

PROPUESTAS DE ALTERNATIVAS PARA LA DISPOSICION FINAL DEL BAGAZO AGOTADO EMPLEADO EN TRATAMIENTO ESPECIALIZADO A RESIDUALES GALVÁNICOS DE LA EMPRESA INPUD

Autores:

Inés de la Caridad Alomá Vicente.¹

Mariano Cortés Falcón.¹

Iván Leandro Rodríguez Rico.²

Alfredo Curbelo Sánchez.²

¹ Sede Universitaria Municipal, Santa Clara, Cuba.

Teléfono 226768. inesav@uclv.edu.cu

inesav5795@yahoo.es

² Departamento Ingeniería Química, Facultad de Química y Farmacia, Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Cuba.

RESUMEN

En el trabajo se realiza la propuesta de una alternativa tecnológica para la disposición final del adsorbente agotado generado en el postratamiento de residuales galvánicos de la empresa INPUD, uno de los centros puntuales de contaminación en la ciudad de Santa Clara, permitiendo el establecimiento de medidas para la preservación del ecosistema aledaño a la fábrica. Para ello se propone quemar el bagazo en un horno, aprovechar la energía en la generación de vapor y a las cenizas utilizarlas como componente en la elaboración de puzolana y consumibles de soldaduras.

Introducción

Toda comunidad produce residuales líquidos y sólidos, la porción líquida contiene sólidos disueltos y en suspensión (aguas residuales), que constituyen en esencia el suministro de agua de la comunidad después de ser utilizada para sus fines.

El vertimiento indiscriminado de los residuales líquidos y sólidos puede causar graves trastornos a la naturaleza y la sociedad, problemas graves de contaminación ambiental, desequilibrio ecológico, epidemias, etc. Es por ello que el tratamiento de dichos residuales es un factor imprescindible en la sociedad actual.

Efluentes procedentes de procesos galvánicos y teneros contienen metales pesados en su composición tales como cromo, níquel, entre otros, lo que ocasiona:

Lesiones cutáneo-mucosas: La lesión cutánea característica son las úlceras del cromo, esto ocurre especialmente cuando el cromo se deposita en una abrasión de la piel.

En el ámbito ocular se produce conjuntivitis con lagrimeo. En la córnea puede aparecer una coloración pardusca, debido a la formación de óxido de cromo.

Dermatitis ezematiforme: Dentro de las lesiones cutáneas producidas por el cromo son mucho más frecuentes las dermatitis ezematiformes profesionales por contacto. En cuanto a la patogenia de estas lesiones: el cromo penetra en la piel a través de glándulas sudoríparas reduciéndose el dicromato a cromo trivalente el que reacciona con las proteínas para formar el complejo antígeno-anticuerpo. (Figura 1).

Afección respiratoria: La inhalación de cromo produce la irritación del aparato respiratorio con irritación faríngea, laringitis, rinitis crónica, etc.

Afecciones digestivas: Se presentan trastornos de tipo gastroenteritis; también erosión y decoloración de los dientes con coloración amarillenta, descenso del gusto, aumento de la incidencia de úlceras gástricas y gastritis hipertrófica.

Además pueden presentarse otros tipos de afecciones como nefritis túbulo intersticial, descenso del sentido del olfato, etc. En el análisis de la sangre es posible encontrar anemia y leucocitosis.

Acción cancerígena: La incidencia de cáncer bronco

pulmonar es de mayor probabilidad; también existe la probabilidad de la incidencia de cáncer gástrico y de laringe.

Efectos Mutagénicos

Según los estudios efectuados en trabajadores expuestos a cromo es probable el aumento de aberraciones cromo-somáticas en los linfocitos.

La Gestión de Residuos Sólidos, se define como la disciplina asociada al control de:

- la generación,
- almacenamiento,
- recogida,
- transferencia y transporte,
- procesamiento y
- evacuación de residuos sólidos. (Figura 2)

Desarrollo

Bagazo de caña de azúcar. Composición química y propiedades físicas

El bagazo está compuesto de celulosa, hemicelulosa y lignina, como principales polímeros naturales. Presenta además, pequeñas cantidades de otros compuestos clasificados de conjunto como componentes extraños¹.

La celulosa es el principal componente de la pared celular de todas las plantas, se puede considerar como la molécula orgánica más abundante en la naturaleza². Su forma más pura de presentarse es en el algodón, aunque en otras fuentes fibrosas, como la madera, la celulosa aparece de igual forma.

Su insolubilidad en agua, solventes orgánicos y soluciones alcalinas, así como su resistencia apreciable al efecto de agentes oxidantes, diferencia la celulosa del resto de los componentes químicos de la madera.

El peso molecular promedio de la celulosa de bagazo está en el rango de 150 000 a 350 000. Desde el punto de vista cuantitativo su presencia es semejante a la de todas las maderas, en el orden de 41 a 44 %.

Las hemicelulosas abarcan un conjunto de polisacáridos diferentes cuya composición tienen como características comunes: solubilidad en solventes, reactividad frente a los ácidos y descomposición en azúcares y furfural. Estas propiedades las diferencian, analíticamente, del resto de los componentes químicos del bagazo.

Las hemicelulosas que más abundan en el bagazo son del tipo D-xilanas. Las cadenas poliméricas son cortas, el peso molecular promedio viscosimétrico

se encuentra en el rango de 10 000 a 20 000 y la proporción es de 25 a 27 %.

La lignina es el tercer componente en importancia cuantitativa del bagazo entre —20 y 22 % — y representa un conjunto de polímeros amorfos, reticulados de altos pesos moleculares y naturaleza eminentemente fenólica.

El resto de los componentes del bagazo, en conjunto, aportan el 10 %. Muestran diferencias importantes con respecto a las maderas: el bajo por ciento de los componentes solubles en solventes orgánicos, los cuales no sobrepasan el 3 %, el contenido de cenizas del orden de 2 a 3 % en bagazo, que si bien es superior al de las maderas, resulta muy inferior al de las pajas que abarcan rangos de 8 a 15 %. Por último, los compuestos solubles en agua, constituidos por residuos de sacarosa, otros azúcares y polisacáridos, son relativamente altos en relación con la madera³.

En la tabla I se resumen las características químicas del bagazo de caña de azúcar⁴.

Tabla I. Características químicas del bagazo de caña de azúcar

Análisis (%)	Bagazo Integral	Fibra	Meollo
<i>Celulosa</i>	51,23	52,06	46,23
<i>Pentosanos</i>	24,11	24,79	24,17
<i>Holocelulosa</i>	73,65	78,25	74,59
<i>Lignina</i>	20,67	19,46	21,69
<i>Ceniza</i>	2,6	1,4	5,49
<i>α-celulosa</i>	43	45,28	-

Los rangos y promedios más representativos de las propiedades físicas del bagazo se muestran en la tabla II.

Tabla 2. Composición del bagazo de caña de azúcar

<i>Humedad</i>	46 – 45 %
<i>Fibra</i>	43 – 52 %
<i>Sólidos Solubles</i>	2 – 6 %

Almacenamiento del bagazo

El bagazo se encuentra disponible solamente durante la época de zafra, que en la mayoría de los países dura entre 4 y 5 meses. Por esta razón, las fábricas que utilizan bagazo como materia prima se ven obligadas a almacenar grandes cantidades para garantizar la operación durante todo el año.

Estudios realizados plantean que en el bagazo presecado o con fermentación detenida la composición química permanece prácticamente inalterable hasta los 9 meses de almacenamiento. En el caso del bagazo almacenado en pacas se observa un ligero incremento del contenido de celulosa.⁶

Celulosa. Estructura

Celulosa (del latín, *cellula*, 'celda pequeña'), hidrato de carbono complejo; es el componente principal de la pared de todas las células vegetales. En las plantas, la celulosa suele aparecer combinada con sustancias leñosas, grasas o gomosas. La celulosa es insoluble en todos los disolventes comunes y se separa fácilmente de los demás componentes de las plantas. Dependiendo de la concentración, el ácido sulfúrico actúa sobre la celulosa y produce glucosa, almidón soluble o amiloide.⁷

El químico francés Anselme Payen demostró en 1839 que la celulosa podía aislarse mediante el tratamiento de la madera con ácido nítrico. Los avances industriales posteriores al descubrimiento y aislamiento de la celulosa condujeron a su modificación. De esta forma, la investigación acerca de la conversión de los materiales celulósicos en una amplia variedad de productos es cada vez mayor.

La celulosa es un polímero lineal de varios miles de unidades de glucosas unidas por enlaces (1â-4). Tiene una estructura lineal o fibrosa, en la cual se establecen múltiples puentes de hidrógeno entre los grupos hidroxilo de distintas cadenas yuxtapuestas, haciéndolas impenetrables al agua, y originando fibras compactas que constituyen la pared celular

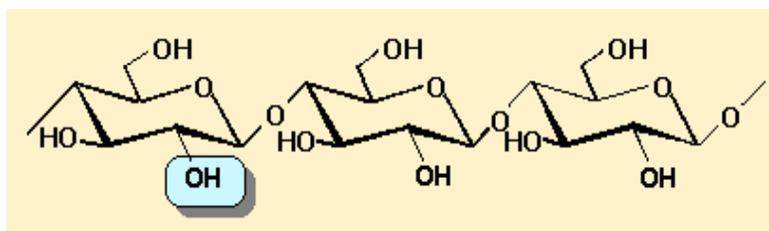


Figura 1. Estructura de la celulosa de las células vegetales. En la figura 1 se muestra la estructura de la celulosa.⁸

Sistema de Gestión de residuos sólidos

Las actividades asociadas a la gestión de residuos sólidos, desde el punto de generación hasta la evacuación final, han sido agrupados en seis elementos funcionales:

- Generación de residuos.
- Manipulación y separación de residuos, almacenamiento y procesamiento en origen.
- Recogida.

- Separación, procesamiento y transformación de residuos sólidos.
- Transferencia y transporte.
- Evacuación.

Mediante la consideración de cada elemento funcional por separado, es posible:

- Identificar los aspectos y las relaciones fundamentales implicadas en cada elemento
- Desarrollar donde sea posible relaciones cuantificables para poder realizar comparaciones, análisis y evaluaciones de ingeniería.

Disposición final del bagazo agotado

El bagazo activado se utiliza como relleno en columnas empleadas para el pos tratamiento de residuales con contenido de cromo, una vez que se agota en el proceso de adsorción se descarga de la columna con alto contenido de cromo y húmedo, el mismo se somete a un proceso de secado en bandejas por exposición al aire y al sol. Posteriormente será quemado en un horno dotado de un generador de vapor. Este bagazo se combustiona con el propósito además de producir vapor empleado en la generación de potencia. (Tabla 2)

La ceniza de la combustión del bagazo agotado contiene al cromo como Cr_2O_3 y presenta buen contenido de sílice, por lo tanto esta ceniza potencia la propuesta de alternativas tales como (Anexo 4):

- Relleno en materiales de construcción.
- Fabricar consumibles de soldadura (electrodos y fundentes),
- Elaborar puzolana, cemento romano.
- Deponerlas en rellenos sanitarios previamente diseñados.

Conclusiones

1. El bagazo empleado en el tratamiento de efluentes galvánicos y teneros constituye un residuo sólido tóxico por la carga de metales pesados que contiene.
2. La estructura porosa del bagazo permite que sea posible utilizarlo como adsorbente de metales

pesados, lo cual constituye una alternativa factible desde los puntos de vista económico y ecológico.

3. La aplicación de un sistema de gestión de residuos sólidos constituye una herramienta importante para proponer alternativas de solución al residuo generado en el tratamiento a residuales galvánicos y teneros.

Bibliografía

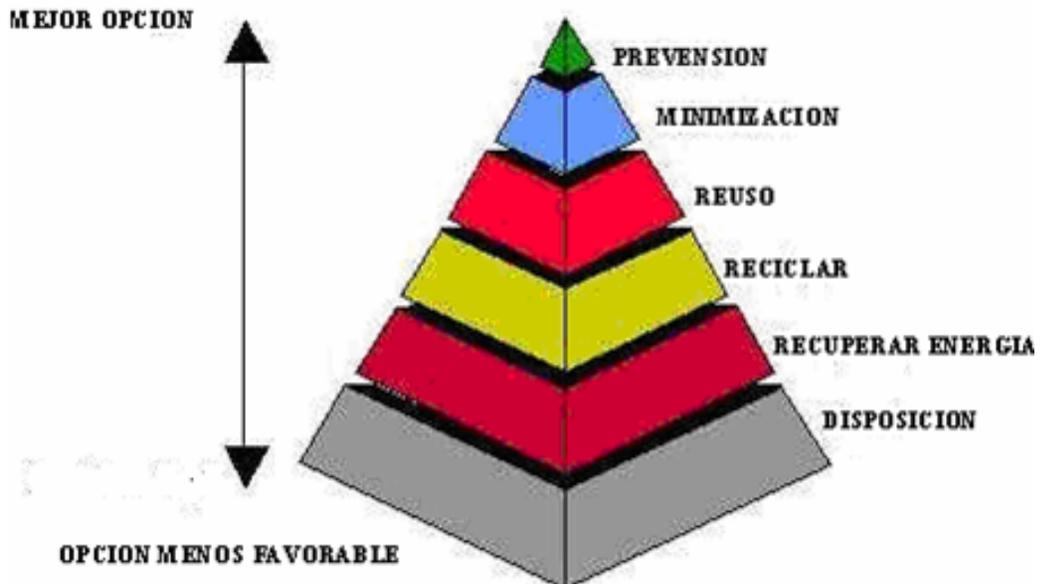
1. ICIDCA: *El almacenamiento de bagazo para la industria de derivados*, Editorial Científico-Técnica, 1982.
2. ICIDCA: *Hidrólisis y tratamientos químicos a los materiales celulósicos*, Editorial Científico-Técnico, 1987.
3. ICIDCA: *El almacenamiento de bagazo para la industria de derivados*. Editorial Científico-Técnica, 1982.
4. Batlle, E.: *Influencia del método de almacenamiento y edad del bagazo en su pulpeo químico,* revista *Centro Azúcar*, pp. 29-44, Enero/Marzo, 1974.
5. Enciclopedia Microsoft Encarta 2006.
6. Morrison y Boyd: *Química Orgánica*, Tomo III, Ed. Fondo Educativo Interamericano, 1976.
- 7.

Anexo 1. Lesiones ocasionadas por exposición a metales pesados



ANEXOS:

Anexo 2. Jerarquía de la GRS



Anexo 3. Composición de los gases producción de la combustión del bagazo agotado

Componentes	% peso
O ₂	10,30
CO	0,70
CO ₂	14,60
H ₂ O	40,4
NO	12,80
NO ₂	3,40
NOX	17,80

Anexo 4. Composición de las cenizas producto de la combustión del bagazo agotado

Componente	% peso
SiO ₂	65,845
MgO	2,147
CaO	4,370
Fe ₂ O ₃	7,762
Al ₂ O ₃	9,514
K ₂ O	3,033
Na ₂ O	1,337
Cr ₂ O ₃	5,755
Total	100