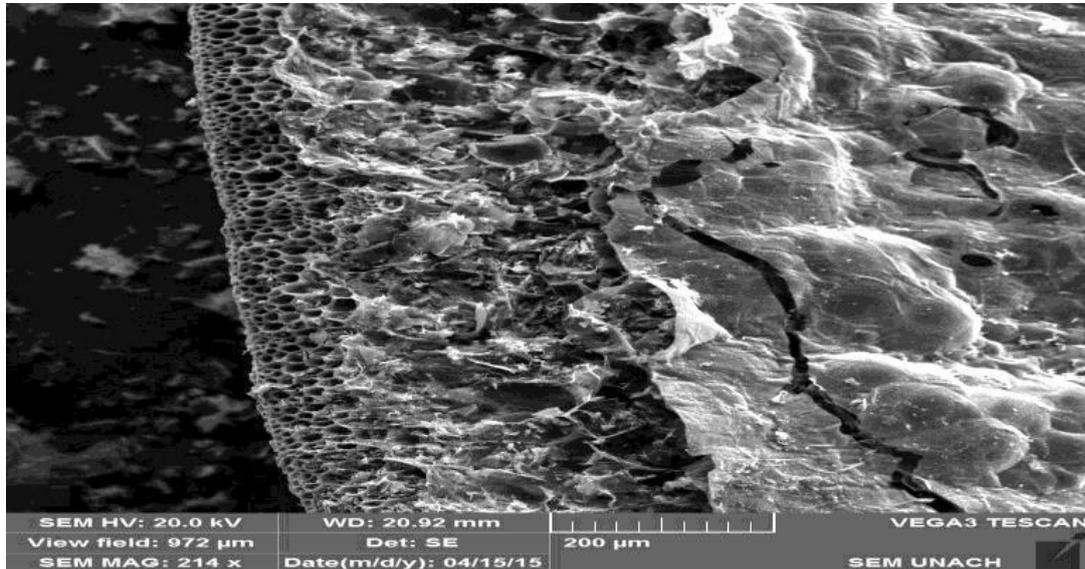
Cuadro 4. Análisis del olote o tusa de maíz.

Muestras	Numero de Tamiz	Forma	Estructura	Diámetro de los poros	Tamaño de la partícula (mm)
M1 (Diámetro:9,5mm)	3/2	Asimétrica	Irregular	Inapreciable.	9,5
M2 (Diámetro:4,5mm)	4	Rugosa	Irregular	Inapreciable.	4,5
M3 (Diámetro:2,36mm)	8	Rugosa	Irregular	Inapreciable.	2,36
M4 (Diámetro:2,00mm)	10	Ligeramente Lisa	Irregular	Inapreciable.	2
M5 (Diámetro:1,18mm)	16	Porosa	Irregular	Inapreciable.	1,18
M6 (Diámetro:0,425mm)	40	Rugosa	Irregular	41,17µm	0,425
M7 (Diámetro:0,25mm)	60	Porosa	Irregular (panal de abejas)	12,34µm	0,25
Carbón Activado de Tusa (CAT)		Panal de abejas	Irregular	6,764µm	

Responsible: Nicole Torres y Karla Gaibor.

Imagen 1. Carbón Activado Artesanal de Olote o tusa de maíz.

Muestra 1-a CAT, Resolución de 4.66mm

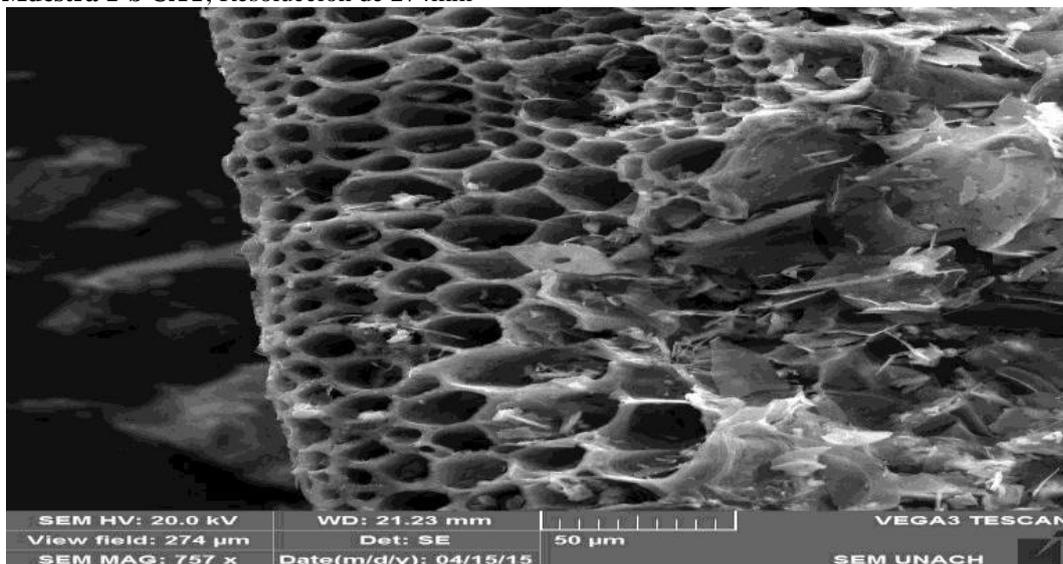


Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

En la imagen 1 el carbón activado de olote o tusa de maíz con un aumento de magnificación de 20.92mm, se observa que presenta varias capas porosas la primera con poros pequeños la otra con poros destruidos y cavidades irregulares, además presenta una capa un poco dura.

Imagen 2. Carbón activado de Laboratorio de Olote o tusa de maíz.

Muestra 1-b CAT, Resolución de 274mm



Elaborado por: Nicole Torres T. y Karla Gaibor V

En la imagen 2 el carbón activado de olote o tusa de maíz con un aumento de magnificación de 21.23mm, se observa que presenta una porosidad significativa.

Discusión De Los Resultados

Mediante pruebas de Laboratorio con carbón activado de tusa (CAT) tanto artesanal y de laboratorio, se obtuvo resultados favorables reduciendo hasta un 59,42% de color con el Carbón Activado Artesanal y de hasta un 78,63% de color con el Carbón Activado de Laboratorio, de esta manera con los resultados obtenidos se observó que en colores oscuros se reduce fácilmente el color, en cambio que en colores claros su reducción es más complicada, a pesar de esto se logró una mínima reducción del color y saturándose el lecho filtrante en corto tiempo en comparación a colores oscuros

En la caracterización del agua residual como resultado se presentó un índice elevado en los parámetros que establece la norma ambiental (TULSMA, Libro VI - Anexo 1, límites de descarga a un cuerpo de agua dulce), lo cual muestra que no se realiza los tratamientos adecuados, que logren reducir los parámetros a los niveles establecidos en la norma antes de ser descargadas al río. La caracterización final de la muestra filtrada a través de lecho filtrante de olote o tusa de maíz índica; que se presenta una disminución en la turbidez asociada a la presencia de materias en suspensión finamente divididas, la conductividad presenta un ligero aumento por lo que se aumenta la cantidad de sólidos o sales disueltas en ella, al incrementar de DBO5, sólidos disueltos y suspendidos, muestran que la calidad del agua vendría a mejorar y finalmente el color obtenido presenta una disminución significativa, con una muestra inicial de 3275 UPT-Co al 100% y una muestra filtrada final de 700 UPT-Co al 21,37% por lo cual se obtiene una reducción del 78,63 %, comprobando que la utilización del olote o tusa de maíz como lecho filtrante es posible para la reducción de color de las aguas residuales.

A través de los procesos de trituración y tamización del olote o tusa de maíz, partiendo de una muestra del 100% utilizando diferentes tamices, se obtuvo varios tamaños de partícula, los más representativos fueron los números de tamiz 2 y 3 ya que se obtuvo una mayor cantidad de olote o tusa de maíz. En cambio al realizar el estudio microscópico se observó que presenta forma irregular, rugosa y porosa en la mayoría de las muestras, asimismo en las partículas grandes de tusa fue difícil de divisar los poros mientras que en las pequeñas se encontró gran cantidad de cavidades asimilándose a un panal de abejas. Además también se obtuvo la composición química de la tusa a través de la investigación bibliográfica, los análisis bromatológicos encontrados, muestra que está compuesta de metales en mayor cantidad (Mg, Ca, K, Na), y presenta gran cantidad de lignina y celulosa contenida en el olote.

Referencias Bibliográficas

- [1]. **VALENCIA, W. J.** (2013). Porosidad de las partículas. Mexico, D.F.:EDITORIAL DE INGENIEROS.
- [2]. **ROMERO, J.**, Tratamiento de Aguas Residuales, Teoría y Principios de Diseño. 3ra ed., Bogotá – Colombia., Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería.
- [3]. **ROJAS, J. A.** (1999). Potabilización del Agua. Mexico, D. F.: Alfaomega Grupo EDITOR,SA. de C.V.
- [4]. **METCALF, y EDDY.**, Ingeniería Sanitaria tratamiento, evacuación y reutilización de las aguas residuales., 4ta ed., New York-USA., Editorial Mac Graw Hill., 2003., Pp. 207 – 458.
- [5]. **LEYVA, F. J.** (Diciembre de 2009). Scanning Electron Microscope.