



UNICACH / Ingeniería Ambiental

NAS-JOME

Año 7 / Número 13 / 2013

tierra nueva

Biorremediación de suelos compactos

**Determinación de alcalinidad en la laguna
Miramar, municipio de Emiliano Zapata**

**Silicio
"El elemento olvidado"**

Comité Editorial

**M.I.M.A. Pedro Vera Toledo
Dr. Carlos Manuel García Lara**

Edición

**Carolina Alvarado Villar
Alejandra Lizeth Coutiño Bach
Carolina del Rocío López Díaz
María de Lourdes Moreno Aguilar
Oliver Domingo Hernández Martínez**

Comité revisor

**M. en C. María Luisa Ballinas Aquino
Dra. Rebeca Isabel Martínez Salinas
M. I. Juan Antonio Araiza Aguilar
Dr. Raúl González Herrera
Dr. Hugo Alejandro Nájera Aguilar
Dr. Rubén Alejandro Vázquez Sánchez**

Eventos

**15o Ciclo de Seminarios
16a Expo Ambiental
1er Congreso de Ingeniería Ambiental e
Ingeniería Química del Sureste de México**

Sumario

Artículo	Página
Carta de los editores	2
La erosión del suelo y las formas de estudiarla	3
Determinación de alcalinidad en la laguna Miramar, municipio de Emiliano Zapata	13
Desertificación de suelo: Un problema para todos	16
Balance global de radiación y gases de efecto invernadero	23
Bioadsorción de Ag(I), Al (III), Cu(II) y Eu (III), presentes en solución acuosa sobre aserrín modificado	31
Determinación de la demanda química de oxígeno de la laguna Miramar, localizada en Ocosingo, Chiapas	37
Silicio: El elemento olvidado	40
Gestión ambiental escolar	43
Diseño y ensamblado de un circuito electrónico para la detección y acondicionamiento de señales EMG	48
Caracterización de escurrimientos superficiales en una zona con actividades mineras históricas	53

Carta de los Editores...

Bienvenidos a una nueva edición de la Gaceta Nas Jomé en su décimo tercer número, en donde se da a conocer un fragmento importante del trabajo desarrollado por docentes y alumnos, como parte de las actividades que realiza el Cuerpo Académico de Estudios Ambientales y Riesgos Naturales.

La presente edición ha sido enriquecida con aportaciones en diversas temáticas como erosión del suelo, contaminación del agua, gases de efecto invernadero, entre otros, lo que demuestra una participación comprometida de la comunidad universitaria hacia el fortalecimiento de la Gaceta.

De antemano agradecemos su entusiasta participación, con la invitación permanente para que nos hagan llegar sus trabajos relacionados a las actividades que realizan en la Universidad.

Cualquier comentario o sugerencia estamos para escucharte.



La Erosión del Suelo y las formas de estudiarla

11 de noviembre de 2013

ESTIMACIÓN DE LA PÉRDIDA DE SUELO

FLORICELA ELERIA NANGÜELÚ
RAÚL GONZÁLEZ HERRERA
ELERIA-27@HOTMAIL.COM

La erosión del suelo

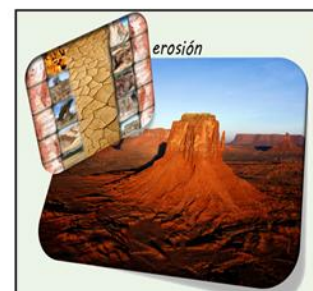
La erosión es un fenómeno geológico natural causado por la acción del agua y del viento, que consiste en el desprendimiento y acarreo de partículas del suelo. La erosión se origina por la combinación de varios factores tales como el intemperismo, la inclinación del relieve, los incendios forestales, además de ciertas características intrínsecas del suelo que pueden hacerlo más propenso a la erosión como el escaso desarrollo de los horizontes superiores,

textura limosa o bajo contenido en materia orgánica.

La erosión del suelo es una forma severa de degradación física; se estima que cerca del 80% de la tierra agrícola en el mundo sufre erosión moderada a severa y el 10% erosión ligera a moderada (Díaz Mendoza, 2011).

Estudios realizados para la evaluación de la Pérdida de Suelos a través de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS) en donde se ven involucrados índices de erosividad, erodabilidad,

Topografía y cubierta vegetal, pueden ser manipulados a fin de crear mapas mediante herramientas de Sistema de Información Geográfica (SIG), que permiten comparar como los diversos factores involucrados en la USLE (Ecuación Universal de Pérdida de Suelo).



El suelo

El suelo es el cuerpo natural que sostiene la vida, el cual brinda soporte, aporta nutrientes, almacena el agua que requieren las plantas para su desarrollo y actúa como filtro de contaminantes que produce el hombre. Sin embargo, el suelo es un recurso natural que se considera en estado crítico, por su degradación, a consecuencia de la erosión, afectando su fertilidad y en última instancia la producción de los cultivos.

Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (USLE)

De acuerdo a González Mateos et al., (2007), para evaluar la erosión del suelo se han desarrollado diversos procedimientos. Uno de ellos es la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (USLE), la cual

comprende cinco componentes:

La intensidad de la lluvia

La erodabilidad del suelo

La longitud y grado de la pendiente La presencia de prácticas de conservación del suelo

La cobertura del suelo, en relación con el cultivo y su manejo

La Ecuación Universal de Pérdida de Suelos, fue desarrollada por



Wischmeier (1978), como una metodología para la estimación de la erosión laminar en parcelas pequeñas. Luego de varias modificaciones la ecuación se presenta como una metodología de gran utilidad en la planificación de obras de conservación de suelos.

Se ha considerado que la USLE, hasta el momento, representa la metodología más idónea para el cálculo de las pérdidas de suelo en tierras agrícolas; por ello, se ha utilizado esta metodología como una guía para la evaluación de acciones en manejo de cuencas, en especial aquellas que conllevan a un cambio del uso de la tierra y manejo de suelos.

De acuerdo a la USLE, la tasa de pérdidas de suelo por erosión hídrica, A , es una función de: el poder erosivo de la lluvia, R , la erodabilidad de los suelos, K , la cobertura vegetal, C , la práctica conservacionista, P y el factor combinado de la pendiente y la longitud de la misma, LS ; todos estos factores conforman la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo, la cual se expresa como:

$$A = RKCPLS$$

Esta ecuación permite predecir la pérdida anual de suelo por hectárea y también precisar, según esto, las técnicas más apropiadas



para el laboreo del suelo, en especial para cultivos agrícolas.

Sistemas de Información Geográfica

Utilizando como base los Sistemas de información geográfica (SIG), se han desarrollado diferentes trabajos de investigación y de aplicación en muy diversas áreas, como es la determinación del potencial productivo de especies vegetales en México, con el que se determinó el potencial de especies de uso agrícola, pecuario y forestal y en condicio-

nes de riego o de temporal.

Los SIG's se han usado como una herramienta para desarrollar nuevos mapas, a través de la superposición de mapas ya existentes, que generalmente son la representación geográfica de una variable.

A través de este proceso es posible obtener un mapa que represente geográficamente, por ejemplo, un

sistema de clasificación de productividad del suelo, definiendo previamente los rangos de las variables que dan origen a los diferentes niveles de la clasificación.

Además de generar mapas a partir de información de campo y de modelos matemáticos como la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (Echavarría Cháirez e tal., 2004).

mapas a partir de información de campo y de modelos matemáticos como la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo

(Echavarría Cháirez e tal., 2004).



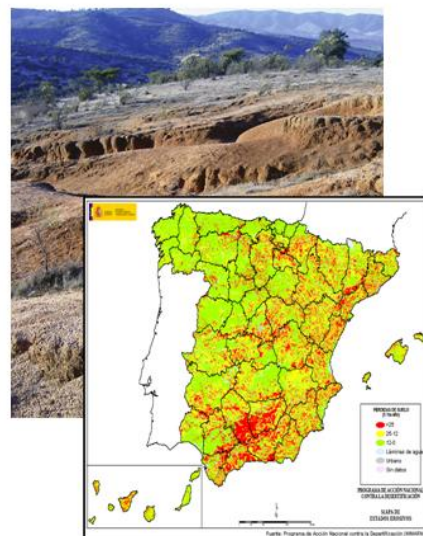
Estudios realizados

Un estudio realizado por Alondra Gil Ríos (2010) es la Evaluación de la pérdida de suelo en la microcuenca del Río Francés en el que muestra mapas de riesgo de erosión hídrica usando la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo como una aproximación analítica para evaluar la erosión de suelo de dicha cuenca. Este método fue aplicado porque permite caracterizar zonas con mayor erosión presentando una marcada autocorrelación espacial dentro de la zona de estudio. A partir de este modelo se estimó que la pérdida de suelo en la microcuenca es de 2,741.66 ton/año, con base a este estudio realizado se determina que el 13% de la microcuenca se encuentra en un nivel bajo de peli-

gro, el 82% de la zona tiene nivel medio y el restante 5% en un nivel alto.

Estos resultados indican que alrededor del 1% del paisaje se encuentra en un alto riesgo, el 8% presenta un nivel medio y el 91% restante tiene un nivel bajo a la erosión.

La extensión de la USLE a través del SIG se puede apreciar como un ejercicio exploratorio relevante que permite realizar el planteamiento de algunas hipótesis del comportamiento de la remoción de suelo en la zona de estudio.



Referencias

Díaz Mendoza, Claudia Alternativas para el control de la erosión mediante el uso de coberturas convencionales, no convencionales y revegetalización Ingeniería e Investigación, vol. 31, núm. 3, diciembre, 2011, pp. 80-90, Universidad Nacional de Colombia, Colombia.

Echavarría Chaires, Francisco. Medina García, Guillermo. Gutiérrez Luna, Ramón. Serna Pérez, Alfonso. Identificación de áreas susceptibles de reconversión de suelos agrícolas hacia agostadero y su conservación en el ejido Pánuco, Zacatecas. México, 2004.

Gil Ríos Alondra. Evaluación de la pérdida de suelo en la microcuenca del Río Francés. Tesis (Facultad de Ingeniería Ambiental, UNICACH). Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. 2010.

Wischmeier, W. H., and Smith, D.D. 1978. Predicting rainfall erosion losses—a guide to conservation planning. U.S. Department of Agriculture, Agriculture Handbook No. 537.





Jessica Paola Martínez Pérez

Resumen

El trabajo se desarrolló en Ciudad Universitaria (CU) de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH), campus Tuxtla Gutiérrez, abordando la protección del recurso suelo, atendiendo la problemática de compactación que presentan los suelos, se propone un método para disminuir el grado de compactación que estos presentan.

Palabras clave: índice de compactación, biorremediación de suelo, humus de lombriz, parámetros físicos-químicos del suelo.

Introducción

El suelo constituye un recurso esencial para el desarrollo económico-social y es el sostén físico y químico de todos los ecosistemas terrestres. Su de-

gradación es definida como la pérdida a largo plazo en la función y productividad de los ecosistemas,



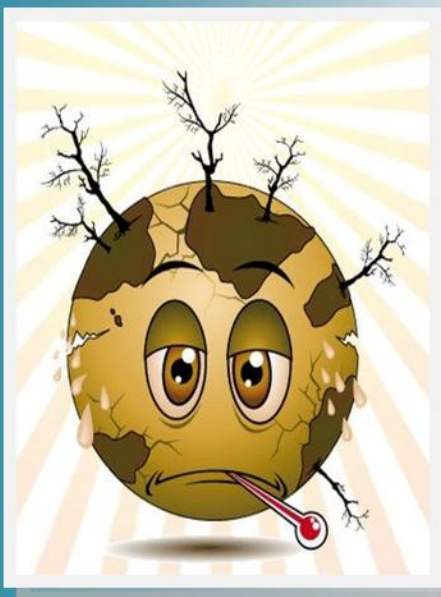
causada por alteraciones, a partir de las cuales el suelo no puede recuperarse sin ayuda (Bai *et al.*, 2008; Oldeman y Hakkeling, 1991; citado por González, 2009). La degradación del suelo puede tener causas naturales y antropogénicas, siendo estas últimas las que mayores efectos negativos provocan. Entre los factores provocantes de degradación física del suelo se encuentra la compactación,

la cual ha sido considerada como la principal causa de degradación del suelo (Pagliai, *et al.*, 2003; citado por González, 2009).

El uso intensivo de la tierra y las inadecuadas prácticas de manejo conllevan al deterioro de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, las cuales influyen en gran manera sobre la aireación, la disponibilidad de nutrientes, la retención de agua y, por lo tanto en la actividad biológica; lo cual condiciona el empobrecimiento de sus cualidades físicas, y disminuyen los

rendimientos agrícolas. Actualmente la compactación del suelo es uno de los problemas más importantes que enfrenta la agricultura, debido a que estas actividades están implementando el uso de maquinarias modernas y pesadas provocando un mayor peso sobre el suelo, aumentando así la fuerza de este recurso, lo que disminuye la conductividad hidráulica, como resultado, es reducida la penetración de las raíces; la extracción de agua resulta más difícil y el crecimiento de las plantas se ve afectado. La compactación de un suelo agrícola provoca alteraciones en su interior, modificando buena parte del ambiente físico en el cual se desarrolla el cultivo, reduciendo los rendimientos y el uso eficiente del agua asociado a la demora en extraer agua del suelo en profundidad. Una alternativa amigable con el medio ambiente para recuperar las propiedades del suelo, es el composta-





je y el vermicompostaje, esto se debe a que son productos estables que pueden tener diversas aplicaciones de interés agrícola como abonos, enmiendas y sustratos orgánicos, y regulan la dinámica de la nutrición vegetal en el suelo.

El contenido de materia orgánica mejora la estructura del suelo y contribuye a disminuir su compactibilidad. La materia orgánica en el suelo favorece la formación y estabilidad de agregados, aumenta la porosidad total, disminuye la densidad de volumen, mejora la actividad biológica del suelo y propicia que el suelo retenga

mayor humedad. Además incrementa los límites de consistencia del suelo, aumentando el intervalo de humedad al cual se puede trabajar el suelo.

El objetivo principal del presente trabajo es la biorremediación de suelos compactos aplicando abono orgánico utilizando humus de lombriz (lombricomposta) para recuperar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Determinado el grado de compactación que el suelo de estudio presenta se evaluaron los siguientes parámetros: pH, textura, permeabilidad, humedad, densidad aparente, contenido orgánico y salinidad.

Metodología

Para llevar a cabo el experimento se seleccionó un sitio de estudio que tuviera las características de un suelo compacto. La presente investigación se realizó en la UNICACH, campus Tuxtla Gutiérrez, en un sitio de 2 m de

largo y 1.50 m de ancho, el cual se dividió en seis bloques, cada bloque tiene las siguientes dimensiones 50 cm de largo y 50 cm de ancho.

Para determinar el grado de compactación que presentaba el suelo antes de la biorremediación se llevó a cabo en el laboratorio el análisis de las variables de: permeabilidad, salinidad, materia orgánica, pH, textura, humedad y densidad aparente. Estos análisis se evaluaron en dos etapas tanto en época de estiaje como en época de lluvias y se tomaron tres muestras por bloque de 5 a 10 cm de profundidad. A partir de los valores de humedad y la densidad aparente que se obtuvieron se

establecieron nueve niveles (tabla 1) utilizando un intervalo de 0.02, se ubicaron en la matriz (Madero y Herrera, 2000) de relaciones de forma tal que en orden ascendente las densidades ocuparan las filas y las humedades de muestreo, las columnas; y se combinaron las filas con las columnas. De igual manera se utilizó la matriz del índice de compactación propuesta por Madero y Herrera (2000); estratégicamente siguiendo un orden ascendente de dureza entre grados de consistencia (Tabla 3), de la siguiente manera: Suelto - Blando - Muy Friable - Friable - Plástico - Duro - Muy Duro - Firme - Muy Firme - Cementado - Muy Cementa-



semanas.

Después de determinar la consistencia e índice de compactación que presenta el sitio de estudio, se procedió a airear el suelo y se aplicó una capa de 6 cm de sustrato orgánico adquirido comercialmente, enseguida se añadió el humus de lombriz, se utilizaron 1, 2, 3, 4 y 5 kg/m² al hacer la relación de acuerdo a las dimensiones de los bloques estos quedaron con una dosis de 250 gr., 500 gr., 750 gr., 1 kg y 1.250 kg. Se dejó estabilizar el suelo con el abono orgánico durante tres días para luego volver a realizar los análisis del suelo, se analizaron todas las variables mencionadas anteriormente durante 4

La elaboración de lombricomposta se llevó a cabo en C.U., se utilizó estiércol bovino. Se trabajó durante dos meses con la vermicomposta por lo que se hicieron dos cargas de estiércol, el cual era precompostado durante una semana para estabilizar el pH, humedad y temperatura haciendo que estas variables fueran aptas para el buen desarrollo de las lombrices.



Tabla 1. Densidad aparente y humedad gravimétrica en suelos del experimento, a partir de los cuales se construyeron los niveles de la matriz.

Da (g/cm ³)			Humedad		
Nivel	Clase		Nivel	Clase	
1	1.002	1.022	1	21.858	22.658
2	1.023	1.063	2	22.659	23.459
3	1.064	1.104	3	23.46	24.26
4	1.105	1.125	4	24.27	25.07
5	1.126	1.146	5	25.08	25.88
6	1.147	1.167	6	25.89	26.69
7	1.168	1.188	7	26.7	27.5
8	1.189	1.209	8	27.6	28.4
9	1.21	1.23	9	28.5	29.3



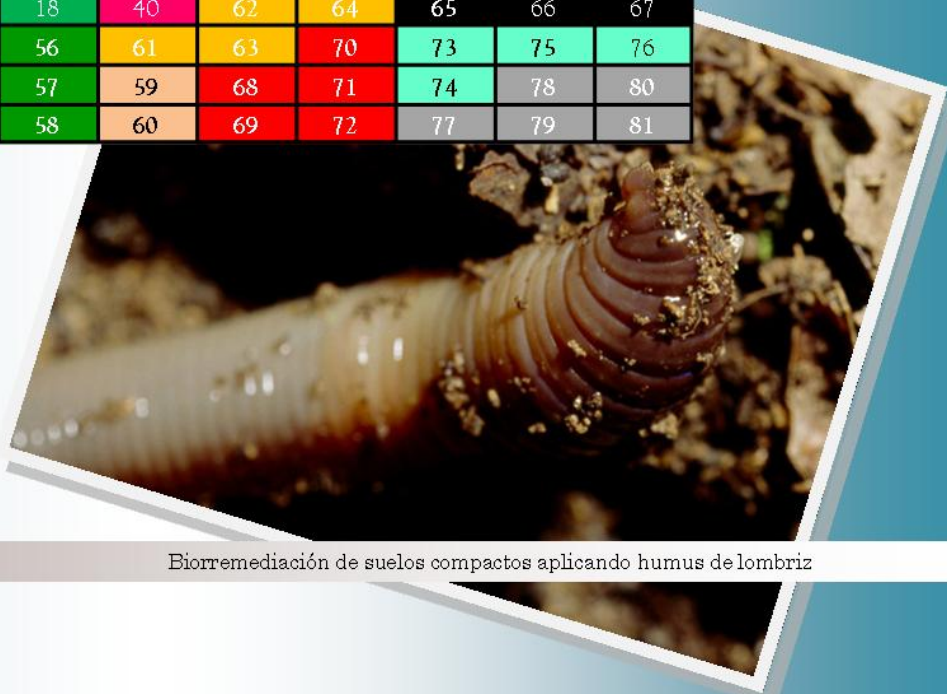
TABLA 2. MATRIZ DE CONSISTENCIA (MADERO Y HERRERA, 2000).

Densidad Aparente	Unidades de Humedad								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1,1	2,1	3,1	4,1	5,1	6,1	7,1	8,1	9,1
2	1,2	2,2	3,2	4,2	5,2	6,2	7,2	8,2	9,2
3	1,3	2,3	3,3	4,3	5,3	6,3	7,3	8,3	9,3
4	1,4	2,4	3,4	4,4	5,4	6,4	7,4	8,4	9,4
5	1,5	2,5	3,5	4,5	5,5	6,5	7,5	8,5	9,5
6	1,6	2,6	3,6	4,6	5,6	6,6	7,6	8,6	9,6
7	1,7	2,7	3,7	4,7	5,7	6,7	7,7	8,7	9,7
8	1,8	2,8	3,8	4,8	5,8	6,8	7,8	8,8	9,8
9	1,9	2,9	3,9	4,9	5,9	6,9	7,9	8,9	9,9

Suelta
Blanda
Duro
Muy friable
Friable
Ligeramente firme
Muy duro
Muy firme
Plástica
Firme
Cementado
Muy cementado

Tabla 3. Matriz de índice de compactación (Madero y Herrera, 2000).

Unidades de densidad aparente	Unidades de Humedad								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	4	7	22	25	28	31	34	37
2	2	5	8	23	26	29	32	35	38
3	3	6	9	24	27	30	33	36	39
4	10	13	16	19	21	42	44	46	48
5	11	14	17	20	41	43	45	47	49
6	12	15	18	40	62	64	65	66	67
7	50	53	56	61	63	70	73	75	76
8	51	54	57	59	68	71	74	78	80
9	52	55	58	60	69	72	77	79	81



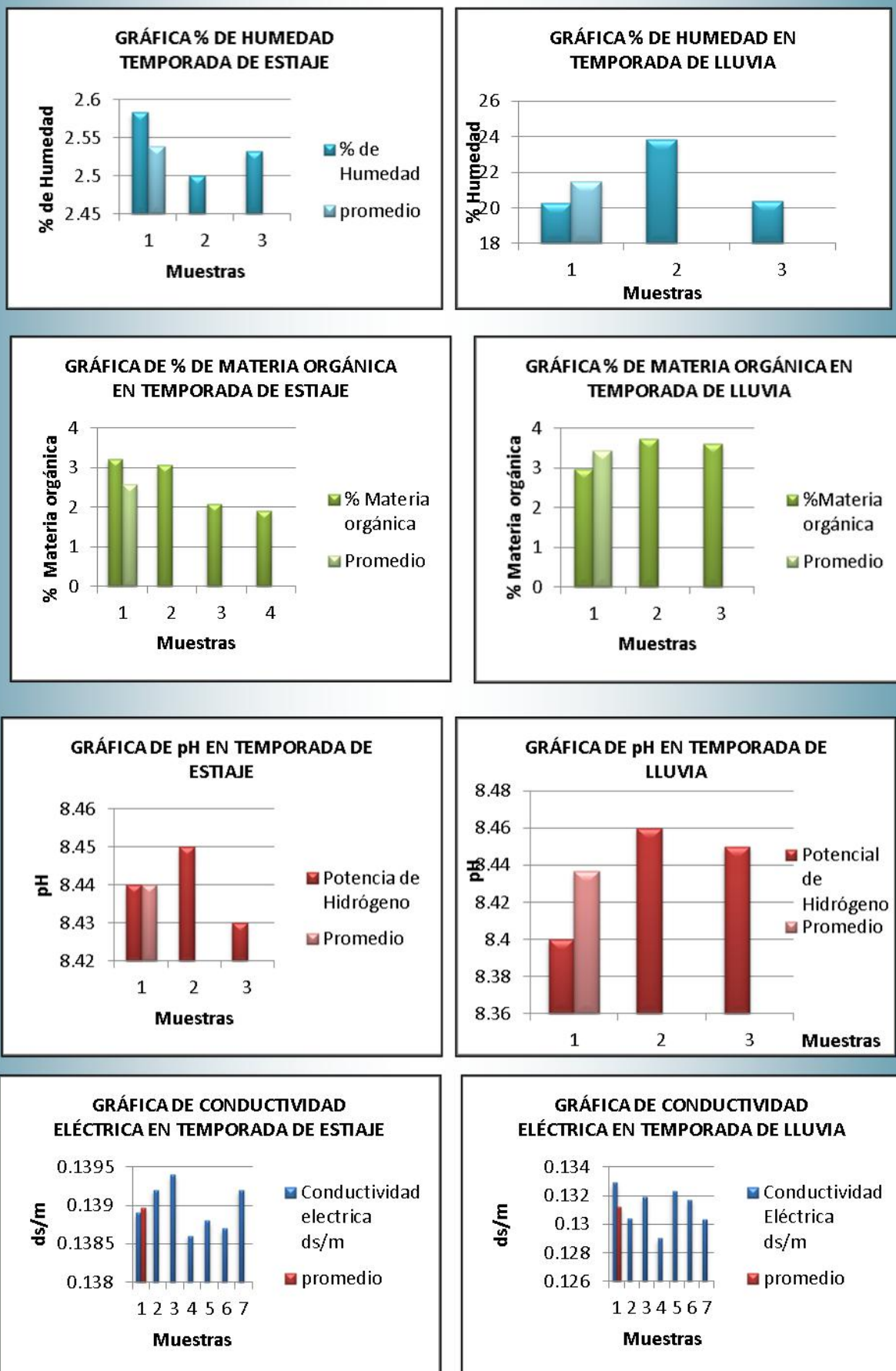
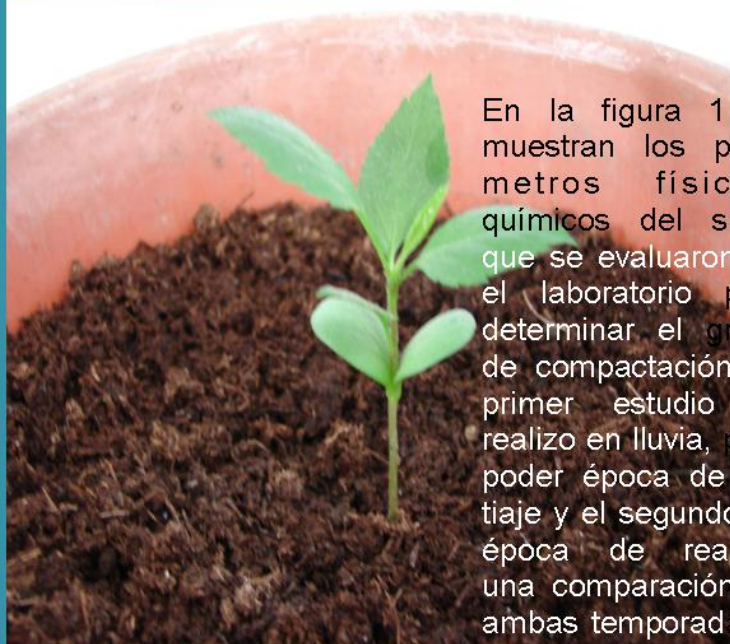


Figura 1. Gráfica de los parámetros físico-químicos evaluados del suelo.



En la figura 1 se muestran los parámetros físicos-químicos del suelo que se evaluaron en el laboratorio para determinar el grado de compactación. El primer estudio se realizó en lluvia, para poder época de estiaje y el segundo en época de realizar una comparación en ambas temporadas y con esto poder determinar el efecto que tiene la humedad sobre la compactación.

Con los datos de densidad y el porcentaje de humedad que

se obtuvieron, al aplicar la matriz de consistencia (tabla 2) el suelo presenta una consistencia dura y al intercalar los valores de densidad aparente del suelo que fue de 1.17 y el porcentaje de humedad de 21.49% y de acuerdo a la tabla 3, el índice de compactación que el suelo presentó fue de 50, lo que indica que el sitio de estudio presenta un nivel de compactación media.

Evaluación del grado de compactación del suelo después de la aplica-

ción del humus de lombriz

Los resultados que se obtuvieron para la densidad aparente y humedad en la evaluación de los seis bloques con diferentes dosis de lombricomposta se muestran en la tabla 4.

Tabla 4.

Resultados para densidad aparente y humedad que se obtuvieron en el laboratorio

	Peso suelo suelto (g)	Peso suelo compacto (g)	PVS (g/m ³)	PVC (g/m ³)	% Humedad
SUELO 1	5600	6640	1.024	1.214	24.480
SUELO 2	5480	6520	1.002	1.192	22.128
SUELO 3	5550	6640	1.015	1.214	25.880
SUELO 4	5760	6550	1.053	1.198	21.859
SUELO 5	6000	6800	1.097	1.243	28.684
SUELO TESTIGO	5950	6650	1.088	1.216	22.974

Con los datos que se muestran en la tabla 4 y al aplicar la matriz (tabla 2) y la tabla 1, la consistencia del suelo para cada uno de los bloques evaluados es la siguiente:

Tabla 5. Consistencia del suelo de acuerdo a la densidad aparente y humedad.

	PVS (g/m ³)	% Humedad	Datos de la matriz	Consistencia
SUELO 1	1.024	24.480	4,2	Muy friable
SUELO 2	1.002	22.128	2,1	suelta
SUELO 3	1.015	25.880	5,1	Muy friable
SUELO 4	1.053	21.859	1,2	suelta
SUELO 5	1.097	28.684	9,3	Muy friable
SUELO TESTIGO	1.216	22.974	2,9	Dura

Conclusiones

Los resultados muestran que las densidades son bajas, y las humedades son altas por lo tanto, esto representa suelos con baja sensibilidad a la compactación, a excepción del suelo testigo que sigue presentando un índice de compactación media por su consistencia dura.

Debido a que la humedad de todos los bloques evaluados es alta y suficiente, se puede decir que esta puede ser de fácil aprovechamiento para las plantas; y las densidades bajas, permitirán que el agua drene con facilidad, facilitando su infiltración, haciendo que el suelo compacto vuelva a ser factible para

Referencias

cultivar.

Álvaro Andrés Albán Tello. "Índice preliminar de compactación y propiedades hidrológicas en suelos cálcicos bajo caña de azúcar (*saccharum officinarum* L)". Tesis de Ma-

estría, Facultad de ciencias agropecuarias coordinación general de postgrados Palmira 2009.

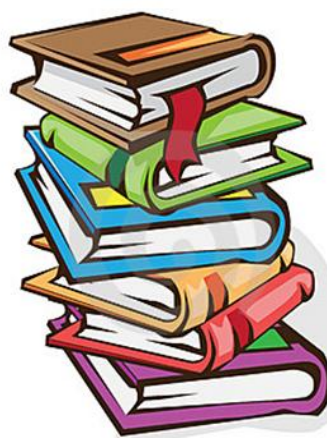
Arrigo, N. M.; Jiménez, M.; Palma, R.; Benito M.; y Tortarol, M.; "Residuos de poda compostados y sin compostar: uso potencial como enmienda orgánica en suelo". Ciencia del suelo Buenos Aires v.23 n.1 (enero-jul. 2005).

Ávila Dávila, Melissa; Bustillo Manrique, Laury; Charris Fruto, Harold; Mayorga Becerra; Edinson. "pH, Humedad, Conductividad y Salinidad en los Suelos". Corporación Universitaria de la Costa. Facultad de Ciencias Ambientales, 2011, pp 1-3.

González Cueto, Omar; Iglesias Coronel, Ciro E.; Herrera Suárez, Miguel. Análisis de los factores que provocan compactación del suelo agrícola.

Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, vol. 18, núm. 2, 2009, pp. 57 - 63. Universidad Agraria de La Habana, Cuba.

Hernández, O. A.; Rodríguez, D.; Ojeda, L.; López, J., y Arras, A. M. "Abonos orgánicos y su efecto en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo". TECNO-CIENCIA Chihuahua Vol. IV, No. 1 (Enero-Abril 2010), pp 1-3. Lozano F., Jaime; Madero, Edgar; Herrera, Óscar.



histeréticos del Valle del Cauca, Colombia". Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal, vol. 54, núm. 2, 2005.

Salgado G, S., Palma L, D., Lagunes E, L., Castelán E, M. (2006). *Manual para muestreo de suelos, plantas y aguas e interpretación de análisis*. Colegio de Postgraduados Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas, Campus Tabasco. "Muestreo de suelos" (pp. 1-2). Tabasco, Mé-

Determinación de alcalinidad en la laguna Miramar, municipio de Emiliano Zapata

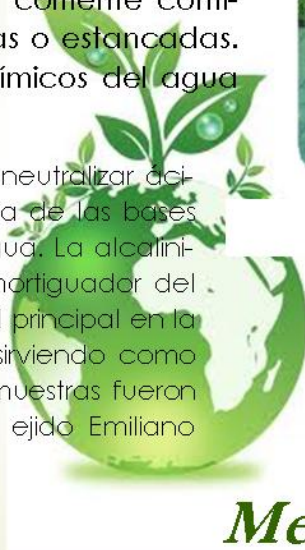
Introducción

El agua es el compuesto químico más abundante del planeta y resulta indispensable para el desarrollo de la vida. Está formado por un átomo de oxígeno y dos de hidrógeno, y su fórmula química es H_2O . Los lagos, lagunas, charcas y pantanos son aguas interiores que no presentan corriente continua, por lo que son llamadas aguas lenticas o estancadas. Uno de los principales parámetros físico-químicos del agua dulce es la alcalinidad.

La Alcalinidad es la capacidad del agua para neutralizar ácidos o aceptar protones. Esta representa la suma de las bases que pueden ser tituladas en una muestra de agua. La alcalinidad, no sólo representa el principal sistema amortiguador del agua dulce, sino que también desempeña un rol principal en la productividad de cuerpos de agua naturales, sirviendo como una fuente de reserva para la fotosíntesis. Las muestras fueron extraídas de "Laguna Miramar" ubicada en el ejido Emiliano Zapata, municipio



Figura 1. Laguna Miramar



Metodología

PRECAUCIONES Y CONSEJOS DE SEGURIDAD:



Si bien se trabaja con una solución diluida de ácido sulfúrico, debe tenerse en cuenta que la misma es corrosiva e irritante por contacto y tóxica por ingestión.

Utilícese protección para los ojos. En caso de contacto con la piel o los ojos lávese prontamente con agua en abundancia y acuda inmediatamente al médico.

1. Las soluciones de ácido sulfúrico y naranja de metilo, fueron proporcionadas por la laboratorista.
2. Previo al comienzo de la práctica, se tuvo la preparación del material días anteriores.
3. Montar el dispositivo de trabajo; el cual comprende en armar el soporte universal y sujetar la bureta con las pinzas.
4. Las muestras fueron sacadas de la hielera, con el fin que estas se mantuvieran a temperatura ambiente.

5. Las muestras fueron rotuladas con las letras A, B, C, y D, como se harían dos repeticiones por muestras llevarían subíndices de 1 y 2, por ejemplo: A1 Y A2, B1 Y B2.

6. Los materiales de laboratorio (buretas), fueron previamente llenadas con agua de la llave, para así eliminar cualquier proveniente del medio que alterara la prueba.

7. Después se eliminó la burbuja de aire que se genera al llenar la bureta en la punta de la bureta, una vez desechado el aire, se procedió a vaciar la bureta y a llenar con Acido sulfúrico (H_2SO_4).

8. Se pasó a llenar los matraces con 15 ml de la muestra, fue implementada la duplicación de pruebas por cada muestra analizada para obtener resultados precisos, en cuanto al contenido de $CaCO_3$.

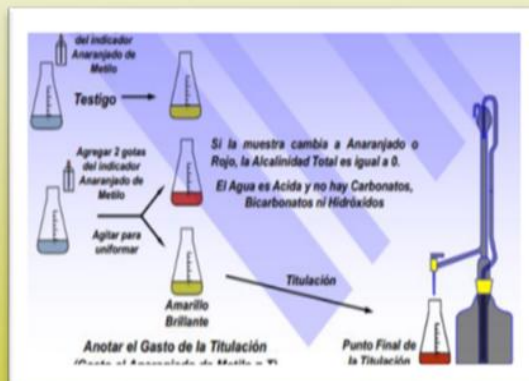
9. Se aplicaron 2 gotas de Naranja de metilo a cada matraz (muestras).

Tabla 1.- Rangos de alcalinidad

Descriptor	ALCALINIDAD (mg/l $CaCO_3$)
BAJA	<75
MEDIA	75-100
ALTA	>150
Datos tomados de Kevern (1989)	

Correo para recibir
notificación:
leidy_diana1990@
hotmail.com

Figura 2.- Procesos para la
Alcalinidad



Conclusiones

Los resultados obtenidos de las determinaciones de alcalinidad total proveen un método para la clasificación de acuerdo a los rangos de alcalinidad presentes en aguas naturales (ver Tabla 1) la alcalinidad que presenta con respecto a los resultados es baja, asumiendo la ausencia de ácidos débiles inorgánicos u orgánico de acuerdo a los cálculos basados en alcalinidad total.

Correo para recibir



Referencias

Juscamaita, Erick. Análisis Químico Cuantitativo, 1ra edición Lima-Perú, Handbook of Acides and Bases Indicators, R.W.Sabnis 1ra edición 2008 EEUU.

NMX-AA-036-SCFI-2001: " Análisis de agua - Determinación de acidez y alcalinidad en aguas naturales, residuales y residuales tratadas - Método de prueba".

Standard methods for the examination of water and waste water publicado por la APHA. Determinación de Alcalinidad en agua, Método 2320 B - 1995. Método para análisis de carbonatos y bicarbonatos para agua y soluciones, Determinación de carbonatos y bicarbonatos.

Vernon L. Snoeyink, David Jeankins, Química del Agua, 5ª. Reimpresión, Editorial Limusa, S.A. de C.V., México, 1999, pp508.

Parámetros físico-químicos Alcalinidad Visualizado el 07/05/2013 a las 4:00 p.m. Disponible en: <http://www.uprm.edu/biology/profs/massol/manual/p2-alcalinidad.pdf>



DESERTIFICACIÓN DE SUELOS: UN PROBLEMA PARA TODOS

"MIRADAS AMBIENTALES"

LEIDY DIANA SÁNCHEZ GUZMÁN



El presente artículo está dedicado a la Desertificación del suelo: un grave problema que afecta a extensas zonas de nuestro país con la finalidad de divulgar y hacer un material accesible para los alumnos con una temática común de aprendizaje en la materia de Mecánica de Suelos.

Introducción

El suelo puede definirse, de acuerdo con el glosario de la Sociedad Americana de la [Ciencia del Suelo \(1984\)](#), como el material mineral no consolidado en la superficie de la tierra, que ha estado sometido a la influencia de factores genéticos y ambientales (material parental, clima, macro y microorganismos y topografía), actuando durante un determinado periodo.

Es considerado también como un cuerpo natural involucrado en interacciones dinámicas con la atmósfera y con los estratos que están debajo de él, que influye en el clima y en el ciclo hidrológico del planeta, y que sirve como medio de crecimiento para diversos organismos. Además, el suelo juega un papel ambiental de suma importancia, ya que puede considerarse como un reactor biofísico-químico en donde se descompone material de desecho que es reciclado dentro de él ([Hillel, 1998](#)).

México es un país con una gran complejidad geológica, en donde existe una gran diversi-

dad de rocas con características y orígenes distintos, lo que dio como resultado diferentes tipos de suelos. De las 28 unidades o categorías de suelo reconocidas por la FAO/UNESCO/ISRIC en 1988, en México se encuentran 25, entre los cuales sobresalen 10 que constituyen el 74% de la superficie del territorio. Cinco de estas variedades cubren casi cuatro quintas partes del territorio nacional: leptosoles, regosoles alcisoles, feozems y vertisoles ([SEMARNAT 2003](#)).

Sin embargo, tanto en México como a nivel mundial, el suelo sufre una degradación acelerada como consecuencia principalmente de diversas actividades humanas. La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), coloca a México entre los primeros lugares en este aspecto (con cerca de 50% de suelos severa y muy severamente degradados), comparado con el resto de sus países miembros. En América Latina, México se encuentra en un punto intermedio entre los países de Centro y Sudamérica ([OCDE 2003](#)).

En gran medida, este deterioro se encuentra asociado a la falta de conocimiento sobre el papel ambiental que juega el suelo, así como de los límites para su aprovechamiento en función de sus aptitudes y acerca de las técnicas apropiadas para que pueda ser sustentable.

Este desconocimiento se traduce, entre otros aspectos, en la falta de políticas de usos del

DESERTIFICACIÓN DE SUELOS: UN PROBLEMA PARA TODOS

"MIRADAS AMBIENTALES"

LEIDY DIANA SÁNCHEZ GUZMÁN

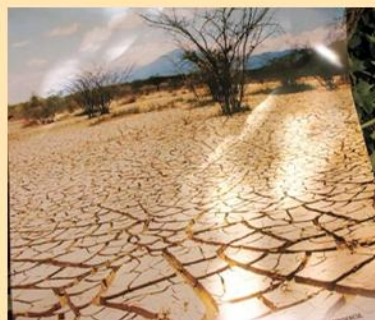
suelo y en prácticas que lejos de contribuir a su protección, aceleran su degradación, sin tomar en cuenta que su pérdida puede ser irreversible.



No es sino hasta la publicación de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) en 1988, y particularmente después de sus Reformas de 1996, que la protección jurídica de los suelos se aborda desde una perspectiva ambiental más amplia ([Carmona, 2003](#)). En dicha ley se establecen los principios y criterios ambientales que deben aplicarse en las actividades que mayor impacto están teniendo en ellos, y en la regulación y control de los procesos específicos que provocan su contaminación y que involucran el manejo de materiales (plaguicidas, fertilizantes y sustancias tóxicas) y residuos peligrosos ([Brañes, 2000](#)).



Es crucial conocer en qué medida la LGEEPA y otras leyes y normas, así como qué tanto las políticas y programas ambientales y otras políticas y programas sectoriales, contribuyen a la protección de los suelos. Se requiere dimensionar las presiones que se ejercen sobre los suelos, definir cuál es el estado actual de estos en México y determinar en qué medida las diversas presiones están ocasionando impactos adversos en los suelos, para poner en perspectiva la respuesta gubernamental y social para contender con la situación que al respecto prevalece en México.



Desarrollo

La deforestación o degradación de la cubierta vegetal se refiere a la remoción o destrucción de la vegetación existente en un área determinada ([PNUMA](#)).

Es importante considerar que habitualmente la deforestación se encuentra asociada con el cambio de uso del suelo forestal hacia otro uso, así como con la ampliación de áreas de cultivo o pastoreo, sin tomar en cuenta que, como resultado, el suelo generalmente se agota en dos o tres ciclos de cultivo. Entre las áreas recubiertas de vegetación que tienen los suelos más deteriorados se encuentran los bosques, muchos de los cuales se localizan en zonas montañosas en donde, además, están sujetos a la presión de la erosión hídrica.

A su vez, la deforestación es uno de los factores que inciden de manera importante en la calidad del suelo y en su capacidad para resistir la acción del viento y del agua ([SEMARNAT, 2000](#)).

El crecimiento de las ciudades (urbanización) es otra fuente que provoca modificaciones en el uso del suelo, las cuales dependen en buena medida del tipo de sustrato y en términos generales, los suelos más aptos para la agricultura son los más explotados ([SEMARNAT, 2003](#)).

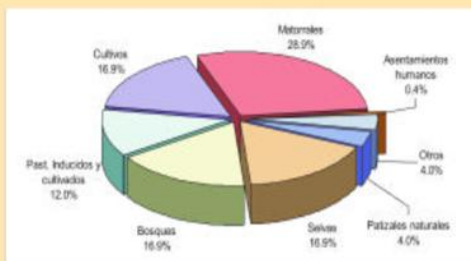
Durante años se ha identificado que la expansión de superficies destinadas a actividades agropecuarias es un factor que provoca la deforestación. En los últimos siglos prácticamente la mitad del territorio nacional se ha modificado intensamente debido a cambios en el uso del suelo. La fuente más reciente de información sobre el uso del suelo en México es el Inventario Nacional Forestal de 2000, en donde se indica que el 29% del territorio corresponde a cobertura antrópica (suelos destinados para cultivos, pastizales inducidos o cultivados, ganadería y asentamientos huma-

DESERTIFICACIÓN DE SUELOS: UN PROBLEMA PARA TODOS

"MIRADAS AMBIENTALES"

LEIDY DIANA SÁNCHEZ GUZMÁN

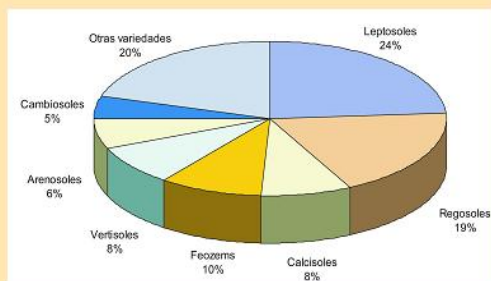
nos), el 18% es vegetación secundaria y el 53% restante incluye pastizales naturales y matorrales xerófilos usados para la ganadería, así como otras áreas más o menos alteradas por las actividades humanas.



Gráfica 3.- Usos del suelo y vegetación en México, 2000.

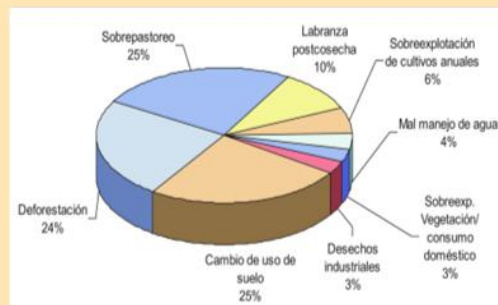


Pie de imagen o gráfico.



Gráfica 1.- Proporción de la superficie de México cubierta por las principales variables de suelos

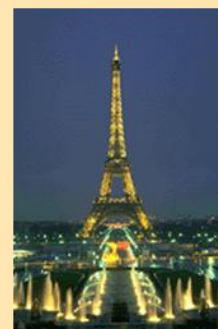
Principales causas de la degradación de suelos en México, 1999



Gráfica 2.- Se muestra la contribución de los diferentes factores que ejercen presiones sobre los suelos y ocasionan su degradación a nivel Nacional.

El suelo, como integrante del ecosistema, ocupa una posición clave en los ciclos globales de la materia. En él existe una amplia variedad de cadenas y redes alimenticias, lo cual permite que ocurra un intercambio intenso de materia y energía entre el aire, el agua y las rocas que lo componen. En este sentido, es importante recordar que el 60.7% del territorio mexicano está formado por leptosoles, regosoles y calcisoles que contienen poca humedad, son poco profundos y poseen baja fertilidad por su alto contenido de calcio; si a ellos se suman las áreas cubiertas con suelos gleyxems, solonchaks, acrisoles o alisoles, casi dos terceras partes de los suelos del país no son aptos para la agricultura ([SEMARNAT, 2003](#)). La desertificación se define como la degradación de las tierras de zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas, que resulta de factores de origen climático y de actividades humanas, como la deforestación, el sobrepastoreo, la expansión de áreas agrícolas hacia áreas frágiles y la sobreexplotación de vegetación para uso doméstico. Existen siete procesos principalmente responsables de la desertificación: (i) degradación de la cubierta vegetal, (ii) erosión hídrica, (iii) erosión eólica, (iv) salinización, (v) reducción de la materia

"Incluya aquí una frase o una cita del artículo para captar la atención del lector".



Pie de imagen o gráfico.

DESERTIFICACIÓN DE SUELOS: UN PROBLEMA PARA TODOS

"MIRADAS AMBIENTALES"

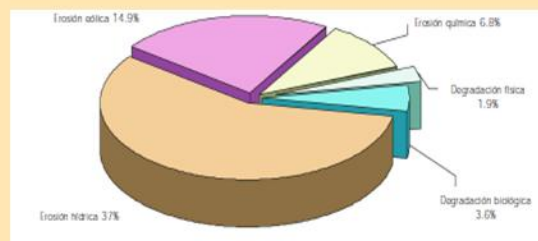
LEIDY DIANA SÁNCHEZ GUZMÁN

tramiento y compactación del suelo y (vii) acumulación de sustancias tóxicas para los seres vivos. De éstos, los cuatro primeros son considerados procesos primarios de desertificación (debido a que sus efectos son amplios y tienen un impacto muy significativo sobre la producción de la tierra) y los tres últimos secundarios.

Cabe señalar, que este proceso se evalúa con base en tres criterios: estado actual, velocidad y riesgo. Para cada uno de ellos se consideran cuatro clases de desertificación: ligera, moderada, severa y muy severa (PNUMA, 2003).

La desertificación no se refiere a la expansión de los desiertos existentes, sucede porque los ecosistemas de las tierras áridas (una tercera parte de la Tierra), son extremadamente vulnerables a la sobreexplota-

rehabilitación de los suelos. La principal consecuencia de la desertificación, es la reducción de la productividad de los ecosistemas expresada en la disminución de rendimientos agrícolas, pecuarios y forestales, así como en la pérdida de la



diversidad biológica (Anaya 2003).

Grafica 4.- Causas de la degradación de los suelos en las zonas áridas, semiáridas secas en México.

De acuerdo con estudios realizados por la Universidad Autónoma Chapingo y el Colegio de Posgraduados, la desertificación afecta en diversos grados (desde el más leve hasta el más severo) a más del 70% del territorio nacional. La velocidad de la de recuperación y rehabilitación de los suelos. La principal consecuencia de la desertificación, es la reducción de la productividad de los ecosistemas expresada en la disminución de rendimientos agrícolas, pecuarios y forestales, así como en la pérdida de la diversidad biológica (Anaya 2003).



ción y al uso inapropiado de la tierra (FAO, 2000; CINU, 2003).

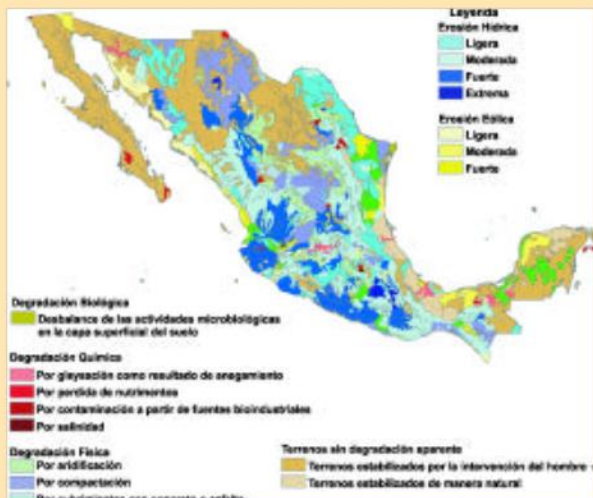
Grafica 4.- Causas de la degradación de los suelos en las zonas áridas, semiáridas secas en México.

De acuerdo con estudios realizados por la Universidad Autónoma Chapingo y el Colegio de Posgraduados, la desertificación afecta en diversos grados (desde el más leve hasta el más severo) a más del 70% del territorio nacional. La velocidad de la de recuperación y

DESERTIFICACIÓN DE SUELOS: UN PROBLEMA PARA TODOS

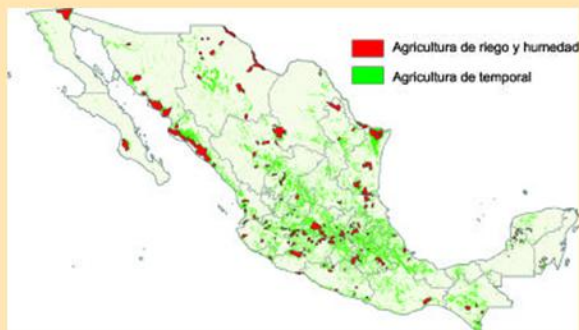
"MIRADAS AMBIENTALES"

LEIDY DIANA SÁNCHEZ GUZMÁN



Mapa 1.- Degradación del suelo causada por actividades humanas.

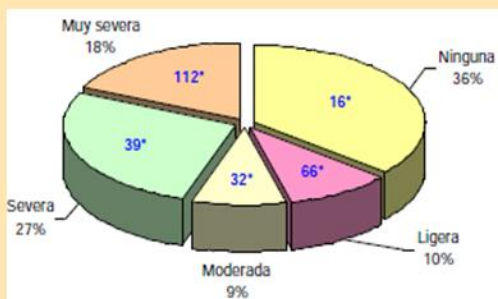
Nota: Los datos se refieren al total del territorio Nacional, del cual es el 64% de los suelos se encuentra afectado. Fuente: INEGI-SEMARNAT 2000.



Mapa 2.- Superficie del territorio Mexicano dedicado a actividades agrícolas.

Los estados de Chiapas, Jalisco, Oaxaca, Tamaulipas y Veracruz, se encuentran entre las entidades con mayor superficie de cultivos (en todos los casos una extensión superior a 20,000 km²). Por otra parte, el sistema de uso del suelo que cubre más superficie en México es el dedicado a la ganadería con más de 100 millones de hectáreas, en donde el principal problema es la escasez de forraje con conse-

cuencias como disminución del hato, muerte del ganado, desnutrición, pobreza, miseria y migración (Anaya, 2003).



5.- Severidad de la degradación de suelos de acuerdo con la distribución de México. *Densidad de población correspondiente al dato de degradación. Fuente: FAO TERRASTAT 2003.

Tabla 1.- Degradación de suelos a causa de actividades agrícolas. Fuente: FAO-TERRASTAT 2003.

Tipo de degradación	Degradación total (miles de km ²)	Degradación por actividades agrícolas (km ²)
Severa	525	215
Muy severa	349	227
Degradación total	874	442
Degradación total con respecto al total del territorio (%)	44	22

Dado que la regla fundamental para la protección de los suelos radica en su utilización de acuerdo con sus aptitudes naturales y mediante el empleo de técnicas adecuadas, es pertinente conocer el marco jurídico en el cual se

DESERTIFICACIÓN DE SUELOS: UN PROBLEMA PARA TODOS

"MIRADAS AMBIENTALES"

LEIDY DIANA SÁNCHEZ GUZMÁN

puede hacer efectiva la aplicación de dicha regla, para lo cual se da a conocer a continuación la tabla 2 donde se presentan las Normas Oficiales Mexicanas Vigentes en Materia de Suelo:

Tabla 2.- Normas Oficiales Mexicanas Vigentes en Materia de Suelo.

Norma	Regulación y fecha de publicación en el DOF
NOM-060-SEMAR-NAT-1994	Establece las especificaciones para mitigar los efectos adversos ocasionados en los suelos y cuerpos de agua por el aprovechamiento forestal (mayo de 1994)
NOM-062-SEMAR-NAT-1994	Establece las especificaciones para mitigar los efectos adversos sobre la Biodiversidad ocasionada por el cambio de uso del suelo de terrenos forestales a agropecuarios (mayo de 1994).
NOM-021-SEMAR-NAT- 2000	Establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos, estudio, muestreo y análisis (diciembre de 2002)
NOM-020-SEMAR-NAT- 2001	Establece los procedimientos y lineamientos que se deberán observar para la rehabilitación, mejoramiento y conservación de los terrenos forestales de pastoreo (diciembre de 2001)
NOM-023-SEMAR-NAT- 2001	Establece las especificaciones técnicas que deberá contener la cartografía y la clasificación para la elaboración de los inventarios de suelos (diciembre de 2001)
NOM-EM-138-ECOL-2002 (norma emergente)	Establece los límites máximos permisibles de contaminación en suelos afectados por hidrocarburos, la caracterización del sitio y procedimientos para la restauración (DOF, marzo 2004) Actualmente el grupo de trabajo que elaboró la NOM se encuentra dando respuesta a los comentarios recibidos durante el periodo de consulta pública.

Conclusión

Si bien en México la principal consecuencia de la desertifica-

ción, es la reducción de la productividad de los ecosistemas expresada en la disminución de rendimientos agrícolas, pecuarios y forestales, así como en la pérdida de la diversidad biológica (Anaya, 2003).

En lo que a degradación física se refiere, las principales causas son la urbanización (7.5 mil km²), la acidificación (10.8 mil km²), la compactación (5.5 mil km²) y las inundaciones (11 mil km²) (INEGI-SEMARNAP 2000a, SEMARNAT 2003d), que afectan un área aproximada de 34, 898 km². Entre los estados que tienen algún grado de afectación por este tipo de degradación, se encuentran Baja California Sur, Sonora, Nuevo León, Guanajuato y Veracruz.

Con respecto a la degradación biológica, que afecta 3.6% del país, la península de Yucatán es la región más afectada ([INEGI-SEMARNAT, 2000](#); [SEMARNAT, 2003](#)). Otras zonas afectadas se localizan en los estados de Tamaulipas, Guerrero, Campeche y Yucatán. Aunque la degradación biológica se considera un problema moderado para las condiciones de México, existen áreas con degradación severa, que evidencian los procesos agropecuarios intensivos que utilizan quemadas agropecuarias recurrentes cada año ([Proceso de Montreal, 2003](#)).

La velocidad de la desertificación es cientos de veces mayor que la velocidad de recuperación en los ecosistemas dedicados a la producción agrícola, pecuaria y forestal.

DESERTIFICACIÓN DE SUELOS: UN PROBLEMA PARA TODOS

"MIRADAS AMBIENTALES"

LEIDY DIANA SÁNCHEZ GUZMÁN

Por lo anterior, a México le llevaría varias décadas igualar la velocidad de desertificación con la de recuperación y rehabilitación de los suelos (Anaya, 2003).

Existen diversas Normas, Programas e Instrumentos, Auditorías y Acciones empleados a la protección y conservación del suelo, acciones actualmente exitosas contra la erosión del suelo a gran escala solo será posible si se implementan concienciación ambiental a la sociedad y prácticas de manejo de tierras convenientemente aumenten la producción o disminuyan los costos o el trabajo en beneficio de los agricultores mientras se controlan la erosión del suelo y se contribuye a la lucha contra la desertificación del suelo.

Se entiende por "desertificación" la Degradación de las tierras de zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas.

Se entiende por "degradación de la tierra" la reducción persistente de la productividad biológica y económica del suelo.

"La Tierra no es una herencia de nuestros padres, sino un préstamo de nuestros hijos".

Referencias

1. Avances en Investigación Agropecuaria, *La Desertificación y La Sequía en el Mundo*, junio, año, vol. 8, Universidad de Colima, México, REDA-LYC.
2. Libro electrónico *Ciencias de la tierra y del medio ambiente*. <http://www.tecnun.es/asignaturas/Ecologia/Hipertexto/05PrinEcos/180> *El suelo y el hombre*, Beatriz Meléndez Rodríguez
3. <http://www.cinu.mx/onu/mexico/>
4. Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola, *Desertificación*, Agosto 2010
5. www.ifad.org
6. www.semarnat.gob.mx
7. <http://www.pnuma.org>
8. www.fao.org



Balance global de radiación y gases de efecto invernadero

Leydi Laura Castillejos Vera

Es bien sabido que el Sol es la estrella núcleo de nuestro sistema planetario y la principal fuente de energía para la existencia de la vida, energía que se transporta hasta nuestro planeta por medio de radiación. De acuerdo a la vigésima segunda edición del diccionario de la lengua española. Radiación se define como: Energía ondulatoria o partículas materiales que se propagan a través del espacio.

La radiación solar llega a la atmósfera en diversas longitudes de ondas desde rayos gama hasta ondas de radio, trayendo consigo la energía necesaria para el funcionamiento de nuestro sistema climático terrestre. Para que exista un balance debe haber igualdad en la entrada y salida de la energía, esto es, que el objeto que se estudia debe funcionar como un cuerpo negro.

Cualquier objeto que es un perfecto absorbente y un perfecto emisor es llamado Cuerpo negro. Los cuerpos negros no necesariamente tienen que ser de color negro, simplemente absorber y emitir toda la radiación posible, con una eficiencia cercana al cien por ciento de acuerdo a sus temperaturas respectivas.

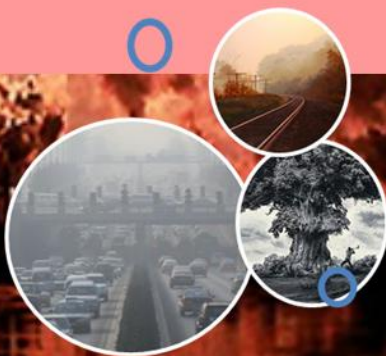
Esta es la razón por la que usamos la ley de Wien y Estefan-Boltzmann para determinar las características de radiación emitida del Sol y la Tierra.

La ley de Wien demuestra que si la temperatura de un objeto incrementa, la longitud de onda cuando se encuentra en un máximo de emisión, se desplaza hacia valores más cortos (Ahrens, 2007)^[1].

Mientras que la ley de Estefan-Boltzmann dice que si el cuerpo en cuestión emite como un cuerpo negro, su temperatura real y su temperatura cuerpo negro equivalente, serán la misma (Wallace y Hobbs, 2006)^[2].

El clima de cada región se establece debido a diversas características, como son: cantidad de radiación solar que llega a la zona, posición geográfica, biodiversidad, cantidad de agua disponible y actualmente también las condiciones de la atmósfera de acuerdo a sustancias contaminantes presentes.

La alteración de los niveles normales en la composición atmosférica implica una modificación en su comportamiento general, pero para esto primero entendemos cual es la situación normal de la atmósfera, en cuanto al balance de energía y que es lo que puede afectarle.



COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA DE LA ATMÓSFERA TERRESTRE

Las alturas de las diferentes capas de la atmosfera varían con las latitudes y épocas del año. La siguiente imagen manifiesta el promedio para latitudes medias.

Las nomenclaturas atmosféricas habitualmente se derivan del estado térmico, como se acaba de definir. Sin embargo, prácticamente no hay diferencia física entre la estratósfera y la mesósfera. En los últimos años, la atmósfera ha sido definida con los siguientes términos: "atmósfera baja": tropósfera, "atmósfera media": estratósfera y mesósfera, y "atmósfera superior": por encima de 80 km (Liou, 2002).

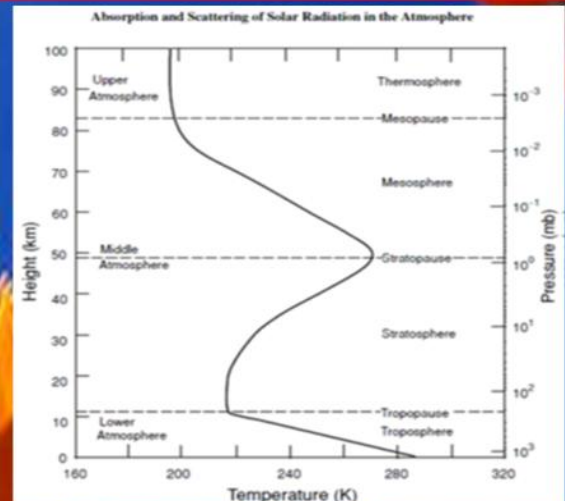


Figura 1. Perfil vertical de temperatura para una atmósfera estándar de U. S. (Ahrens, 2007).

Gráficamente se observa en la imagen el comportamiento térmico de la atmósfera en sus diferentes capas el ascenso y descenso debido a la altitud y componentes químicos respectivos a la capa en que nos situemos. Haciendo referencia a los componentes químicos de la atmósfera aquí una tabla de los principales.

Componentes permanentes			
% de volumen		% de volumen	
N ₂	78.084	Kr	1.14 x10 ⁻⁴
O ₂	20.948	Xe	0.089 x10 ⁻⁴
Ar	0.934	H	0.5 x10 ⁻⁴
CO ₂	0.036	CH ₄	1.7 x10 ⁻⁴
Ne	18.18x10 ⁻⁴	N ₂ O	0.3 x10 ⁻⁴
He	5.24 x10 ⁻⁴	CO	0.08 x10 ⁻⁴

La energía que pasa a la atmósfera está dada por el constituyente con el que se tope y la longitud de onda del rayo. En el espectro solar se observa las características de absorción de cada constituyente atmosférico.

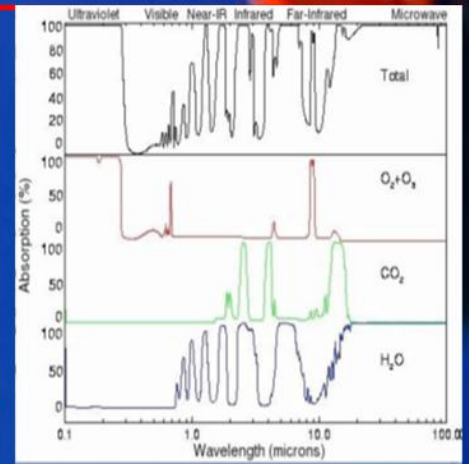


Figura 2. Bandas de absorción de radiación de diferentes gases en la atmósfera (Liou, 2002).

El sistema climático está conformado por: Litósfera, Hidrósfera, Biosfera y por supuesto Atmósfera, son estos los componentes que mantienen el equilibrio de energía en nuestro planeta. La Tierra recibe tanta energía del Sol como la que emite. Si uno de estos componentes cambia, el balance energético se ajustará de forma que buscará recobrar el equilibrio que tendrá una nueva temperatura.

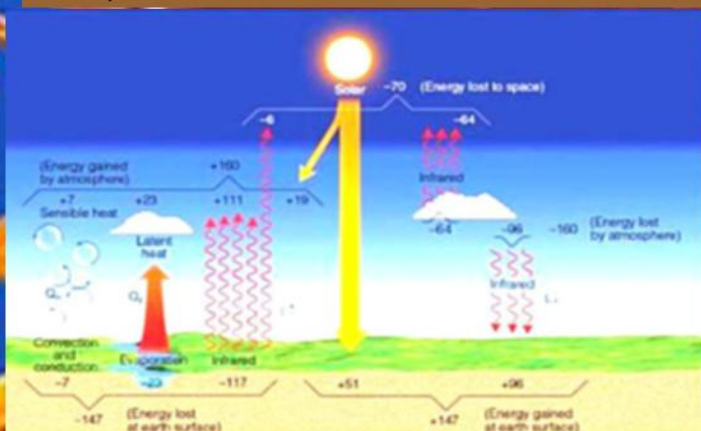


Figura 3. Balance de energía Tierra-Atmósfera. Los números representan aproximaciones de observaciones de superficie y datos satelitales (Ahrens, 2007)

Leydi Laura Castillejos Vera



Conclusión

Toda la reserva de energía de la tierra y el conjunto de la atmósfera terrestre y el océano en movimiento provienen del Sol.

La energía que llega a la parte alta de la atmósfera es una mezcla de radiaciones de longitudes de onda, la atmósfera absorbe parte de la radiación solar. La vegetación absorbe en todo el espectro, pero especialmente en la zona del visible. Parte de la energía absorbida por la vegetación es la que se emplea para hacer la fotosíntesis.

La absorción es mayor en las zonas ecuatoriales que en los polos y es mayor en la superficie de la Tierra que en la parte alta de la atmósfera.

Estas diferencias originan fenómenos de convección y se equilibran gracias a transportes de calor por las corrientes atmosféricas y a fenómenos de evaporación y condensación. Los cuales sin duda son responsables de la marcha del clima.

Esta absorción también depende la composición de la atmósfera, pues como ahora sabemos cada gas que contiene es de absorción selectiva, lo que permite el equilibrio térmico de la Tierra; como casos relevantes el Ozono que impide la entrada de radiación ultravioleta, así evitando el sobrecalentamiento del planeta; y los gases de efecto invernadero: vapor de agua, dióxido de carbono, metano y otros, que son los encargados de frenar el escape de radiación infrarroja saliente de la Tierra y conservando una temperatura relativamente cálida, óptima para la supervivencia. De esta manera podemos entender que el sistema se mantiene en un constante equilibrio naturalmente, sin embargo, existen alteraciones que modifican este balance natural, y las cuales encuentran su origen en el hombre, actualmente se puede hablar del adelgazamiento de la capa de ozono y el calentamiento global, que como es debido sobre todo a la interacción del ozono y moléculas de CFC's. Otro de los grandes problemas de alteración que afecta al balance energético terrestre es el aumento de los gases de efecto invernadero.

El principal problema de la emisión de gases de efecto invernadero a la atmósfera radica no en su naturaleza sino en la gran cantidad emitida como consecuencia del uso masivo de combustibles fósiles.

El aumento de la concentración de estos gases en la atmósfera está alterando el efecto invernadero natural. Aunque emitimos componentes que ya se encuentran en la atmósfera, estamos variando la proporción de los mismos, de forma que ahora se acumula una mayor cantidad de radiación y la temperatura global del planeta está aumentando.

Bibliografía

1. Meteorology Today, C Donald Ahrens 2007, Cap. 2
2. „An Introduction to Atmospheric Radiation, K. N. Liou, 2002, cap 3
3. Atmospheric Science, John M. Wallace y Peter V. Hobbs, 2006, cap 4

RESIDUOS HOSPITALARIOS

Lorenzo Antonio Hernández Sevilla, e-mail: gonzi48@hotmail.com

JUEVES, 30 DE MAYO DE 2013.

Problemática social

residuos sólidos No peligrosos generados en los hospitales

PALABRAS CLAVE

Centros de atención de salud:

Hospital, sanatorio, clínica, policlínico, centro médico, maternidad, sala de primeros auxilios y todo aquel establecimiento donde se practique cualquiera de los niveles de atención humana o animal, con fines de prevención, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación, y en aquellos centros donde se realiza investigación.

Los hospitales son organizaciones complejas, en el cual se desenvuelven diversos procesos para generar bienes y servicios de salud, por eso la importancia de la optimización de cada uno de estos procesos, para obtener productos de salud con calidad; este proceso de control de riesgos asociados a los residuos sólidos es un componente importante en la organización hospitalaria que contribuye para generar hospitales de calidad (MINSA 2004). Estos residuos incluyen un componente importante de residuos comunes y una pequeña proporción de residuos peligrosos (biocontaminados y especiales) (MINSA 2004), para lo que en México según lo esta-

blecido en la LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS la generación de residuos en un hospital comprendería las tres categorías (residuos sólidos urbano (RSU), residuos de manejo especial (RME), (residuos peligrosos (RP). La naturaleza del peligro de estos residuos sólidos, está determinada por las características de los mismos.



Situación actual

Los residuos de establecimientos de salud (son, actualmente, una importante preocupación en la gestión integral de la salud. Estos residuos no revisten sólo características de infecciosidad sino también otras características de peligrosidad (Código de Naciones Uni-

das) como la inflamabilidad, corrosividad, toxicidad en sus distintas formas, etc. En el caso de México existe la NORMA Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005 la cual se encarga de establecer las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de

los residuos peligrosos y establecer sus características CRETIB. Es por ello que al hablar de residuos de establecimientos de salud se debe tener en cuenta que los residuos biocontaminados son sólo parte de un universo de residuos que deben ser segregados y tratados

Residuos hospitalarios:

Son aquellos desechos generados en los centros de atención de salud durante la prestación de servicios asistenciales, incluyendo los generados en los laboratorios (CEPIS/OPS, 1994).

Plan de Manejo de Residuos Sólidos:

documento que establece las estrategias, metodologías, recursos humanos, calendarización de actividades, acciones de contingencia y otras actividades técnico sanitario y ambiental que se implementen en el acondicionamiento, almacenamiento, limpieza, recolección, transporte, tratamiento y disposición final.

Carla, 2011). Así mismo la OMS (1998), ha determinado que de todos los desechos que generan las actividades de atención sanitaria, aproximadamente un 80% corresponde a desechos comunes, lo que implica que no solo hay que considerar a los residuos con características CRETIB para un manejo especial, sino también aquellos que se producen a mayor volumen (RSU, RME) a fin de evitar una combinación de los diferentes tipos de residuos que se generen en el Centro de Atención a la Salud.



RESIDUOS HOSPITALARIOS

Estos residuos sólidos generados en los establecimientos de salud representan un grave problema que incide en la alta tasa de enfermedades infecciosas que registran los países de América Latina. Su potencial patogénico y la ineficiencia de su manejo, incluida la generación, manipulación, inadecuada segregación y la falta de tecnología para su tratamiento y disposición final, constituyen un riesgo para la salud de la comunidad hospitalaria y la población en general (OMS/OPS 1994).

En todo hospital, debe implementarse un Sistema de Gestión para el Manejo de Residuos Sólidos, orientado no solo a controlar los riesgos sino a lograr la minimización de éstos desde el punto de origen, el manejo de los residuos sólidos hospitala-

rios, es un sistema de seguridad sanitaria que se inicia en el punto de generación, para continuar su manejo en las diferentes unidades del hospital, hasta asegurar que llegue a su destino final fuera del Centro de Atención a la Salud, para su tratamiento o disposición adecuada (MINSA 2004).



guía para el manejo de residuos sólidos hospitalarios

En 1994, la necesidad de encontrar una tecnología apropiada para el manejo interno de los residuos hospitalarios motivó que el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS) y el Ministerio de Salud (MINSAL), elaboraron la "Guía para el manejo interno de residuos sólidos hospitalarios" (OMS/OPS 1994).

Esta guía fue estructurada con un diagnóstico que permite conocer el estado que guarda el manejo de los residuos sólidos en un hospital identificando los problemas

que esté presente y otorgar así la oportunidad de mejorar la calidad de los servicios hospitalarios, mediante un sistema eficaz y eficiente de administración de residuos en el ámbito intrahospitalario, que asegure el manejo adecuado de los residuos sólidos generados en los hospitales, a fin de minimizar y controlar los riesgos sanitarios y ocupacionales de la población hospitalaria, así como los impactos en la salud pública y el ambiente, y va dirigida a los responsables de la gestión de los establecimientos de salud

en sus diferentes niveles, contempla tres aspectos de acción, organizativos; técnico-operativos; y de recursos humanos, así mismo la guía se adapta a diferentes tipos de establecimientos de salud esto con el objeto de mejorar la calidad de los servicios hospitalarios, mediante un sistema eficaz y eficiente de administración de residuos en el ámbito intrahospitalario, que asegure el manejo adecuado de los residuos sólidos generados en los hospitales.



comentario final

Sin embargo este contexto de autoanálisis no es aplicado en todos los hospitales, por ejemplo en Colombia Moreno (2012) asegura que las instituciones hospitalarias no cuenta con un diagnóstico actualizado del manejo integral, se han presentado muchos casos de gestión interna y externa inadecuadas, debilidad institucional en vigilancia y control, así como propuestas viables de mejoramiento y cooperación no acordes con la realidad de

ese país. Por lo tanto a fin de minimizar y controlar los riesgos sanitarios y ocupacionales de la población hospitalaria, así como los impactos en la salud pública y el ambiente es necesaria la implementación de diagnósticos rutinarios en estos centros de atención a la salud con el objetivo de actualizar el conocimiento sobre el estado de la gestión integral de los residuos sólidos hospitalarios, para que posteriormente se pueda establecer, planear y

formular alternativas de soluciones, estrategias y dar bases para la formulación de proyectos.

Referencias documentales

- Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS/OPS) - Guía para el manejo interno de residuos sólidos en centros de atención de salud. 1994.
- Figliolo, Carla. Propuesta Metodológica para realizar Estudios y Seguimientos de Gestión de Residuos de Establecimientos de Salud (RES). Unidad de Investigación y Desarrollo Ambiental. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación. 2011.
- MORENO R. JOSE DAVID. DIAGNOSTICO NACIONAL GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS HOSPITALARIOS. BOGOTA. FEBRERO DE 2012
- NORMA TÉCNICA: PROCEDIMIENTOS PARA EL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS HOSPITALARIOS. Ministerio de Salud. Lima, Perú. 2004.



LA UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS A TRAVÉS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

CONVOCA A LA **1ª EXPO INGENIERÍA 2013**

Día del Evento: Jueves 14 de Noviembre
Horario de 9:00 a 15:00 horas
Explanada del Acceso principal a CU

CATEGORÍAS DE PARTICIPACIÓN:

Multimedia: Presentación oral y demostrativa de aplicaciones o nuevas creaciones de herramientas software con utilidad científica y tecnológica.

Prototipo: Presentación oral y demostrativa de un modelo funcional a escala para su aplicación en diversas áreas de Ingeniería.

Maqueta: Presentación oral y demostrativa de una representación a escala sobre un proceso o modelo de innovación con potencialidad para su implementación en una escala real.

CARTEL: Presentación oral de un proyecto de investi-

Inscripciones abiertas del 24 de Octubre al 07 de Noviembre, en horario de 8:00 a 15:00 horas. En su respectivo centro de estudio con los siguientes contactos:

- **Dirección de la Facultad de Ingeniería**
Edificio No. 3 Ciudad Universitaria
Informes: Dr. Francisco Félix Domínguez Salazar
Inscripción: Marlene Mancilla Vázquez
- **Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Energías Renovables**
Edificio No. 18 Ciudad Universitaria
Informes: Dr. Neón Farrera Vázquez y Dr. Pascual López de Paz
Inscripción: Jovanna Pérez Cruz
- **Escuela de Ingeniería Ambiental**
Laboratorio de Ingeniería Ambiental Edificio No. 14 Ciudad Universitaria.
Informes: Heidi Montejo Bautista
Inscripción: I.A. Fabiola Velasco Ortiz

Elaboración: Rebeca Isabel Martínez Salinas

BASES

- ◆ Podrán participar estudiantes de todos los semestres de las carreras adscritas a la Facultad de Ingeniería.
- ◆ Los proyectos deberán ser presentados por dos estudiantes como máximo (en el momento del registro se podrá incluir el nombre de todos los integrantes del equipo los cuales deberán ser cinco como máximo) .
- ◆ La exposición de su proyecto deberá realizarse en un tiempo de 7 min y contará con 3 minutos para preguntas por parte del jurado evaluador.
- ◆ El jurado evaluador estará conformado por invitados de otras instituciones de educación superior y docentes de la Facultad de Ingeniería.
- ◆ Los participantes que cuenten con un equipo de trabajo podrán presentar dos trabajos en diferentes categorías para evitar traslape de presentaciones.
- ◆ Los requisitos de cada modalidad podrán ser consultados en cada centro de estudio.
- ◆ Los participantes deberán colocar su prototipo, maqueta, computadoras y carteles de 8:00 a 9:00 A.M.
- ◆ Los prototipos, maquetas y carteles deberán ser levantados del lugar de su exposición después de que el jurado termine las rondas de evaluación.

BIOADSORCIÓN DE Ag(I), Al(III), Cu(II) Y Eu(III) PRESENTES EN SOLUCIÓN ACUOSA SOBRE ASERRÍN MODIFICADO

Solórzano Nulutagua, L.M.¹; Leyva Ramos, R.²; Salazar Rábago, J.J.²

¹ Escuela de Ingeniería Ambiental de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas 1ª Sur Poniente No. 1460 Col. Centro C. P. 29000, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, MÉXICO mail: lucy.nulutagua@hotmail.com;

² Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí Av. Dr. M. Nava No. 6, C.P. 78260, San Luis Potosí, S.L.P., MÉXICO: rlr@uaslp.com



RESUMEN



En la actualidad existen una serie de procesos que son utilizados en la remoción de metales pesados, entre los que se encuentran la precipitación química, la filtración por medio de membranas, la reducción electrolítica, la extracción por medio de solventes, el intercambio iónico, y la adsorción. Algunas de estas tecnologías no son aplicables en todas las situaciones, debido a una serie de inconvenientes tales como: baja eficiencia y aplicabilidad a una amplia gama de contaminantes, generación de residuos, dificultad de encontrar condiciones óptimas de operación cuando se presentan distintos metales pesados en

una solución y la necesidad de pre tratamientos. En este trabajo se llevó a cabo la remoción de metales de alto valor Ag(I), Al(III), Cu(II) y Eu(III) por adsorción en solución acuosa, empleando como material adsorbente aserrín de pino blanco modificado con 3 ácidos: nítrico, fosfórico y sulfúrico. El aserrín modificado con ácido fosfórico fue el material que presentó una mayor capacidad de adsorción respecto a los otros materiales.

PALABRAS CLAVE: ADSORCIÓN, ASERRÍN, METALES PESADOS

ABSTRACT



At present there are a number of processes that are used in the removal of heavy metals, among which are chemical precipitation, filtration through membranes, electrolytic reduction, extraction by solvents, ion exchange, and adsorption. Some of these technologies are not applicable in all situations because a number of disadvantages such as poor efficiency and applicability to a wide range of contaminants, waste generation, difficulty in finding optimal operating conditions when different metals are presented in solution and the need to pre treatment. In this project was carried out the removal of high value metals Ag (I), Al (III), Cu (II) and Eu (III) in aqueous solution by adsorption, using as pine sawdust adsorbent material modified with 3 white types of acids: nitric, phosphoric and sulfuric. The sawdust was modified with phosphoric acid material that had a higher adsorption capacity compared to other materials.

KEY WORDS: ADSORPTION, SAWDUST, HEAVY METALS.



Isotermas de adsorción

Los datos experimentales del equilibrio de adsorción se obtuvieron en un adsorbedor de lote de la manera siguiente. En un matraces volumétricos prepararon soluciones a una concentración conocida de Ag(I), Cu(II), Eu (III) y Al(III) a partir de una solución patrón (1000 ppm) y se aforó con una solución amortiguadora preparada mezclando soluciones de NaOH y HNO₃ 0.1N. Se tomó una muestra inicial de 5 mL. Esta muestra se analizó posteriormente para corroborar la concentración inicial. Al adsorbedor de lote, se le agregó una cierta masa de adsorbente y 45 mL de la solución de concentración inicial conocida del metal. El adsorbedor se introdujo en un baño de temperatura constante, y el aserrín y la solución se dejaron en contacto por 5 días. Una vez al día, los adsorbedores se mezclaron en un agitador orbital a 300 rpm por 15 minutos. Una vez que se alcanzó el equilibrio, se tomó una muestra (10 mL) y se analizó para determinar la concentración final de la solución en un espectrofotómetro de absorción atómica marca Varian, modelo SpectrAA-20. El pH de la solución se midió periódicamente mediante un potenciómetro y se mantuvo constante adicionando gotas de soluciones 0.1 y 0.01N de HNO₃ y NaOH, según fuera necesario. El volumen total que se adicionó de estas soluciones, fue siempre menor a 1 mL y se considero insignificante respecto al volumen inicial de la solución. La masa del metal adsorbido sobre el aserrín se calculó por medio de un balance de masa que se representa matemáticamente de la manera siguiente:

$$q = \frac{V}{m} (C_0 - C_e) \quad (1)$$

Donde C_0 y C_e son la concentración inicial y en el equilibrio del metal, mg/L; q es la masa del metal adsorbido por unidad de masa de adsorbente, mg/g; V es el volumen de la solución del metal, L y m es la masa del aserrín, g.



Tabla 1. Concentración de los sitios activos (meq/g) y PCC del aserrín natural y modificado

Muestra	Sitios Ácidos				Sitios Básicos	PCC
	Lactónicos	Carboxílicos	Fenólicos	Totales		
S	0.003	0.0	0.629	0.632	0.095	3.65
SP	0.193	0.056	0.0	0.249	0.002	3.44
SN	0.192	0.133	0.0	0.326	0.012	2.67
SS	0.226	0.0	0.0	0.226	0.01	---

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los espectros en el infrarrojo mostrados en la Figura 1 se identifican los grupos funcionales presentes en la superficie del aserrín natural y modificado. Se observa el incremento en la intensidad de las bandas características de los grupos hidroxilos (OH) a 3333 cm⁻¹, los grupos alcanos (C-H) a 2900 cm⁻¹ y los grupos carbonilos (C=O) a 1720 cm⁻¹ fue mayor en SN respecto a los demás materiales, estas bandas señaladas son las características de los grupos carboxílicos; mientras que SS no sufrió cambios en el aumento de estos grupos. Esto es concordante con la información presentada en la Tabla 1 que nos indica que SN tuvo mayor presencia de sitios carboxílicos respecto a las otras muestras, consecuentemente la Figura 2 nos indica que a la mayor presencia de estos sitios sobre SN hace más negativa la carga superficial de este aserrín.

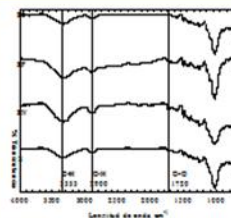


Fig. 1 Espectros en el IR del aserrín natural y modificado

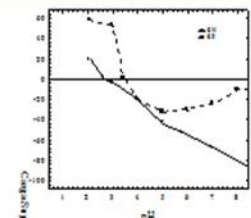


Fig. 2 Distribución de carga del aserrín modificado

En la Tabla 1 se presenta la cuantificación de sitios activos de los aserrines la cual reveló que S presenta una mayor concentración de sitios ácidos totales, en su mayoría fenólicos concordante con su naturaleza, sin embargo la modificación con los ácidos nítrico y fosfórico a pesar de la desnaturalización del material

aumentó la concentración de sitios carboxílicos; esto concuerda con el desplazamiento del PCC y una carga superficial negativa más intensa (ver Figura 2) en la cual se observa que mientras aumentamos el pH de la solución la carga superficial de SN tiene una tendencia negativa; mientras que para SP, al incrementar el pH tiende hacerse negativa hasta pH 5 para luego ocurrir un retroceso.

A pesar de los resultados obtenidos de la caracterización de los aserrines modificados, se esperaba que SN obtuviera mayor capacidad de adsorción que SP porque fue mayor su concentración de sitios ácidos, sin embargo en las figuras 3, 4 y 6 las cuales ilustran las isotermas de adsorción de Cu (II) a pH 5, 4 y 3; de Ag (I) a pH 7 y 5; y de Al (III), pH 3, respectivamente, muestran que SP obtuvo mayor capacidad de

adsorción comparado con SN en la mayoría de los experimentos realizados a diferentes pH y mismas condiciones de temperatura (25°C).

La Figura 3 revela que al incrementar el pH de la solución de 3 a 5, la masa de cobre adsorbida sobre SN aumenta 3 veces y 2.4 veces al aumentar el pH de 3 a 4.

En la Figura 4 se observa un incremento del 40% de la cantidad de Ag(I) adsorbida (mg/g) sobre ambos materiales al aumentar el pH la solución de 5 a 7.

La Figura 5 representa las isotermas de adsorción de Eu (III) sobre SP y SN a pH 5 y temperatura de 25°C y fue el único caso en que SN tuvo mayor capacidad de adsorción respecto a la muestra de SP. En la Figura 6 se presentan las isotermas de adsorción de Al(III) sobre SP y SN a pH de 3 y 25°C se puede observar que una vez más el aserrín SP presenta una mayor capacidad de adsorción.

Tabla 2.

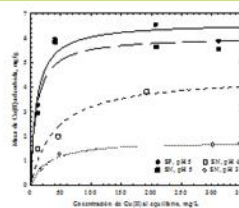


Fig. 3 Isothermas de adsorción de Cu (II) sobre SP a pH 5 y SN a pH 5, 4 y 3; T: 25°C

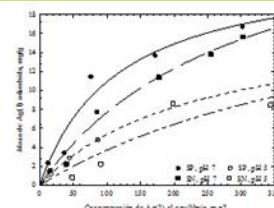


Fig. 4 Isothermas de adsorción de Ag (I) sobre SP y SN a pH 7 y 5; T: 25°C

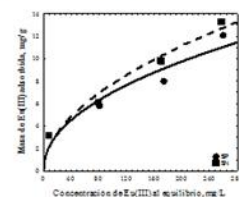


Fig. 5 Isothermas de adsorción de Eu (III) sobre SP y SN a pH 5; T: 25°C

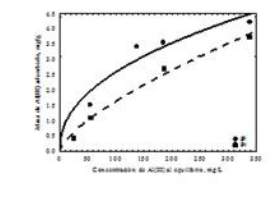


Fig. 6 Isothermas de adsorción de Al (III) sobre SP y SN; pH 3; T: 25°C

Parámetros de los modelos de las isotermas de Freundlich y Langmuir para la adsorción de metales sobre aserrín modificado a diferentes pH y tempera-

Material	Metal	pH	Freundlich			Langmuir		
			k ($(\text{mg}^{1-1/n}) / (\text{L}^{1/n})$)	n	% D	q_m (mg/g)	K (L/mg)	% D
SP	Ag (I)	7	0.86	1.89	30	23.47	0.009	18
SN			0.28	1.41	19	30.81	0.003	12
SP		5	0.12	1.20	5	17.83	0.004	4
SN			0.08	1.23	67	23.85	0.002	70
SP	Cu (II)	5	2.93	7.18	15	6.62	0.104	9
SN			2.80	7.66	16	6.05	0.106	11
SN		4	0.51	2.62	7	4.48	0.025	17
SN		3	0.42	4.11	11	1.83	0.038	5
SP	Al (III)	3	0.32	2.21	13	6.03	0.008	8
SN			0.07	1.43	14	4.28	0.009	32
SP	Eu (III)	5	0.78	2.10	16	19.93	0.005	25
SN			0.71	1.93	14	23.77	0.005	22

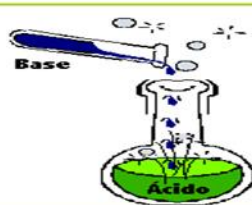
En la Tabla 2 se muestran los parámetros y porcentajes de desviación de los modelos de isotermas de adsorción de Freundlich y Langmuir.

INTRODUCCIÓN

Los metales pesados ejercen efectos biológicos que pueden ser beneficiosos o perjudiciales para los distintos organismos. No son biodegradables y tienden a acumularse en los organismos, causando numerosas enfermedades y trastornos (Inglezakis et al., 2003), razón por la cual han sido catalogados como una clase emergente de carcinógenos humanos (Farajzadeh y Monji, 2004).

La remoción de metales pesados por medio de procesos tales como el intercambio iónico (resinas) y la adsorción (carbón activado), es una alternativa eficiente. Sin embargo, la utilización de estos materiales convencionales puede resultar prohibitiva en muchas situaciones debido a los altos costos asociados a su adquisición, implementación y operación (Koby et al., 2005). Es por esta razón, que durante las últimas décadas diversas investigaciones se han centrado en la búsqueda de adsorbentes no convencionales de bajo costo,

tanto de origen industrial como agrícola, que permitan reemplazar el carbón activado y las resinas de intercambio en el tratamiento de aguas residuales. Entre los materiales de origen biológico considerado como promisorio para la remoción de metales pesados de aguas residuales, se encuentra el aserrín. Una de las principales ventajas que presenta este material es su bajo costo, que requiere poco procesamiento y es abundante en industrias forestales. En este trabajo, al material adsorbente estudiado fue el aserrín de madera de pino blanco el cual se modificó con distintos ácidos inorgánicos para elevar su capacidad de adsorción, se caracterizó, se determinó su capacidad de adsorción y se comparó para determinar la eficiencia de cada material adsorbente modificado.



METODOLOGÍA

Modificación del aserrín

Ácido fosfórico (H_3PO_4)

En un vaso de precipitado de 1 L se colocaron 20 g de aserrín previamente molido, 8.96 g de urea, 200 mL de ácido fosfórico (H_3PO_4 al 85%) y 200 mL de agua desionizada. Se mezcló y se dejó reposar por 1 h. Se decantó la solución sobrenadante y se calentó en una estufa a $100^\circ C$ por 2 h. Se lavó repetidamente con agua desionizada hasta que el pH de la solución permaneció constante y se secó en la estufa a $80^\circ C$ 24 h, se enfrió y guardó en recipientes de polipropileno.

Ácido nítrico (HNO_3)

Se colocaron 20 g de aserrín con 200 mL de HNO_3 [1 M] en un matraz balón de 3 bocas, sumergido en un baño de glicerina. La solución se calentó por 2 h a $50^\circ C$ con agitación constante. Se dejó enfriar por 3 h y se filtró para lavar la solución con agua desionizada hasta que el pH de la solución permaneció constante. Se calentó a $80^\circ C$ durante 24 h. Se dejó enfriar y se colocó en recipientes de polipropileno.

Hidróxido de sodio ($NaOH$)/Ácido sulfúrico (H_2SO_4)

En un vaso de precipitado de 600 mL se colocaron 20 g de aserrín con 200 mL de una solución de $NaOH$ 2N, se dejó reposar por 8 horas. Se decantó y se lavó con agua desionizada hasta que la solución no presentó cambio de color. Posterior a esto el aserrín se sumergió en 200 mL de una solución de H_2SO_4 0.2 N por 8 h y se lavó con agua desionizada hasta que el pH permaneció constante. Finalmente se colocó en la estufa a $80^\circ C$ por 24 h, se dejó enfriar y se guardó en recipientes de vidrio.

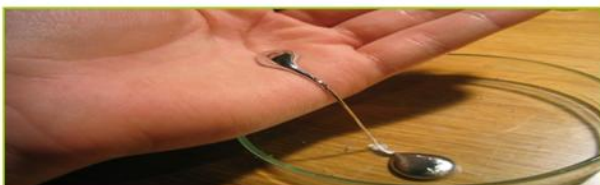
Caracterización del aserrín modificado.

Determinación de sitios activos y punto de carga cero

La cuantificación de sitios activos se llevó a cabo por el método de titulación ácido-base de Boehm (Salazar-Rábago, 2011). La cual consiste en neutralizar los distintos sitios ácidos y básicos y una vez alcanzado el equilibrio, se toma una muestra de la solución neutralizante y se titula; la caída en la concentración de la solución nos brinda la información de la cantidad de sitios activos presentes en el material. La titulación se llevó a cabo con un titulador automático, marca Mettler, modelo Toledo DL50. La distribución de carga se llevó a cabo por el método Kuzin y Loskutov (1996).

Análisis de Espectroscopía de Infrarrojo (IR)

Los grupos funcionales presentes en los aserrines se identificaron por espectroscopía en el infrarrojo, ya que en un espectro en el infrarrojo es posible observar los picos característicos de los grupos funcionales presentes en un material. Los espectros IR de los aserrines se obtuvieron utilizando un espectrofotómetro de infrarrojo, marca Thermo-Scientific, modelo Nicolet iS10 que cuenta con la técnica de reflectancia total atenuada (ATR). El procedimiento que se siguió se describe a continuación. Una muestra de S, SP, SN y SS se secaron en una estufa a una temperatura media de $70^\circ C$ por 24 horas, para eliminar la humedad de la muestra. Antes de analizar la muestra, se obtuvo un espectro de IR del ambiente para descartar las interferencias causadas por humedad y CO_2 . Enseguida, la muestra de aserrín se colocó en el objetivo del aditamento del ATR y se obtuvo el espectro de infrarrojo del aserrín en la región de $4000-650\text{ cm}^{-1}$.



El modelo de Freundlich represento mejor la adsorción de aluminio y europio ambos metales trivalentes, mientras que el modelo de Langmuir predice mejor la adsorción de plata y cobre, esto sobre las muestras modificadas con ácido fosfórico y nítrico.

La adsorción de metales pesados ocurre principalmente en los sitios carboxílicos, al observar que la muestra SS no presento un aumento en la concentración de dichos sitios, si no por el contrario su concentración de sitios ácidos totales disminuyo se descarto el uso de este material pues no cuenta con las propiedades necesarias.

CONCLUSIONES

La modificación del aserrín con ácidos inorgánicos provocó en todos los casos una disminución en la concentración total de los sitios ácidos, no obstante, la concentración de sitios carboxílicos aumentó para las muestras tratadas con ácido nítrico y fosfórico. Esta información se corroboró con los espectros en el infrarrojo obtenidos de las muestras. El material adsorbente que fue modificado con hidróxido de sodio y ácido sulfúrico no presentó formación de sitios carboxílicos, por consecuente fue descartado para realizar experimentos de adsorción sobre éste material. En base a la caracterización que se realizó a los materiales adsorbentes modificados, aumentó la posibilidad de que SN fuera mejor adsorbente que SP, sin embargo los resultados demostraron lo contrario.

El pH de las soluciones fue un factor importante en el proceso de adsorción en cada metal. Al igual que las características del material adsorbente.

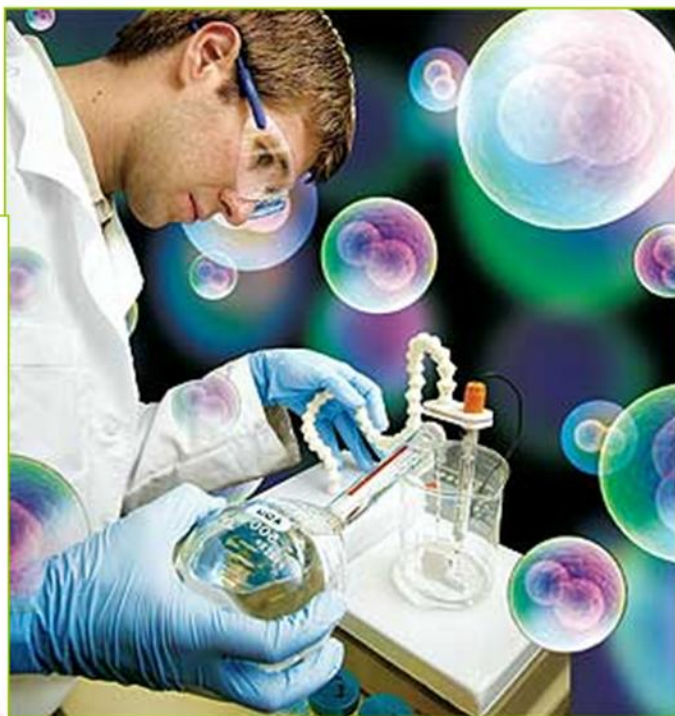
El modelo que mejor se ajustó para las isothermas fue el de Freundlich para el aluminio y el europio, mientras que el modelo de Langmuir predijo mejor la adsorción de plata y cobre.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Roberto Leyva Ramos y a todo el personal del Laboratorio de Ingeniería Química Ambiental del Centro de Investigación y Estudios de Posgrado de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

BIBLIOGRAFÍA

1. Farajzadeh, M. A. and Monji, A. B. (2004). "Adsorption characteristics of wheat bran towards heavy metal cations". *Separation and Purification Technology* 38: 197-207.
 2. Inglezakis, V. J., Loizidou, M. D. and Grigoropoulou, H. P. (2003). "Ion exchange of Pb^{2+} , Cu^{2+} , Fe^{3+} , and Cr^{3+} on natural clinoptilolite: selectivity determination and influence of acidity on metal uptake". *Journal of Colloid and Interface Science* 261: 49-54.
 3. Kizilkaya, R., Askin, T., Bayrakli, B. and Saglam, M. (2004). "Microbiological characteristics of soils contaminated with heavy metals". *European Journal of Soil Biology* 40: 95-102.
 4. Kobya, M., Demirbas, E., Senturk, E. and Ince, M. (2005). "Adsorption of heavy metal ions from aqueous solutions by activated carbon prepared from apricot stone". *Bioresource Technology* 96: 1518-1521.
 5. Kuzin, I.A. y Loskutov, A.I. (1996). *J. Appl. Chem. USSR*, 39(1), 85
 6. Nurdan, Y. B., Tulay, A. O. and Oz, H. O. (1997). "Combined effects of Cu^{2+} and Cd^{2+} on activated sludge process". *Water Research* 31: 699-704.
- Salazar-Rábago J. J. (2011). Biosorción de Metales Pesados sobre aserrín de madera (*Pinus Halepensis*) natural y modificado. S.L.P, México, UASLP.



Determinación de la Demanda Química del Oxígeno de la laguna Miramar localizada en Ocosingo, Chiapas.

AUTORES: MEJÍA VAZQUEZ LUIS ARTURO, MORALES HERNÁNDEZ JOSÉ MANUEL, MORENO PÉREZ YONNY BALTAZAR y NANGULLASMÚ ARCE DILERI

Introducción

El agua es un elemento vital para la vida y desarrollo humano, por ello, el conocer las características de su calidad es fundamental¹.

La Demanda Química del Oxígeno, es una técnica con la cual puedes conocer la cantidad de oxígeno necesario para oxidar la materia orgánica presente en una muestra de agua, mediante un oxidante fuerte. Básicamente en esta prueba se acelera el proceso de biodegradación de los microorganismo de manera artificial, para saber, el contenido de materia orgánica por litro.

Esta prueba nos permite saber la calidad de agua que se tiene en un cuerpo de agua, si el agua es apta para consumo humano, o no.

La determinación de la DQO, se realizó con muestras tomadas en la laguna Miramar, ubicada en el corazón de la selva lacandona, en el municipio de Ocosingo, Chiapas. La laguna Miramar es la laguna más grande del estado y se localiza en la reserva de la biósfera Montes Azules, área natural protegida².



Figura 1. Laguna Miramar.

Metodología

El método utilizado para este procedimiento es el de método a reflujo cerrado/ método espectrofotométrico³.

- Precalentar a 150°C el digestor de DQO
- Colocar en los tubos de reacción 1,5 mL de la disolución de digestión A o B.
- Tomar cuidadosamente 2,5 mL de muestra previamente homogeneizada dentro de los tubos de reacción. Cerrar inmediatamente para evitar que se esca-

pen los vapores, asegurarse de que están herméticamente cerrados. Suavemente invertir los tubos varias veces destapando después de cada inversión para liberar la presión.

NOTA.- La disolución es fuertemente ácida y el tubo se calienta en este proceso, trabajar con guantes aislantes.

→ Añadir cuidadosamente 3,5 mL de la disolución de digestión respectiva.

→ Colocar 2,5 mL de agua en un tubo para la determinación del blanco de reactivos.

→ Colocar todos los tubos en el digestor previamente calentado a 150°C y reflujar por 2 h.

→ Retirar los tubos del digestor y dejar que los tubos se enfríen a temperatura ambiente, para que cualquier precipitado se sedimente.

→ Medir la absorbancia en el espectrofotómetro, previamente calibrado o cuantificar por titulación.

→ Para aguas que contengan una DQO baja (5 mg/L a 75 mg/L), utilizar la disolución de digestión B. Si el valor de la DQO determinado es más alto que 75 mg/L después de usar estos reactivos, reanalizar la muestra, utilizando la disolución A.

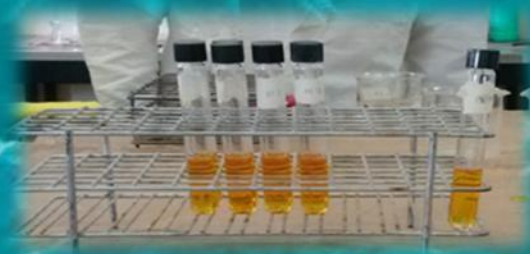


Figura 2. Tubos de ensayos con sus respectivas sustancias.

Resultados

Muestras	DQO
A1	348.351 mg/l
B1	337.161 mg/l
C1	509.347 mg/l
D1	279.212 mg/l
Blanco	115.307 mg/l

Tabla 1. Resultados

Conclusión

Los resultados arrojados por el análisis corresponde a un tipo de agua contaminada, resultado no muy convincente debido a que la laguna Miramar es de agua cristalina, con estos resultados se genera duda, si en el proceso de recolección de muestras, o en la determinación de DQO, hubo anomalías para que arrojaran ese resultado.

Los resultados sirven como referencia para siguientes investigaciones de la calidad de agua de la laguna, mientras que a nosotros nos sirvió como experiencia en este tipo de análisis, y así poder sacar mejores resultados en estudios posteriores.

Referencias

1. Young, A. y Young, J. 2010, Ecología y medio ambiente, segunda edición, compañía editorial nueva imagen, S.A. de C.V. México
2. <http://labs.chiapas.gob.mx/promo/centro-turstico-laguna-miramar>
3. NMX-AA-030-SCFI-2001



SILICIO

“EL ELEMENTO OLVIDADO”

MADAHID ORTEGA CLEMENTE

El Silicio, es después del oxígeno, el elemento más abundante en la corteza terrestre, en la que se encuentra en casi el 28%, no obstante, pareciera que no es de interés matizar sus innumerables aplicaciones, destacando su utilización como nutriente de los cultivos.

La mayor parte de los suelos agrícolas contienen cantidades apreciables de este elemento, sin embargo, la altamente intensiva producción “industrializada”, la degradación del suelo, la aplicación de excesos de fertilizantes, fungicidas y pesticidas en condiciones estresantes a las plantas ha reducido los tenores de Si disponible en el suelo hasta el punto de que se requiera el manejo del elemento con el fin de lograr producciones agrícolas elevadas y estables (Savant et al, 1997). De tal manera que si no es considerado un elemento esencial entre las plantas, deriva un elemento agrónomicamente beneficioso, principalmente para los cultivos de las gramíneas (Fig1).



Figura 1. Gramíneas (maíz, arroz, avena, trigo).

En condiciones de campo, los efectos del silicio han sido relacionados con: resistencia de la planta a enfermedades fungosas, ataque de insectos, mantenimiento de hojas y tallos erguidos (resistencia al vuelco), eficiencia en el uso de agua, incremento en los rendimientos del cultivo y translocación de los elementos esenciales.

MECANISMOS DE ACCION EN LAS PLANTAS

Una vez aplicado el silicio en el suelo, este reacciona con el agua transformándose en ácido monosilícico (H_4SiO_4) moviéndose rápidamente a través del xilema, donde se deposita de forma amorfa en las paredes celulares de la planta.

Cuando la planta transpira, pierde el agua absorbida por el silicio (óxido de silicio), formando una barrera protectora, presentando una Resistencia Mecánica al ataque de enfermedades, donde se produce un gel que ocasiona la destrucción de la mandíbula de los insectos (Horna, 2007) (Fig. 2).

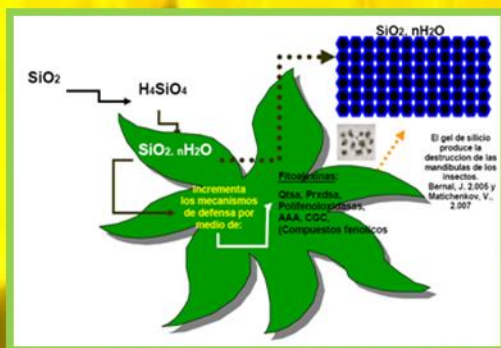


Figura 2. Óxido de silicio absorbido por la planta en el área foliar y formación de la resistencia mecánica.

Al acumularse el silicio debajo de la cutícula de las hojas, tallos y fruto, ofrece una resistencia al ataque de insectos chupadores como áfidos y mosca blan-

ca, es decir, minimiza la irrupción de estos, inclusive comedores de follaje en sus primeros instares.

Disminuye la demanda de agua de riego en un 60 a 70%, evita el volcamiento y desgarre de las ramas en la planta. El silicio hace que de los tallos baje el oxígeno a la raíz, logrando que el Fe y el Mn reducido (forma en que lo toma la planta) se oxide, siendo de esta forma poco absorbida, evitándose una toma excesiva de estos elementos y que su abundancia pueda volverlos tóxicos para la planta.

BENEFICIOS EN LA AGRICULTURA

Experimentos prácticos han comprobado que el uso del silicio (fertilización edáfica y foliar) ha contribuido a mejorar la absorción de macro y micro nutrientes por la planta; aumento de la productividad de los cultivos, mayor desarrollo de la planta, lo cual posibilita una mayor producción por hectárea cultivada y sobre todo el bajo costo de fuentes de silicio (silicato de potasio, silicato de calcio, silicato de sodio, etc.) y de aplicación de ellos.

Borda et al (2007), utilizó el silicio como elemento benéfico en avena forrajera, evaluó los efectos mediante curvas de crecimiento de los componentes de rendimiento (macollas, altura de la planta,

diámetro del tallo, materia seca del tallo y raíz.), bajo condiciones de invernadero se efectuó un diseño experimental con 10 tratamientos y cuatro repeticiones. Los resultados mostraron que la aplicación de Si debe hacerse principalmente en época de presembrado, ya que aquí presenta un incremento altamente significativo en materia seca, lo cual implica una mayor capacidad de absorción de nutrientes.

Como se puede deducir, el uso del silicio es cada vez más importante para una mayor productividad y sostenibilidad durante el crecimiento y desarrollo de las plantas, aunque no signifique el remedio de esto, si es importante señalar que el Si desempeña un papel integral en varios mecanismos en los cuales la planta naturalmente se adapta y resiste a los cambios externos e internos del ambiente para sobrevivir.

REFERENCIAS

1. Borda O. et al, 2007, El silicio como elemento benéfico en avena forrajera (*Avena sativa* L.): respuestas fisiológicas de crecimiento y manejo, *Agronomía Colombiana*, Colombia, 25(2), 273-279.
2. Savant, N.K., G.H. Snyder, and L.E. Datnoff. 1997. Silicon management and sustainable rice production. *Adv. Agron.* 58: 151-199.
3. Horna, Z. ,2007. Efectos del Silicio en la nutrición vegetal, producción del silicio orgánico, Quevedo, Ecuador.

Gestión ambiental escolar

Marco Polo Zamora Madrigal

Introducción

Actualmente es cada día mayor la toma de conciencia de que el agotamiento de los recursos naturales, la generación considerable de residuos, la disminución del agua dulce disponible y las graves condiciones de pobreza, inequidad y violencia son manifestaciones de una crisis que amenaza la estabilidad del planeta; todos ellos son síntomas de un mundo enfermo, marcado por un creciente deterioro ambiental y social. Las causas de fondo de esta situación se encuentran en la forma en que nos hemos organizado socialmente, en el modelo y los estilos de desarrollo que prevalecen en todos los países, así como en los principios y pautas de comportamiento de la sociedad de consumo.

Algunos de los grandes problemas ambientales que enfrentamos son (Meza, 2008; citado por Maldonado, 2010: 6):

- Contaminación del agua, aire y suelo
- Pérdida de áreas naturales
- Extinción de especies vegetales y animales

- Cambios globales en el clima
- Erosión y pérdida de fertilidad de los suelos
- Desertificación de grandes superficies
- Mayor pobreza en el campo y la ciudad



Figura 1. Algunos de los grandes problemas ambientales

Este artículo destaca la importancia de la escuela para alcanzar una sociedad sustentable; a través de la elaboración de estrategias acertadas, es posible comprender mejor los factores que impiden la sustentabilidad y facilitar la búsqueda de posibles soluciones locales a los problemas ambientales.

Participación Social: Camino para la Gestión Ambiental Escolar

En este escenario, el desarrollo de un nuevo paradigma de acción socio-ambiental que prime la participación y la toma democrática de decisiones sobre cuestiones que afecten, sobre todo, al ambiente local, requiere la definición de modelos efectivos de educación que sirvan para articular socialmente la sustentabilidad local y que tengan en cuenta la construcción necesaria de una ciudadanía ambientalmente activa y comprometida.

Si se considera que "la escuela es un marco instrumental y valorativo para que el individuo influya a la sociedad y esta a él" (Gómez, 2006 citado por Ochoa et al., 2011: 2) se entiende que las acciones que incidan en este ámbito para favorecer los procesos formativos, tendrán repercusiones en los espacios sociales donde actualmente interactúa cada miembro de la comunidad educativa y en los espacios donde, en el futuro, desarrollen su labor profesional. Por lo que una de las medidas para fortalecer el aprendizaje de los alumnos es la seguridad institucional a partir de mejorar el ambiente de estudio, la infraestructura y las condiciones laborales.

Al concertar y compartir objetivos, experiencias y responsabilidades, las personas y las organizaciones establecen pautas de acción y relaciones que perduran para allá de un proyecto concreto y que pueden dar lugar a nuevas iniciativas pro-ambientales. Se espera que

la participación favorezca la construcción de una comunidad viva, integradora, comunicativa, basada en el respeto mutuo y responsable, con capacidad para dar forma a su futuro y que fomente, así, la integración social (Heras, 2002; citado por Marques 2004: 86).

Para que la participación social (Figura 2 y 3) pueda convertirse en un instrumento efectivo en la construcción de una ciudadanía comprometida no es suficiente querer y poder participar, sino que es necesario, también, saber hacerlo.



Figura 2 y 3. La participación social debe incluir todos los actores sociales.

La gestión ambiental escolar

La gestión ambiental escolar son acciones e instrumentos dirigidos a garantizar la administración y uso racional de los recursos naturales, mediante el control de la actividad humana en esta esfera institucional (Ochoa, et al., 2011: 1).

Es un proceso que permite generar los cambios requeridos para facilitar los procedimientos institucionales y pedagógicos encaminados al mejora-

miento de la calidad de vida y del entorno natural. Para llevar a cabo este proceso, es necesario planificar, ejecutar, administrar y liderar acciones a partir de la perspectiva de la educación ambiental. Dicha gestión se vincula con el contexto natural, social y cultural, fortaleciendo el sentido de pertenencia e identidad (Maldonado, 2010).

La gestión ambiental escolar se enmarca en una educación de calidad, entendida como aquella que promueve el desarrollo de las capacidades necesarias para participar en las diferentes áreas de la vida humana, que permite afrontar los desafíos de la sociedad actual y desarrollar el proyecto de vida en relación con los otros, a través del desarrollo integral del ser humano y orientada a las finalidades fundamentales en un momento y contexto dado, en tanto proyecto político y social, en el entendido de que la educación no es neutral.

Experiencias de Gestión Ambiental Escolar

En México las Bases de Coordinación SEP-SEMARNAT plantean entre sus líneas de acción la construcción de modelos de gestión ambiental escolar cuyo propósito es promover que las escuelas de educación básica y media superior realicen acciones integrales de gestión ambiental con la participación de la comunidad educativa, para disminuir su impacto en el ambiente y contribuir al desarrollo de una ciudadanía ambientalmente responsable.

Es por ello que nace el programa de Escuela Verde (Figura 4) dicho programa ayuda a las escuelas a promover procesos educativos colectivos que contribuyan a la sustentabilidad. Para lograrla, es necesario que cada escuela diseñe estrategias que promuevan una cultura ambiental a partir de acciones integradas de gestión en las que participan los distintos integrantes de la comunidad educativa. El programa de Escuela Verde se basa principalmente en 5 líneas de acción que son Educación ambiental, Manejo de Residuos sólidos, ahorro y uso eficiente del agua, ahorro y uso eficiente del consumo de energía eléctrica y acciones ambientales comunitarias.



Figura 4. Escudo oficial del proyecto Escuela Verde

Un estudio realizado en el Colegio "la Sagrada Familia" en Cartagena España con una población aproximada de 2000 alumnos desde Infantil hasta 2º de Bachillerato y 90 personas más entre profesores y personal intendente trabajó

con un sistema de gestión ambiental escolar en el cual se utilizó una metodología dividida en 3 fases:

- **Ecoauditoría:** en la que se auditaron el centro escolar y su entorno, el consumo de agua, el consumo de energía, los materiales escolares y oficina, los productos químicos y la limpieza del colegio, los residuos, el ruido, la alimentación, la educación ambiental y el transporte)
- **Plan de medidas de acción:** detectados los principales déficits del colegio se confeccionó un plan director donde se incluyen las actuaciones que corregirían esas carencias ambientales.
- **Puesta en práctica del plan:** una vez elaborado el plan lo pusieron en marcha para ellos dividieron las actuaciones previstas en 3 apartados teniendo en cuenta los objetivos y prioridades

Una vez terminadas todas las actuaciones que se habían programado volvieron a realizar la misma auditoría de un principio y compararon ambos resultados. Esto arrojó que se había tratado de una experiencia muy positiva, pues la valoración de los alumnos hacia el entorno medio ambiental había aumentado considerablemente, en torno a un 30%, comparándolo con las primeras valoraciones de la auditoría inicial.

Otro trabajo realizado sobre la gestión ambiental escolar es en 3 escuelas primarias de Cuba (Conrado Benítez García, Luis Peña Martínez y Paquito González Cueto) donde utilizan metodología cuantitativa y cualitativa dividida en 5 etapas que son:

1. **Caracterización y diagnóstico ambiental:** Esta etapa tiene como objetivo realizar la revisión de la gestión ambiental en todos los procesos, teniendo en cuenta: la caracterización del medio ambiente escolar, la identificación de requisitos legales y regulatorios, la identificación de aspectos ambientales de sus actividades, procesos y servicios para determinar aquellos que tengan o puedan originar impactos ambientales significativos responsabilidades, entre otros aspectos.

2. **Planificación:** El objetivo de esta etapa es la determinación de los elementos que componen la planificación de la gestión a realizarse por la dirección de la escuela, referidos a la formulación de Planes; Programas y la Estrategia de Gestión Ambiental.

3. **Implementación:** El objetivo de esta etapa es establecer los pasos para la implementación de los procesos asociados a la gestión ambiental de la escuela primaria, a través del accionar del capital humano en la gestión ambiental, la gestión de recursos materiales y naturales y la gestión de relaciones con el entorno.

4. Verificación: El objetivo de esta etapa es verificar la implantación de todos los componentes de la gestión ambiental, a través de la evaluación del cumplimiento legal, el análisis de resultados de la aplicación de indicadores de gestión ambiental, la evaluación del desempeño ambiental en la escuela y su comunicación a las partes interesadas como paso previo a la etapa final, que es la mejora continua.

5. Toma de decisiones: El objetivo de esta etapa es proceder a la realización de acciones por el Consejo de Dirección de la escuela, que permitan delimitar cuáles han sido los principales logros y dificultades que han incidido en el desempeño ambiental, de manera que se replanteen los objetivos incumplidos.

Como resultado de este trabajo el procedimiento general para la gestión ambiental permitió la realización de acciones de planificación e implantación favorables, contribuyéndose a la mejora del medio ambiente en la escuela. Además cumple con el objetivo de socializar los resultados alcanzados mediante la aplicación del procedimiento para la gestión ambiental en escuelas primarias del municipio de Holguín, lográndose implantar acciones de gestión ambiental que contribuyen a la búsqueda de soluciones a los problemas ambientales que se presentan, y a una mayor formación ambiental de los recursos humanos de las escuelas del territorio.

Es importante, por el tema, considerar los contextos en los que se realizan los estudios, pues no es lo mismo una universidad con 10,000 alumnos, que una escuela primaria con 500.

Referencias

Maldonado Salazar Teresita del Niño. Asesoría para la elaboración de la propuesta del Modelo de Gestión Ambiental Escolar para instituciones de educación básica, pp. 1-69, México, 2010.

Migdely Barbarita Ochoa Ávila, Rafael M. Ávila Ávila, Josefina del Carmen Pupo Pérez y Edith Guerra Ávila. Procedimiento para la gestión ambiental en la escuela primaria, Ciencias Holguín, vol. XVII, núm. 4, octubre-diciembre, 2011, pp. 1-14, Instituto de Información Científica y Tecnológica Holguín, Cuba.

Marquez Ramos Pinto Joaquim José. Los procesos participativos en las estrategias locales de sostenibilidad. Un estudio de caso, pp. 83-109, 2004, Portugal.

Moya Contreras Jesús. "Hacia una escuela verde", Pulso 2002, 25, pp. 183-189, Cartagena. 2002.

Diseño y ensamblado de un circuito electrónico para la detección y acondicionamiento de señales EMG.

Manzo Fuentes, Y.I.¹; Soubervielle Montalvo, C.² yady_29_06@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

La ingeniería biomédica es el resultado de la aplicación de los principios y técnicas de la ingeniería al campo de la medicina, se dedica fundamentalmente al diseño y construcción de productos sanitarios y tecnologías sanitarias, y es reconocida como un campo multidisciplinar. Una de las ramas importantes de la ingeniería biomédica es la electromiografía, la cual estudia la actividad eléctrica de los músculos del esqueleto mediante electrodos que pueden ser invasivos (electrodos de aguja) y no invasivos (electrodos superficiales) (Soares, 2003). La electromiografía tiene varias aplicaciones en medicina, por ejemplo: diagnóstico de enfermedades neuromusculares, prótesis de brazos y piernas, y rehabilitación en fracturas de hueso o desgarras musculares (Vélez, 2010).

La señal electromiográfica (EMG) es una señal biomédica que mide las corrientes eléctricas generadas en los músculos durante la contracción que representa actividades neuromusculares. El sistema nervioso siempre controla la actividad muscular (contracción / relajación). Por lo tanto, la señal EMG es una señal complicada, que es controlado por el sistema nervioso y depende de las propiedades anatómicas y fisiológicas de los músculos. Las características de una señal EMG son: amplitud osteocástica en naturaleza y puede estar representada en una distribución Gauseana, amplitud que puede tener un rango desde 0 a 10 mV (pico a pico) o bien de 0 a 1.5 mV (rms) y una frecuencia que puede ir de 0 a 500 Hz, siendo la frecuencia dominante entre 50-150 Hz (Reaz, 2006).

Las señales EMG están altamente relacionadas con la posición del electrodo sobre el músculo de interés. Debido a esto, es necesario que la ubicación de los electrodos sea consistente, en sesiones consecutivas de estudio y sobre diferentes pacientes.

Los aspectos más importantes relacionados con la adquisición y el análisis de señales EMG de superficie fueron tratados recientemente en un consenso multinacional llamado SENIAM (Surface EMG for the Non-Invasive Assessment of Muscles), donde se discute desde la construcción del electrodo hasta su ubicación sobre 27 zonas musculares distintas. (Hermens, 2000).

El objetivo al ubicar los electrodos es conseguir una posición estable donde se pueda obtener una buena señal EMG. Los electrodos se pueden ubicar sobre la superficie de la piel de manera longitudinal, o transversal. Los trabajos de investigación en el área de EMG están dirigidos a encontrar los algoritmos de procesamiento, caracterización y clasificación de patrones de dichas señales, que permitan el análisis y la determinación del tipo de movimiento con porcentajes de acierto entre 80% y el 97% dependiendo del número de electrodos y del número de movimientos detectados (Betancourt, 2004).

El objetivo del presente trabajo fue diseñar y armar un circuito electrónico de bajo costo, capaz de detectar y acondicionar las señales EMG de la parte superior del brazo, en el músculo bíceps. En el diseño y análisis del circuito se determinaron las ecuaciones que comprenden cada etapa del mismo.



MARCO TEÓRICO.

Uno de los problemas en la detección de señales EMG es su baja amplitud (la más baja puede ser de unos cuantos micro-volts), por tal razón este tipo de señales puede contaminarse fácilmente con ruido de diferentes fuentes: ruido ambiental (especialmente 60Hz), ruido debido a la fricción del electrodo con la piel y otros ruidos en modo común debidos a otros músculos (por ejemplo el corazón).

Los siguientes dispositivos electrónicos se emplean para acondicionar y amplificar señales de baja amplitud:

- **Amplificador diferencial:** mide y amplifica pequeñas señales que están "ocultas" dentro de señales mayores. El amplificador diferencial se utiliza solo para medir el voltaje de la señal que se desea, el voltaje de ruido se convierte en el voltaje de modo común en la entrada del amplificador; el voltaje de ruido no se amplifica y se elimina de manera efectiva para que no tenga efecto negativo en la señal de salida.
- **Amplificador inversor:** su función es la de invertir la señal de salida con respecto a la entrada, o lo que es lo mismo, desfasarla 180° . Esto es

importante para aquellas señales sinusoidales donde hay que cuidar su fase. Por el contrario, en las tensiones continuas, el valor de salida tendrá el signo cambiado con referencia a la entrada. Dentro de sus funciones importantes, está la de amplificar la señal EMG mediante la multiplicación por una constante, la cual se determina en el diseño del circuito.

- **Filtros:** son circuitos que permiten el paso de una determinada banda de frecuencias mientras atenúan todas las señales que no estén comprendidas dentro de esta banda. Existen filtros activos y filtros pasivos. Los filtros pasivos solo tienen resistencias, inductores y capacitores. En los filtros activos, se utilizan transistores o amplificadores operacionales además de resistencias, inductores y capacitores. Los inductores no se utilizan mucho en los filtros activos pues son voluminosos, caros y a veces tienen componentes resistivas de elevada magnitud.
- **Rectificador de precisión con amplificador operacional:** tiene interesantes funciones y aplicaciones, como el recorte de la salida por los limitadores en paralelo y la limitación serie de la entrada, por los circuitos de zona muerta.



El circuito rectificador con amplificador operacional tiene un arreglo de diodos, de tal forma que la señal EMG al pasar por él, su parte negativa es colocada absolutamente en el eje positivo, teniendo como resultado una señal positiva (Coughl, 1999).

METODOLOGÍA.

Se propuso el diseño de un circuito electrónico para adquirir y acondicionar las señales EMG con seis etapas, como se puede observar en la Figura 1. La primera etapa, la cual es una de las más importantes, consiste en un amplificador diferencial, la siguiente etapa es un amplificador inversor, luego un filtro pasa altas, después un rectificador de señal, continuando con un filtro pasa bajas y finalmente otro amplificador inversor. A continuación se describe cada una de las etapas y los efectos que tiene en la señal EMG.

Etapas 1. Amplificador diferencial (clave del circuito utilizado: INA106): la señal obtenida en la salida de esta etapa es proporcional a la diferencia entre sus dos entradas, positiva y negativa (V_1^+ , V_1^-). La ganancia de esta etapa se determina con las resistencias externas de 1 M Ω y las internas de 10 y 1100 k Ω ; obteniendo finalmente una ganancia de 210. En la Figura 1 se observa el diseño de esta etapa. La ecuación del voltaje de salida en función de los voltajes de entrada de ambos electrodos se escri-

be a continuación.

$$V_o = (R_2/R_1)[V_2 - V_1]$$

donde: $R_2 = 2100 \text{ k}\Omega$ y $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$ ¹

Etapas 2. Amplificador inversor (clave del circuito utilizado: TL072): dentro de sus funciones principales, en esta etapa, está la de amplificar la señal EMG hasta 15 veces. Por tanto tenemos por ecuación 2:

$$V_o = (-R_2/R_1)V_1$$

donde: $R_2 = 150 \text{ k}\Omega$ y $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$ ²

Etapas 3. Filtro pasa altas (clave del circuito utilizado: TL072): Los filtros pasa altas atenúan el voltaje de salida de todas las frecuencias que están por debajo de la *frecuencias de corte*, f_c . Para frecuencias superiores a f_c , la amplitud del voltaje de salida no se atenúa. En este circuito, el filtro pasa altas tiene la función de dejar pasar la señal EMG cuyo valor de frecuencia sea mayor a 12.31 Hz (frecuencia de corte del filtro pasa altas), como se puede observar en el diagrama de Bode de la Figura 2. La ecuación del filtro pasa altas es la siguiente:

$$V_o = -V_i / (1 + 1/(sCR))$$
 ³



Etapla 4. Rectificador de precisión con amplificador operacional (clave del circuito utilizado: TL072): Este circuito tiene un arreglo de diodos de tal manera que la señal EMG, al pasar por el rectificador, su parte negativa es colocada absolutamente en el eje positivo, teniendo como resultado una señal positiva. La siguiente ecuación define su funcionamiento:

$$V_o = |V_i|$$

4

Etapla 5. Filtro pasa bajas (clave del circuito utilizado: TL072): este circuito tiene la función de dejar pasar la señal EMG hasta una frecuencia de corte de 106 Hz, como se puede observar en el diagrama de Bode de la Figura 2. La siguiente ecuación define su funcionamiento.

$$V_o = 1 / (1 + sCR)$$

5

Frecuencia de corte: La frecuencia de corte, f_c , se conoce también como la frecuencia en la que la magnitud de la señal se reduce en un 29.3% o bien -3dB. También se conoce como frecuencia de esquina o frecuencia de ruptura. En las siguientes ecuaciones se muestra el procedimiento para obtener la frecuencia de corte del filtro pasa

frecuencia de corte del filtro pasa altas. Para el filtro pasa bajas el procedimiento es similar y se obtiene la misma ecuación.

$$|1 / (1 + 1/(sCR))| = 0.707 \quad \text{dado que } s = j\omega \quad \text{entonces } \omega_c = 1/RC = 2\pi f_c$$

$$f_c = 1/(2\pi RC)$$

6

Etapla 6. Circuito como el de la etapa 2 pero con una ganancia de 20. En la Figura 1 se muestra el diagrama del circuito electrónico completo. El diagrama de Bode del diseño de los filtros se muestra en la figura 2, donde se puede observar que ambos filtros forman un filtro pasa-banda de señales con frecuencias entre 12.31 y 106 Hz.



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para obtener resultados confiables, los electrodos fueron colocados según la SENIAM [ref]. Un electrodo va en la parte media del músculo, el siguiente al finalizar el músculo y el último en algún hueso (electrodo de referencia), para evitar interferencia por ruido. En los experimentos realizados el electrodo de referencia se colocó encima del codo, otro electrodo en la parte media del músculo bicep y el último en la parte final del músculo bicep.

El arreglo del circuito permitió obtener una ganancia de 63000 y observar la señal EMG en el osciloscopio como se muestra en la Figura 3. Además

el diseño del circuito permitió tener un filtro pasa-banda que va desde los 12.31 hasta los 106 Hz, como se muestra en la Figura 2, el cual cancela o minimiza las señales de ruido de fricción de los electrodos con la piel y el ruido de señales de radiofrecuencia o de dispositivos eléctricos y electrónicos cercanos al circuito de detección y acondicionamiento de señales EMG.



CONCLUSIONES

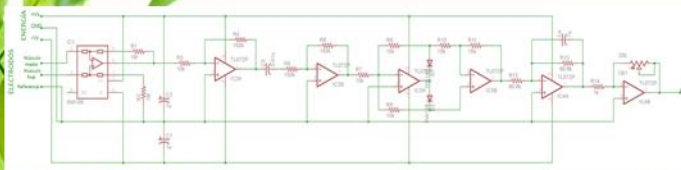


Figura 1. Diseño analógico del circuito electrónico.

laboración del diseño del circuito electrónico y que la señal sea analizada exitosamente, la elección de señales EMG presentó una relevancia para su acondicionamiento, se logró especificar las ecuaciones presentes en cada etapa, reconociendo así, la ganancia obtenida en todo el circuito.

Observando que es un dispositivo de bajo costo comparado con los electromiografos del mercado, con dimensiones razonables, lo cual lo hace un circuito portátil, obteniendo un aporte a la electrónica y a la ingeniería biomédica, se espera que en trabajos posteriores se realicen algunos estudios para la atenuación de ruido electromagnético.

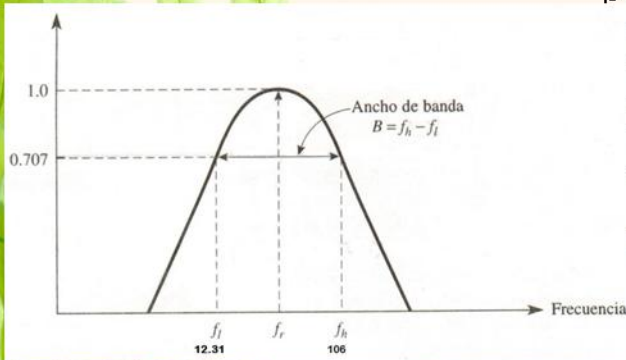


Figura 2. Diagrama de Bode del diseño de los filtros pasa altas y pasa bajas utilizados.

FUENTES DE CONSULTA

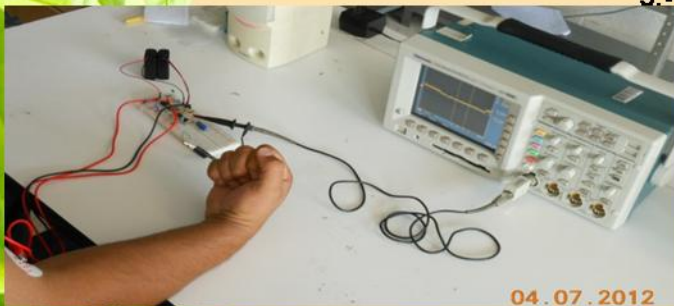


Figura 3. Detección de la señal en el osciloscopio.

- 1.-Coughlin, Robert, F. y Driscoll Frederick F. *Amplificadores operacionales y circuitos integrados lineales*. Quinta edición. México, 1999. Prentice Hall.
- 2.-Betancourt, O., et al. (2004). *Reconocimiento de patrones de movimiento del sistema fisiológico brazo-antebrazo, a partir de señales electromiográficas*. Rev. Scientia Et Technica. Vol. X. Núm. 26. pp. 53-58
- 3.-Reaz, M. B. I., et al. (2006). *Techniques of EMG signal analysis: detection, processing, classification and applications*. Rev. Biol. Proced. Online. Vol 8. Núm 1. pp.11-35.
- 4.-Soares, A., et al. (2003). *The development of a virtual myoelectric prosthesis controlled by an EMG pattern recognition system based on neural networks*. Rev. Journal of Intelligent Information Systems. Vol.21. Núm 2. pp. 127-141.
- 5.-Hermens, H.J. (2000). *Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures*. Rev. Journal of Electromyography and Kinesiology. Vol. 10. pp. 361-374.
- 6.-Vélez, Á., et al. (2010). *Técnicas de clasificación para neuroseñales*. Rev. Scientia Et Technica. Vol. XVII. Núm. 46. pp. 153-156.

CARACTERIZACIÓN DE ESCURRIMIENTOS SUPERFICIALES EN UNA ZONA CON ACTIVIDADES MINERAS HISTÓRICAS

Ramírez Solís, N. R.¹;
Castro Larragoitia, G.
J.²; Montes Ávila, I.²

¹Escuela de Ingeniería Ambiental de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Edificio 16 de Ciudad Universitaria, Libramiento Norte Poniente 1150 C.P. 29039, Colonia Lajas Maciel, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México; al084110012@unica-ch.mx.

²Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Dr. Manuel Nava #8, Zona Universitaria Poniente C.P. 78290, San Luis Potosí, S.L.P., México; gcastro@uaslp.mx e isidro.montes@hotmail.com.

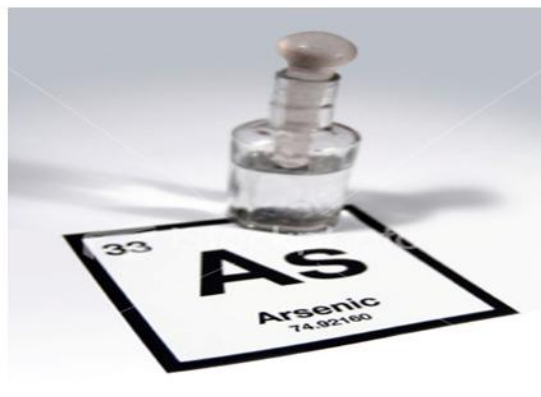
RESUMEN

La caracterización de aguas superficiales es de gran importancia en sitios con residuos de actividades mineras, pues mediante ello se puede identificar la movilidad de elementos presentes en el medio (agua, suelo, rocas, aire o residuos) que por causas naturales o actividades antrópicas han quedado expuestos al ambiente provocando su dispersión. El presente trabajo consiste en la evaluación desde esta perspectiva, del distrito minero de Cerro de San Pedro en el estado de San Luis Potosí, el cual ha tenido actividades minero-metalúrgicas desde hace más de 400

años. Dentro de los elementos con potencial toxicológico identificados en este sitio se tiene arsénico (As), plomo (Pb), mercurio (Hg), cobre (Cu) y zinc (Zn), habiéndose identificado en el curso del presente trabajo entre los elementos señalados, al Arsénico como el elemento que es movilizad o significativamente en mayor cantidad, quedando aún por identificar si las fuentes de estos elemen-

tos son naturales o derivadas de los residuos presentes en la zona de estudio.

Palabras clave: Arsénico, elemento traza, movilidad, sitios mineros históricos.



INTRODUCCIÓN

El deterioro de los recursos hídricos tanto superficiales como subterráneos representa un problema cada vez más severo en nuestro país, este problema es particularmente relevante en las

zonas áridas y semiáridas donde los pocos recursos disponibles pueden ser afectados por diversas actividades humanas. En el caso de escurrimientos superficiales, estas afectaciones pueden ser tanto de tipo puntual como difusa

debido tanto a contaminantes de origen natural, como derivados de actividades humanas como los son agroquímicos, excrementos pecuarios, lixiviación de residuos mineros entre otros (Oswald, 2003).



Ramírez Solís,
N. R.¹; Castro
Larragoitia, G.
J.²; Montes
Ávila, I.²

Al mismo tiempo, escurrimientos superficiales que contengan algún elemento tóxico son por un lado evidencia de la movilidad de elementos a partir de materiales presentes en la superficie de la cuenca y por otra parte son indicadores del riesgo de contaminación hacia los recursos hídricos subterráneos y el resto de los miembros del entorno. Estudios realizados por Rivera et al. (2005) han demostrado que los niveles de concentración de

metales pesados en sedimentos de diversas zonas de México son un problema grave, por lo cual es muy importante evaluar su disponibilidad y movilidad. En el presente estudio, el Distrito Minero de Cerro de San Pedro en San Luis Potosí, dio origen a la ciudad capital del estado y es uno de los sitios mineros más antiguos de esta zona del país. En él se han desarrollado actividades de extrac-

ción y beneficio de metales desde hace más de 400 años, por lo que existen innumerables evidencias de éstas en forma de residuos dispersos por todo el distrito (Rodríguez, 2011). Una aproximación a esta problemática es la caracterización de escurrimientos superficiales al inicio de la temporada de lluvias, la cual puede dar información acerca de los elementos con mayor poten-

Objetivo

Identificar elementos movilizados durante eventos pluviales con potencial toxicológico disponibles en el Distrito Minero de Cerro de San Pedro, SLP.



1.- DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

La zona de estudio se ubica geográficamente entre los paralelos 22°16'12" y 22°09'35" de latitud norte; los meridianos 100°50'14" y 100°42'35" de longitud oeste, abarcando una área total de 157.78 km², a una altitud me-

dia de 2,040 m.s.n.m., colinda con los municipios de Soledad de Graciano Sánchez, Armadillo de los Infantes y San Luis Potosí. El municipio de Cerro de San Pedro cuenta con una extensión territorial de 127.48 km² y una

población total de 4,021 habitantes (INEGI, 2009). La subcuenca de Cerro de San Pedro y aledaños se encuentran en los límites de las regiones fisiográficas Mesa del Centro y Sierra Madre Oriental, su topografía



está dada por llanura desértica de piso rocoso, sierra plegada con llanuras y llanura desértica (INEGI, 2009).

Las características de las condiciones climáticas regionales son las escasas precipitaciones, presentándose 4 tipos de clima, todos del grupo B (climas secos) según la clasificación de Köppen, modificada por Enriqueta García. El área de estudio corresponde a un clima seco templado y semiseco

templado (INEGI, 2009), con una temperatura media anual entre 12 y 18°C y precipitación de 300-500 mm/a con presencia de lluvias en verano (Rodríguez, 2011).

Se localiza al sur de la Mesa Central y está dominada geológicamente por sedimentos de la cuenca Mesozoica del Centro de México, caracterizada por secuencias de calizas y calizas-lutitas que fueron parcialmente cubiertas por rocas ígneas extrusivas de tipo riolítico del Terciario, esta secuencia es sobreyacida por conglomerados y suelos aluviales. En la zona de Cerro de San Pedro esta secuencia fue intrusionada por un cuer-

po granodiorítico de edad Terciaria que generó el proceso mineralizante, principalmente de Plata (Ag), Oro (Au) y Cobre (Cu) (C.R.M., 1992). El área de estudio se ubica en la Región Hidrográfica El Salado, Cuenca Hidrográfica de San Luis Potosí y Subcuenca San José, en las microcuencas de Cerro San Pedro, Monte Caldera, Luz Rodríguez, Nueva Zapatilla-Cuesta de Campa, Portezuelo, y Palmar de San Carlos (INEGI, 2009), las cuales se consideran de tipo arreico, propio de climas semidesérticos, donde las escorrentías de la temporada de lluvia se pierden por evaporación y por infiltración al llegar al valle localizado al poniente de todas estas (Vázquez, 2012).

2.- LA ACTIVIDAD MINERA EN CERRO DE SAN PEDRO

Después de la conquista de la Ciudad de México por los Españoles, en 1592 el mineral de Cerro de San Pedro fue descubierto por el Capitán Miguel Caldera (C.R.M., 1992). Oficializado el descubrimiento minero e iniciado el asentamiento de población, el lugar fue confluenciado de personas interesadas en la explotación de Au y Ag, así las tareas de exploración, extracción y beneficio impulsaron los asentamientos y haciendas. En el siglo

XVII las vetas empezaron a disminuir por las condiciones de explotación, llevando al abandono del poblado en 1630. Fue hasta 1904 que la Compañía Metalúrgica Mexicana articuló la economía minera del municipio con el mercado mundial, acentuándose más cuando dicha empresa fue comprada por ASARCO en 1923, que mantuvo el trabajo intensivo hasta 1948



(Martínez et al. 2010), des-



pués de esta fecha los derechos de esta mina se vieron fragmentados en varios lotes que quedaron en propiedad de particulares y de 2005 a la fecha, la compañía minera San Xavier construyó y opera desde 2007 el proyecto minero

de Cerro de San Pedro, para la extracción de oro y plata mediante un proceso de minado a tajo abierto con un proceso de beneficio mediante lixiviación en montones (Vázquez, 2012). Derivado de todas estas actividades han quedado expuestos por toda la zona, residuos de antiguos procesos de beneficio como son

las escorias, jales y terreros, que hasta la actualidad siguen siendo fuentes potenciales de contaminación tanto para el suelo como para el agua.

Ramírez Solís,
N. R.¹; Castro
Larragoitia, G.
J.²; Montes
Ávila, I.²

3.- ESTUDIOS PREVIOS

Martínez, (2011) identificó y localizó 21 depósitos de residuos de actividades mineras como fuentes potenciales de contaminantes en la microcuenca de Monte Caldera; Rodríguez (2011), evaluó la bioaccesibilidad

y movilidad de elementos potencialmente tóxicos en suelo superficial permitiendo identificar la influencia que tuvieron las operaciones minero-metalúrgicas históricas en el incremento de concentraciones de

Pb, As, Cd, Cu, Zn y Mn; y Vázquez, (2012) realizó así mismo la caracterización de un depósito no controlado de residuos mineros evaluando su impacto en el suelo superficial.

METODOLOGÍA

1.- MATERIALES Y MÉTODOS

1.1 Planeación del muestreo



Esta parte del trabajo se desarrolló recopilando información relacionada al área de estudio, para ello se utilizaron las cartas topográficas digitales de INEGI F14A84 y F14A74, se seleccionaron estudios realizados en la zona y

metodologías a seguir para muestreo de agua, así también aplicaciones como Google Earth para identificación y localización de cuerpos de agua superficiales como posibles puntos de muestreo. Un elemento importante considerado

dentro de la planeación del muestreo fue el factor climático, que para el propósito de este estudio se realizó después de un largo periodo de sequía.



En esta etapa se establecieron tres requisitos esenciales que son; 1) Claridad en los procedimientos (protocolos bien definidos y simples de seguir), 2)

Prácticos (que su aplicación sea factible y se ajuste a las diversas situaciones en campo), y 3) Tipo de muestreo (que sea representativo y permita ex-

plicar el propósito de la investigación). Considerando las premisas antes descritas se estableció un procedimiento de trabajo en campo, pre-seleccionando 22 posibles puntos de muestreo en la zona de estudio mediante un muestreo dirigido, quedando a juicio del investigador el punto de obtención de la muestra.

1.3 Toma de muestra y conservación

Para la localización de cada sitio de muestreo se utilizó un GPS-Garmin Etrex usando coordenadas UTM previamente capturadas apoyándose de diversos planos (topográficos, geológico y edafológico) y se implementó el siguiente procedimiento; a) Colectar la muestra, b) Medición de datos físico-químicos en campo (pH, C.E. y T.), y c) Identificación y preservación. Para la colecta de la muestra se identificó el punto más óptimo del cuerpo de agua que permitiera condiciones de acercamiento y profundidad necesaria para introducir el envase de PE (esto para evitar el contacto con el oxígeno atmosférico y la muestra).

La medición de datos físico-químicos en campo se realizó con un equipo marca Conductronic que se calibró con soluciones buffer (pH 4 y 7) en cada sitio de muestreo, para las mediciones en laboratorio se tomaron dos muestras de 500 y 60 ml respectivamente, la primera para el análisis de constituyentes mayores y la segunda para elementos traza

(filtrándose a $0.45 \mu\text{m}$ y acidificándose con 3 gotas de HNO_3 a pH ~ 2). La identificación y preservación de las muestras son de gran importancia ya que se obtiene un mejor control en campo y laboratorio, una vez etiquetadas se almacenaron en hielera a una temperatura



Figura 1. Toma de muestras.



2.- ANÁLISIS DE LABORATORIO

Los parámetros cuantificados en laboratorio de las 14 muestras colectadas fueron pH, conductividad eléctrica, sólidos disueltos totales, dureza, alcalinidad, Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^- , F^- , Na^+ , K^+ , Si , Fe^{+3} , Mn^{+2} y Al^{+3} ; para esto se utilizaron diversas técnicas y métodos establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas.

Para el caso de la alcalinidad, dureza y cloruros (método argentométrico) se determinaron por el método de análisis vo-

lumétrico, el cual se basa en la determinación en forma indirecta de lo que se busca mediante un proceso de valoración o titulación; SO_4^{2-} y NO_3^- (método turbidimétrico) se determinaron en el equipo DR 2000 HACH; Na^+ y K^+ , se determinaron por el método de flamometría el cual se basa en la disociación de los compuestos de los metales alcalinotérreos por medio de una flama y finalmente los elementos Si , Fe^{+3} , Mn^{+2}

y Al^{+3} se determinaron por absorción atómica de acuerdo a la NMX-AA-051-SCFI-2001 (IMTA, 2013). Para el caso de los elementos traza se determinaron por la técnica de Espectrometría de Masas con Fuente de Plasma de Acoplamiento Inductivo (ICP-MS, por sus siglas en inglés) utilizando un equipo marca Thermo Electron modelo X-Series II, en el laboratorio de ICP-MS del Instituto de Geología de la UASLP.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la zona de estudio se delimitaron 6 microcuencas correspondientes a las de Cerro de San Pedro (3 muestras), Monte Caldera (4), Luz Rodríguez (2), Nueva Zapatilla-Cuesta de Campa (2), Portezuelo (2), y Palmar de San Carlos (1), de ellas se obtuvieron un total de 14 muestras para cuantificar y analizar los valores de Sólidos Disueltos Totales, Alcalinidad, Dureza y Metales que contienen estas aguas. Derivado de ello se pudo identi-

ficar que los niveles de concentración de arsénico se encuentran altos en varias de las muestras, tal como se observa en la tabla

Tabla 1.
Características físico-químicas de las aguas superficiales de la zona de estudio.

No. de muestra	pH	C.E. micromhos/cm	S.D. T. mg/l	Alcalinidad Total mg/l CaCO_3	Dureza Total mg/l CaCO_3	As mg/l
SP1 0613A	7.03	214	107	71.19	70.32	0.045
SP2 0613A	7.12	311	155	150.29	138.62	0.105
SP3 0613A	7.27	344	172	166.11	110.65	0.022
SP4 0613A	7.76	244	122	118.65	82.46	0.021
SP5 0613A	7.71	249	124	102.83	67.82	0.076
SP6 0613A	7.71	162	81	71.19	51.80	0.022
SP7 0613A	7.98	85	42	23.73	13.30	0.005
SP8 0613A	7.52	366	182	189.84	86.49	0.023
SP9 0613A	7.22	1069	536	71.71	235.52	0.034
SP10 0613A	7.84	644	320	334.66	148.48	0.070
SP11 0613A	7.88	544	272	95.62	122.88	0.073
SP12 0613A	7.88	200	100	87.65	69.12	0.004
SP13 0613A	7.67	469	238	199.20	166.40	0.032
SP14 0613A	7.70	387	193	159.36	122.88	0.034



Además de los parámetros y elementos arriba mencionados, en el curso del presente trabajo también se analizó Pb, Li, Al, Cr, Mn, Cu, Zn, Ga, As, Br, Rb, entre otros, de los cua-

les el más relevante fue el As. Aunque el resto de los elementos analizados muestran valores relativamente bajos, se identificaron muestras cuyos niveles de concentración son más altos que el resto de las muestras y espacialmente se relacionan a sitios donde se localizan escorias de fundición, tal es el caso de las muestras SP30613A y SP130613A, las cuales en promedio tuvieron valores muy altos con relación a las demás en la mayoría de los metales analizados,

lo que muestra que sigue habiendo liberación de estos metales al ambiente.

La Figura 2 muestra la distribución espacial en el área de estudio de los resultados obtenidos de As, el cual se encuentra relacionado con los residuos de escorias históricas identificadas en estudios previos, en estos sitios el suelo presenta elevadas concentraciones de As, Pb, Cd, Zn, Cu y Mn.

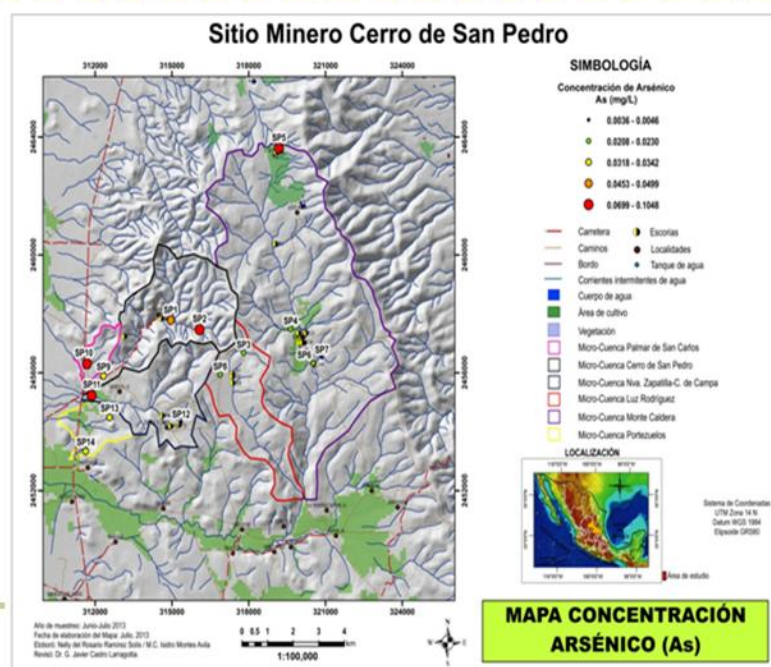


Figura 2.
Mapa de concentración y ubicación de fuentes potenciales de liberación de Arsénico.

Por otra parte, la muestra SP90613A es importante al encontrarse en la salida de la microcuenca de Cerro de San Pedro y en tener el valor más alto en C.E. (1069 micromhos/cm). Vázquez, (2012), menciona que el Drenaje Ácido de Roca (DAR) presenta concentraciones princi-

palmente de Fe y SO_4 por lo que en el resultado obtenido de 275mg/L de SO_4 puede señalar que en algún lugar de la cuenca que drena por este punto hay posible generación de DAR debido a cualquiera de los tres factores que menciona en su investigación como es la mine-

ralogía del residuo que se encuentra en la zona, las características reactivas del medio circundante o algún otro factor aún no identificado.



CONCLUSIONES

Mediante la caracterización de cuerpos de agua superficial y ubicación espacial de residuos de operaciones minero-metalúrgicas, se confirmó que los elementos analizados principalmente el arsénico se encuentra relacionado con estos residuos identificados, ya que al estar expuestos al ambiente provoca su liberación y dispersión por medio eólico y pluvial como lo menciona Rodríguez, (2011). También se logró identificar que en la temporada de lluvia se facilita su movilización y disponibilidad en las microcuencas estudiadas. Este trabajo enfatiza que a lo largo del tiempo estos residuos de fundición han sido y siguen siendo fuentes de liberación de metales que en poca o gran cantidad son importantes por su toxicidad.

Para comprobar con mayor claridad que en las microcuencas de Cerro de San Pedro, Monte Caldera, Luz Rodríguez, Portezuelo y Palmar de San Carlos el medio hídrico transporta estos contaminantes, se recomienda realizar un muestreo en las salidas de cada una de ellas nuevamente al inicio de la temporada de lluvia y sería importante caracterizar las escorias de fundición en esta zona con el fin de conocer su composición y determinar el nivel de concentraciones de los metales que lo componen de tal manera que se pueda cuantificar el grado de riesgo que representan en el ambiente.



FUENTES DE CONSULTA

Consejo de Recursos Minerales (CRM) (1992). Monografía Geológico-Minera del Estado de San Luis Potosí. Ed. 1ra, 218pp.

INEGI (2009). Prontuario de Información Geográfica Municipal de los Estados Unidos Mexicanos Cerro de San Pedro, San Luis Potosí. Clave Geoes-tadística 24009.

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) (2013). Normas Nacionales.

<http://www.imta.gob.mx/cotennser/>

[index.php?op-tion=com_content&view=article&id=94&Itemid=85](http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/datos-geograficos/24/24009.pdf)

[Fecha de consulta: 17/07/2013]

<http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/datos-geograficos/24/24009.pdf>

[Fecha de consulta: 14/07/13]

Martínez, C., Betancourt, M., Nicolás, C., y Aguilar, R. (2010). Procesos Históricos y Ambientales en Cerro de San Pedro, San Luis Potosí, México, 1948-1997. *Región y Sociedad*. 22. 215-220.

Martínez, B. R. (2011). Descripción Geológica-Ambiental de una Microcuenca Impactada por Actividades Metalúrgicas Históricas: Caso de Monte Caldera, Cerro de San Pedro, S.L.P. (México). Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de San Luis Potosí, S.L.P.

Oswald S., Ú. (2003). El Recurso Agua en el Alto Balsas. Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias, UNAM. Cuernavaca, de San Luis Potosí, S.L.P.

México. Ed. 1ra. 564pp. Rivera, T., Gutiérrez, L., Val, S., Mejiazemeño, R., Sánchez, R., Aparicio, M. y Díaz, F. (2005).

La Medición de Sedimentos en México. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA). Morelos, México. 318pp.

Rodríguez, R. Y. (2011). Evaluación de la Contaminación por Metales en Pasivos Ambientales de Actividades Metalúrgicas Históricas en el Distrito Minero Cerro de San Pedro, S.L.P. (México). Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de San Luis Potosí, S.L.P.

Vázquez, V. S., (2012). Caracterización de un Depósito no Controlado de Residuos Mineros y Evaluación de su Impacto en Suelo Superficial. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma DE S.L.P

La Escuela de Ingeniería Ambiental



INVITA A SU XV CICLO DE SEMINARIOS

Del 14 de Agosto al 06 de Noviembre de 2013

Lugar: Auditorio
Horario: 9:00 a 11:00 a.m.

FECHA	PONENTE	TEMA
14 de Agosto	Alumnos de 5° semestre de Ingeniería Ambiental (UNICACH)	Evaluación de la educación no formal en la comunidad estudiantil de la Escuela de Ingeniería Ambiental basado en el conocimiento de R.S.U.
14 de Agosto	Alumnos de 5° semestre de Ingeniería Ambiental (UNICACH)	Desperdicio de energía eléctrica en el edificio No. 12 de la Facultad de Nutrición de C.U.
21 de Agosto	Dr. Emmanuel Díaz Nigenda (UNICACH)	Contaminación del Aire
28 de Agosto	Dr. Gustavo Yáñez Ocampo (UPCH)	Biorremediación (Biosurfactantes)
02 al 06 de Septiembre	Grupo Terranova (SEMARNAT)	Ciclo de Cine Ambiental
11 al 13 de Septiembre	CIESIQA	1er. Congreso de Ingeniería Ambiental e Ingeniería Química del Sureste de México
18 de Septiembre	Mtro. Luis Alberto Ballinas Hernández (IA-UNICACH)	Delitos Ambientales
25 de Septiembre	Biol. Moctezuma Xicoténcatl Sumuano Martínez (PROFEPA)	Programa Nacional de Auditoría Ambiental
02 de Octubre	Teresa Elena Pórraz Culebro Juan Carlos López Caballero (IA-UNICACH)	Caracterización de Hidrógeno por medio de una película de nitrato de paladio en sol-gel
09 de Octubre	Biól. Luis Erick Roblero G. Biól. Deysi Karina Monterrosa P. (Cuidemos.org)	El papel de la ONG en el acceso al conocimiento y tecnología ambiental
16 de Octubre	Mtro. Juan Antonio Araiza Aguilar (IA-UNICACH)	Diseño de Infraestructura para el manejo de residuos sólidos en comunidades rurales
23 de Octubre	I.A. Lester Emmanuel López Cruz I.A. Jesús Alberto Ochoa Hernández	Caracterización de pH mediante sol-gel
30 de Octubre	Dr. Roel Simuta Ocampo	Modelación y contaminación de aguas subterráneas
06 de Noviembre	Alumnas de 5°, 7° y 8° Semestre de Ingeniería Ambiental	Experiencias y Resultados de Estancias de verano 2013

En la mayor parte del país la palabra nucú es desconocida, en cambio, en algunas regiones de Chiapas, es el nombre de un alimento peculiar y ciertamente muy gustado por los pobladores. Nucú, es un insecto himenóptero, grupo en el que están clasificadas las avispa, abejas y hormigas. El nucú es la reina de las hormigas arrieras, conocidas también, como parasol, chancharras, monochonas y zompopos. Científicamente se les llama *Attafervens*, *Atta mexicana* y otras especies del género *Atta*. Independientemente de la gente, las reinas nucú tienen otros depredadores, como aves, reptiles, anfibios y algunos mamíferos.



*Gaceta realizada
por el Cuerpo Académico de
Estudios Ambientales y
Riesgos Naturales*