TECNOCULTURA
Investigación · Ciencia · Tecnología · Cultura

Publicación cuatrimestral del Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec. Año 9, No 26, septiembre-diciembre de 2011

Análisis de la Problemática de Incendios Forestales en Quintana Roo

Contenidos de Cu, Cd, Zn, Pb, Hg y Fe en Jaiba Azul (Callinectes sapidus), Sedimentos y Agua de la Bahía de Chetumal

Efecto de la Contaminación por Mercurio y Plomo en Peces Comestibles

Cómo Inducir al Alumno en el Desarrollo de Habilidades en la Programación

GOBIERNO DEL ESTADO DE MÉXICO
GOBIERNO QUE TRABAJA Y LOGRA enGRANDE

El Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec cuenta con un sistema de gestión de calidad certificado bajo la norma ISO 9001:2008 en sus procesos de inscripción, reinscripción y titulación, con reconocimiento ante EMA, UKAS y ANAB.

Información para los autores

La revista **TECNOCULTURA** es un órgano de difusión del Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec (TESE); su publicación es cuatrimestral, el objetivo principal es la divulgación del pensamiento y los avances científicos, tecnológicos y humanísticos, ya sea que se generen en las diferentes áreas académicas del TESE o de origen externo, pero que puedan ser de interés general.

La información podrá presentarse en forma de artículo, ensayo, reportaje, reseña, traducción o monografía, incluyendo trabajos de divulgación. Los artículos deben ser producto de investigaciones de elevado nivel académico, contribuir al conocimiento en su materia y ser inéditos en español. Igualmente, las conferencias o presentaciones deberán adaptarse para su edición escrita. En todos los casos, se buscará que su contenido sea ameno y novedoso.

Se recomienda una extensión máxima de 10 cuartillas a doble espacio, incluyendo cuadros, notas y bibliografía. Deberá entregarse un archivo electrónico y una copia impresa, en tamaño carta, en letra Times New Roman de 12 puntos, con márgenes de 2.5 cm. por lado. De preferencia utilizar Microsoft Word, guardando el documento con la extensión .doc. Los materiales serán evaluados por el Consejo Editorial de la revista.

El lenguaje debe ser accesible a estudiantes de licenciatura, sin perjuicio de la información científica o académica contenida en el artículo. Cuando sea necesario el uso de tecnicismos, deberá explicarse su significado con la amplitud necesaria. Se recomienda la inclusión de recuadros que aclaren el significado de conceptos de difícil comprensión.

Dentro de lo posible, se evitará el uso de fórmulas y ecuaciones. Los artículos pueden tener subtítulos o incisos y un resumen introductorio, no mayor de cinco líneas, que atraiga el interés del lector .

Para las citas o referencias bibliográficas que aparezcan en el texto, se utilizará el sistema Harvard; deben ir entre paréntesis, indicando el apellido del autor, fecha de publicación y número de página(s). Ejemplo: (Sánchez Vázquez. 1991: 114-122). Dichas referencias bibliográficas se mencionarán completas al final del documento. Se debe revisar cuidadosamente que no existan omisiones ni inconsistencias entre las obras citadas y la bibliografía. Las obras de un mismo autor, se enlistarán en orden descendente por fecha de publicación (2004. 1999. 1987. etcétera). No deben integrarse notas o citas mediante alguna instrucción del procesador de palabras que las incorpore automáticamente al pie de texto o al final de la página.

Deberán incluirse por separado los archivos correspondientes a las ilustraciones o fotografías que acompañen el artículo, indicando debidamente el lugar donde habrán de insertarse. El formato será TIFF o JPG con una resolución de 300 ppp. Las gráficas, esquemas, figuras, cuadros y similares se deben elaborar en computadora a línea. sin pantallas, o dibujos en tinta china sobre papel albanene, con buena calidad (no fotocopias). Los autores recibirán las pruebas de planas de sus artículos. con la debida anticipación para su visto bueno.

Para fines de registro, se solicita anexar una hoja que contenga datos del autor como nombre, grado académico, institución de procedencia, domicilio, teléfono, dirección electrónica y fax.

Los trabajos que se propongan para ser publicados en **TECNOCULTURA** deben enviarse a:

Editor TECNOCULTURA
Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec
Unidad de Relaciones Públicas y Difusión
Av. Tecnológico s/n, esq. Av. Carlos Hank González (Av. Central) Col.Valle de Anáhuac,
Ecatepec de Morelos.
Estado de México, C.P. 55210
Tel. 5000 2314
correo electrónico: difusion@tese.edu.mx

editorial

TECNOCULTURA

La contaminación, ya sea en el suelo, el aire o el agua, desde hace varios años se ha convertido en un grave problema, que no sólo afecta a nuestro país sino al mundo. Las consecuencias son muchas, y como sabemos todas son perjudiciales para los seres vivos que habitamos este planeta. En ese contexto, el presente número de la Revista *Tecnocultura*, aborda dicho tópico desde diferentes perspectivas.

Uno de los orígenes de la degradación y contaminación del suelo es la tala excesiva de árboles, siendo las principales causas en México el cambio de uso de suelo provocada en muchas ocasiones por el desmedido crecimiento poblacional de algunas regiones del país. En el primer artículo de la revista se aborda el tema de los incendios forestales en el estado de Quintana Roo, provocados en gran medida por el fenómeno de la deforestación. En esta investigación destaca el aumento en los últimos años, de los casos de incendios y de la superficie afectada, además del análisis de la legislación en la materia.

Otro de los artículos se refiere a una investigación acerca de la franja urbana de la bahía de Chetumal, Quintana Roo para conocer los niveles de diferentes tipos de metales encontrados en especies de jaiba azul, en seis zonas de la bahía, y con ello determinar la calidad del agua.

En este orden de ideas, otro artículo toca el tema de la contaminación por mercurio y plomo en peces comestibles. La investigación se realizó en la rivera del río Hondo, ubicado en la frontera entre México y Belice, donde el crecimiento urbano y la actividad agrícola e industrial, causan graves efectos en el entorno, principalmente por la descarga de aguas residuales, amenazando la biodiversidad de la zona.

Finalmente, se incluye un interesante artículo sobre cómo inducir al alumno en el desarrollo de habilidades en la programación de computadoras, mediante diferentes estrategias de enseñanza, con lo cual se busca conducir y facilitar el aprendizaje en esta especialidad.

Directorio

GOBIERNO DEL
ESTADO DE MÉXICO

Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec

La Gaceta del TESE

SUBCOMITÉ EDITORIAL:
Sergio Mancilla Guzmán
Armando Alcalde Martínez
Judith Cervantes Ruiz
Carlos Cerra Del Valle
Verónica Martínez Martínez
Lizbet Guadalupe Soto Navarrete
Daniel Cedillo Román
Esther Acevedo Arcos
José Juan León Rebollo

Corrección de estilo
Rafael Ortiz Hernández

Diseño:
Mara Brisa López Vargas

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN
SUBSECRETARÍA DE EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR Y SUPERIOR
TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE ECATEPEC

Tecnocultura, revista de divulgación del conocimiento científico, tecnológico y humanístico del Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec. Año 9, No. 26, septiembre-diciembre de 2011. Número de autorización del Comité Editorial de la Administración Pública Estatal CE: 205/05/10/12-01. Edita y distribuye la Unidad de Relaciones Públicas y Difusión, domicilio: Av. Tecnológico s/n, Col. Valle de Anáhuac, C.P. 55210, Ecatepec, Estado de México. Teléfono 50 00 23 14. Correo electrónico: difusion@tese.edu.mx. Impreso en:

Número de Reserva de Derechos al Uso Exclusivo del Título ante el Instituto Nacional del Derecho de Autor de la Secretaría de Educación Pública: 04-2006-090109555900-102, ISSN: 1870-7157. Certificados de Título y de Contenido en trámite. Se imprimen 2000 ejemplares. Se autoriza la reproducción total o parcial del material publicado en Tecnocultura, siempre y cuando cite la fuente. Los artículos son responsabilidad de los autores.

Contenido

Análisis de la Problemática de Incendios Forestales en Quintana Roo

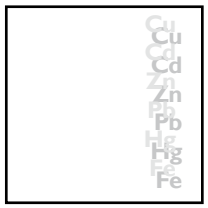
Asela Marisol Buenfil Rojas
José Manuel Carrión Jiménez

6

Contenidos de Cu, Cd, Zn, Pb, Hg y Fe en Jaiba Azul (Callinectes sapidus), Sedimentos y Agua de la Bahía de Chetumal

José Luis González Bucio
R. Deveze Arcos
José Manuel Carrión Jiménez
C. Díaz López
Graciano Calva Calva
V. H. Delgado Blas
J. C. Ávila Reveles

14



Efecto de la Contaminación por Mercurio y Plomo en Peces Comestibles

José Manuel Carrión Jiménez
José Luís González Bucio
Graciano Calva Calva
Patricia Flores Castillo
Eduardo González Bucio
José Luís Guevara Franco
Juan Carlos Ávila Revéles
Víctor Hugo Delgado Blas

22

Cómo Inducir al Alumno en el Desarrollo de Habilidades en la Programación

M. en C. Dora Araceli Cruz Huerta

29

Tecnohumor

3a

Análisis de la Problemática de

Incendios Forestales en Quintana Roo

Asela Marisol Buenfil Rojas[1]
José Manuel Carrión Jiménez[2]

Resumen

El clima cálido y las playas que posee Quintana Roo, han motivado el creciente interés de extranjeros para establecer su residencia en el estado, lo cual, aunado al crecimiento poblacional, ha originado una mayor demanda de unidades habitacionales y de sitios turísticos, siendo necesaria la deforestación de terrenos para la construcción de dichos lugares. Esta situación es un factor importante en el incremento de incendios forestales en la entidad, donde la deforestación se realiza principalmente mediante la quema de la flora del terreno, acción que elevó los casos de incendios registrados en el 2009 en un 11.5% con respecto al 2005; sin embargo, la superficie afectada aumentó 57.9% del 2008 al 2009, con el agravante de que la mayor parte de la vegetación devastada corresponde a arbolado adulto.

PALABRAS CLAVE:
Legislación en incendios forestales, Interdependencia gubernamental, Incendios dolosos.

Acerca de los autores...

[1] Departamento de Actualización Básica, Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Chetumal, Quintana Roo. asela.buenfil@inegi.org.mx
[2] Departamento de Ingeniería Ambiental, Universidad de Quintana Roo, jmcarrion@uqroo.mx

En los datos presentados en este trabajo, se aprecia un aumento en los casos de incendios ligados a esta práctica, con la problemática adicional de no existir regulaciones estrictas que la inhiban.

Introducción

Según el Cuerpo Forestal del Estado (*Corpo Forestale dello Stato*) de Perugia, Italia, los incendios forestales pueden ser clasificados en cuatro tipos: incendios naturales causados por rayos o erupciones volcánicas; incendios culposos o involuntarios, ocasionados por actividades agrícolas y forestales (tumba, roza y quema, muy frecuente en Quintana Roo), colillas de cigarros y objetos inflamables, actividades recreativas y turísticas, petardos y fuegos pirotécnicos en general, uso de aparatos de varios tipos, quema de desechos en cantidades excesivas, mal mantenimiento de electrodomésticos, cables conductores de alta tensión (fallas) y chispas ocasionadas por los frenos de los trenes; incendios dolosos o voluntarios, derivados de la búsqueda de un beneficio económico, protestas y resentimientos (poco frecuente en la región), y por causas indefinidas (falta de evidencia), e incendios dudosos, los cuales no se pueden atribuir a causa alguna.

Los más frecuentes, tanto en nuestro país como en el extranjero, son los incendios culposos o involuntarios y los incendios dolosos o voluntarios. Según la Comisión Nacional Forestal (Conafor), en la *Serie Histórica de Incendios 1970 – 2005* (2006, p. 6), desde el año 2000 se ha reportado en Quintana Roo un aumento considerable en los incendios forestales. De acuerdo con la nota periodística publicada en *Panorama de Quintana Roo* el 2 de octubre de 2007, el Secretario de Desarrollo Rural e Indígena, Rafael León Negrete, dijo que tras la devastación del huracán Wilma en el año 2005, se registraron alrededor de 200 incendios forestales que provocaron una devastación de 53 mil hectáreas. En el mismo artículo, el Secretario señala que el impacto del huracán Dean en los municipios de la zona sur del estado, dejó alrededor de 31 millones de metros cúbicos de árboles derribados y aproximadamente 120 toneladas por hectárea, y declaró que el municipio de Othón P. Blanco es el de mayor riesgo de sufrir devastación de su selva a causa de este tipo de conflagraciones.

En la época del huracán Dean (2007), diferentes notas periodísticas refieren que Quintana Roo poseía las condiciones necesarias para registrar incendios de gran magnitud. El área susceptible para estos siniestros era de 1'387,581 hectáreas, ubicadas en los municipios de Othón P. Blanco, José María Morelos y Felipe Carrillo Puerto (*Diario de Yucatán*, 2007).

Por su parte, la Comisión Nacional Forestal informa que desde el año 2000 se ha registrado un número mayor de incendios forestales, causados principalmente por la quema de selva con el propósito de acondicionar el terreno para la construcción de conjuntos residenciales y sitios turisticos, realizados por empresarios en la búsqueda de un beneficio económico, considerando el

	2006	2007	2008	2009
Superficie Total Afectada (ha)	53,618.50	757.07	17,830	42,350.00
Pastizal (ha)	5,026.00	41	5,060	5,617.00
Arbustos y Matorrales (ha)	29,632.00	539.2	4,341	23,325.50
Arbolado Adulto (ha)	18,775.00	174.5	7,298	13,210.50
Renuevo (ha)	185.5	3	1,131	197

Figura 1

Comparativo de la Superficie Afectada (ha) de Quintana Roo (Datos Acumulados Resultados de Incendios Forestales 2006, 2007, 2008 y 2009, Conafor).

potencial de atracción de la región debido a su clima cálido (Conafor, 2006). Ello es preocupante, debido a que la legislación ambiental en México aún no es lo suficientemente rigurosa para aplicar sanciones ejemplares contra aquellas personas que provocan incendios con fines urbanísticos. De ahí el interés de analizar esta problemática en el estado.

Método

Se realizó una investigación hemerográfica acerca de las noticias más relevantes en cuanto a incendios forestales ocurridos entre los años 2008 y 2009. Adicionalmente, se procedió a recopilar las estadísticas de incendios forestales en Quintana Roo durante los últimos 10 años y referencias bibliográficas relacionadas con el tema, es decir, condiciones climatológicas como los fenómenos meteorológicos y acontecimientos que pudieran coadyuvar el inicio de los incendios. Dentro del universo bibliográfico, se procedió a identificar las organizaciones que participan en la prevención, combate e información relevante correspondiente a incendios forestales.

Paralelamente, se llevó a cabo una investigación acerca de la legislación ambiental existente en Italia y México para poder establecer un punto de referencia, tanto en la legislación vigente como en definiciones, restricciones y penalizaciones que abordan tanto el delito de provocar, como el de construir en un terreno devastado por incendios para un fin económico.

Resultados y Discusión

Análisis de las estadísticas

Un análisis de la problemática de los incendios forestales en Quintana Roo, indica que desde el año 2008 la situación comenzó a ser delicada. En ese año, se registraron 212 incendios, de los cuales 86 se originaron en el municipio de Othón P. Blanco (Espinoza, 2008). Ese mismo año, Quintana Roo ocupó el 4° lugar nacional con mayor superficie afectada por los incendios (17,830 ha.). De la superficie afectada, aproximadamente 6,000 ha pertenecen al municipio de Othón P. Blanco (Conafor, 2008).

En el 2009, tan sólo un año después, Quintana Roo pasó al 2° lugar

	2006	2007	2008	2009
Superficie Total Afectada (ha)	7,072.76	2,750.30	5,749.70	6,030.50
Pastizal (ha)	2,269.77	713.4	1,863.71	1,390.00
Arbustos y Matorrales (ha)	3,985.79	1,749.15	3,114.91	3,725.25
Arbolado Adulto (ha)	108	3.5	40	23
Renuevo (ha)	709.2	284.25	731.08	892.25

nacional, con mayor superficie afectada (42,350 ha.) y se incrementaron los incendios con respecto al 2008 en 14 casos más (Conafor, 2009). Como puede observarse, a pesar que únicamente hubo un incremento de 6.1% de incendios forestales, el aumento en la superficie afectada fue de 57.9% con respecto al 2008, lo cual refleja la gravedad de esta situación. La temporada 2009 fue excepcional porque, durante los últimos años, el espacio afectado por los incendios en todo el estado no era mayor a 6,000 ha y el número de incendios no superaba los 150 (Conafor, 2006).

El aumento significativo en la superficie afectada puede atribuirse al material combustible generado como resultado del paso de los huracanes Emily, Wilma y Dean, del 2005 al 2007 (Espinoza, 2007), además del incremento en los incendios dolosos.

En efecto, en Othón P. Blanco, las conflagraciones que más fectan son los incendios dolosos, ya que son éstos los que devastan en mayor medida la vegetación. Esta observación está de acuerdo con lo mencionado por Alejandro Peza, en la nota del periódico *Panorama de Quintana Roo*, del día 30 de abril de 2008, en donde el autor refiere que en ese año, el incendio que causó la mayor afectación en una superficie forestal (más de 2,000 ha.) fue iniciado por causas dolosas, con el fin de obtener un beneficio económico. Cabe destacar que dentro de la información de cierre de estadísticas de incendios forestales de la Conafor, se encuentran entidades como el Estado de México que, aunque presentan mayor número de incendios (1,671 en el 2008 y 1,808 en el 2009), la superficie afectada sigue siendo mucho menor a la de Quintana Roo (5,749.70 ha en el 2008 y 6,030.50 ha en el 2009), como puede observarse en la Figura 1.

Realizando un análisis más profundo, dentro de las estadísticas encontramos que la superficie afectada se encuentra dividida en pastizal, arbustos y matorrales, arbolado adulto y renuevo. El tiempo que tarda el arbolado adulto en desarrollarse es mucho mayor que los arbustos, matorrales y pastizales, y si consideramos esto último, tenemos una situación grave, ya que en el 2008 (como se puede observar en la Figura 1) 7,298 ha de arbolado adulto fueron devastadas, cifra cinco veces más elevada, en comparación con la reportada en Yucatán, de 1,426 ha con arbolado adulto destruido (CONAFOR, 2008), y aún más grave es el hecho de que para el 2009 la cifra de arbolado adulto afectado aumentó a 13,210.50 ha. Esta cantidad representa casi el doble de arbolado adulto en tan sólo un año (Conafor, 2009).

Interdependencia gubernamental

Existen infinitas causas por las cuales los incendios forestales van en aumento. Uno de esos factores, el cual podría prestarse a controversia, es la excesiva interdependencia gubernamental. Basta con realizar un sencillo análisis comparativo entre el sistema mexicano y el sistema italiano[1] para darnos cuenta (Tablas 1 y 2).

En México, la Conafor es una organización que depende de otras instancias para la detección, prevención, combate e incluso para sancionar a los infractores. Ejemplos de esta significativa interdependencia gubernamental son la cooperación de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio), la cual posee todo el equipo necesario para la

[1] Se realizó una investigación en Perugia, Italia, acerca del sistema anti-incendio forestal empleado por el Cuerpo Forestal del Estado Italiano (*Corpo Forestale dello Stato*) y por ello esa información es empleada en el presente artículo.

MÉXICO	
Organizaciones Gubernamentales Exclusivas de Incendios Forestales	**Organizaciones Gubernamentales (Interdependencia)**
Comisión Nacional Forestal (CONAFOR)	Secretaría de la Defensa Nacional (SEDENA)
Centro Nacional de Control de Incendios Forestales (CENCIF)	Secretaría de Marina (SEMAR)
	Secretaría de Gobernación, Protección Civil (SEGOB)
	Procuraduría General de la República (PGR)
	Secretaría de Seguridad Pública (SSP)
	Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA)
	Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT)
	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)
	Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA)
	Comisión Nacional del Agua (CONAGUA)
	Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO)
	Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL)
	Procuraduría Agraria (PA)
	Secretaría de Salud (SSA)
	Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas (CDI)

Tabla 1

Comparativo de Organizaciones Exclusivas y con Interdependencia (CONAFOR, 2005).

detección de los puntos de calor en el país y con ello auxiliar al Centro Nacional de Control de Incendios Forestales (CENCIF). Para sancionar a los infractores, es absolutamente necesaria la intervención de la Procuraduría General

ITALIA	
Organizaciones Gubernamentales Exclusivas de Incendios Forestales	**Organizaciones Gubernamentales (Interdependencia)**
Corpo Forestale dello Stato (Cuerpo Forestal del Estado)*	Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco (Bomberos)
Centrale Operativa Nazionale per gli Incendi Boschivi (Central Operativa Nacional para los Incendios Forestales)**	Soccorso Pubblico (Secretaría de Salud)
Sala Operativa Unificata Permanente (Sala Operativa Unificada Permanente)**	Carabinieri (Seguridad Pública)
Sistema Informativo Anti-Incendio Boschivo Integrato (Sistema Informativo Anti-Incendio Forestal Integrado)**	Protezione Civile (Protección Civil)
Nucleo Investigativo Anti-Incendio Boschivo (Núcleo de Investigación Anti-Incendio Forestal)**	Direzione Generale Agricoltura e Foreste, Aree Protette, Valorizzazione dei Sistemi Naturalistici e Paesaggistici, Beni e Attivita' Culturali, Sport e Spettacolo (Dirección General Agrícola y Forestal, Áreas Protegidas, Valoración de los Sistemas Naturales y Paisajísticos, Bienes y Actividades Culturales, Deportivas y Espectáculos)
Unità di Repertazione ed indagini scientifiche (Unidad de Hallazgos e Investigaciones Científicas)**	Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (Ministerio del Ambiente y la Protección del Territorio y el Mar)
Nuclei Investigativi di Polizia Ambientale e Forestale (Núcleos de Investigación de la Policía Ambiental y Forestal)**	

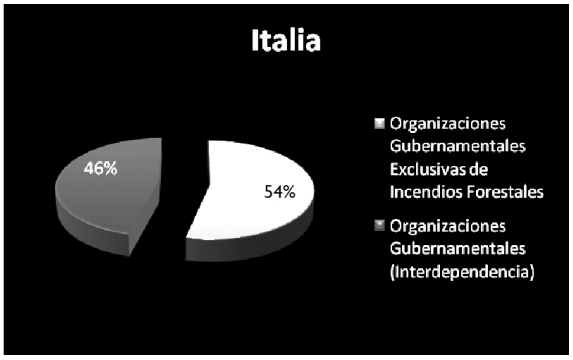
Tabla 2

Comparativo de Organizaciones Exclusivas y con Interdependencia (CFS, 2009).

*Organización que se encarga de todo lo relativo a la protección forestal, equivalente a la Conafor mexicana.
**Organización dependiente del Cuerpo Forestal del Estado.

de la República (PGR), puesto que en nuestro país sólo las organizaciones pertenecientes al Poder Judicial poseen esa facultad. Cabe aclarar que para los delitos ambientales se cuenta con la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (Profepa), pero se necesita la intervención de la PGR para delitos considerados del fuero Federal.

Para combatir los incendios, Conafor requiere la colaboración de Protección Civil, la Secretaría de la Defensa Nacional (Sedena) y la Secretaría de Marina Armada de México (Semar), e incluso de la Comisión Nacional del Agua (Conagua), las cuales intervienen mayormente en la extinción de los incendios. Tenemos entonces organizaciones como la Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas (CDI), la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), la Secretaría de Desarrollo Social (Sedesol) y la Secretaría de Salud (SSA), que coadyuvan la comunicación de Conafor con la población, sobre todo con los grupos étnicos. Si bien CENCIF se encarga del control de los incendios forestales, Conafor debe coordinarse con la SEMARNAT para fines administrativos y de gestión ambiental.



Gráfica 2

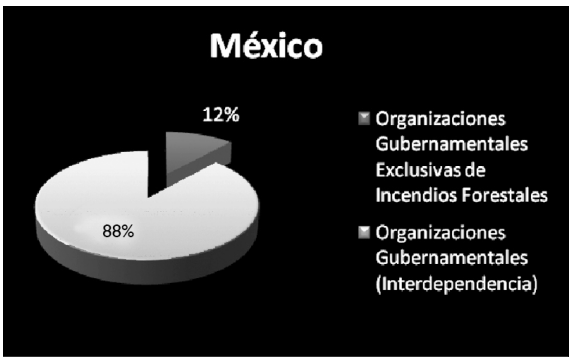
Proporción de organizaciones gubernamentales con interdependencia en Italia.

La diferencia más grande entre el sistema anti-incendio forestal de México y el de otros países (en este caso Italia) es que mientras una sola organización rige a las demás y todas están enteramente dedicadas a los incendios, en México la estructura anti-incendio depende directa e indirectamente de la cooperación de otras organizaciones. Por supuesto que existe una interdependencia gubernamental, pero ésta es menor en comparación con la de México (Gráficos 2 y 3). El Cuerpo Forestal del Estado italiano puede detectar por sí mismo los incendios, además de prevenirlos y combatirlos, sin que el personal de otras organizaciones rebase al suyo. Si se requiere una sanción, la Policía Ambiental y Forestal (órgano directo del Cuerpo Forestal) investiga y sanciona a los infractores. En México, la organización encargada de las sanciones administrativas y el peritaje es la PROFEPA, pero ésta no depende de la Conafor, sino de la Semarnat, que se encarga de todo lo relacionado en materia ambiental.

La interdependencia gubernamental en sí, no es un problema, sino el exceso de la misma. Al no tener libertad de acción, Conafor depende de las decisiones de otras organizaciones y de su ayuda. Si se observa detenidamente la Tabla 2, el Cuerpo Forestal posee seis dependencias, las cuales están dedicadas al margen operativo, integrar información, investigar acciones anti-incendio, investigar el origen, daños al ambiente y al ser humano (Unidad de Hallazgos e Investigaciones Científicas, misma que posee un laboratorio equipado para este fin), mantener el orden y aplicar las sanciones pertinentes. Este tipo de coordinación es lo que permite que el Cuerpo Forestal combata los incendios de manera más eficiente, pues se realiza en distintos niveles.

Gráfica 3

Proporción de organizaciones gubernamentales con interdependencia en México.



Legislación en materia de incendios forestales

En general, las acciones legales tanto en Italia como en México son parecidas (recordemos que el sistema legal de México desciende del derecho romano). No obstante, en materia de incendios forestales, existen diferencias significativas.
En Italia existe propiamente la *Ley-cuadro en Materia de Incendios Forestales, n. 353*, del 21 de noviembre de 2000.

En ésta se encuentran artículos de prohibición, prescripciones y sanciones. En México, el ordenamiento más importante al respecto es la *Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable*. También en esta ley encontramos condiciones para el combate de los incendios forestales, prohibiciones y sanciones, sin embargo, no es una ley exclusiva de los incendios forestales.

En el Código Penal, tanto italiano como mexicano, se castiga a las personas que provocan incendios. Las diferencias solamente son dos: una es que en Italia se considera si el incendio es doloso o culposo. La otra es que la reclusión en México va de seis meses a nueve años y en Italia va de cuatro a 10 años.

El contraste más importante de la ley italiana con la ley mexicana, se encuentra en el Artículo 10 de la *Ley-cuadro en Materia de Incendios Forestales*:

> **"...Art. 10 (Prohibiciones, prescripciones y sanciones)**
> **Fracción 1**. Los terrenos que han sido arrasados por incendio no pueden tener un uso de suelo diverso de aquél preexistente al incendio por al menos quince años. Se permite sólo la construcción de obras públicas necesarias para la remediación de la calamidad pública y del ambiente. Todos los actos de compraventa de áreas e inmuebles situados en tales zonas, estipuladas dentro de los quince años del incendio, deben hacer querencia expresa del vínculo de la no modificabilidad del uso de suelo: en caso contrario, son nulos. Se prohíbe por diez años, en los mismos suelos, la realización de edificios, además de estructuras e infraestructuras con fines de asentamientos civiles y actividades productivas, excepto que en el caso en el cual la relativa autorización o concesión haya sido dada antes del incendio. Se prohíben por cinco años las actividades de reforestación y de ingeniería ambiental financiadas con dinero público: tales actividades pueden ser autorizadas por el ministro del ambiente (para las áreas naturales protegidas estatales) o de la región competente (en otros casos), en el caso de desequilibrio hidrogeológico o de necesidad de intervención urgente para el cuidado de la zona dado su particular valor ambiental o paisajístico. En terrenos arrasados por incendios se prohíbe por diez años el pastoreo y la caza...
>
> **...Fracción 4.** Quien viola la prohibición de construir edificios, estructuras e infraestructuras con fines de asentamientos civiles y actividades productivas en suelo arrasado por los incendios, es castigado con arresto hasta dos años y una multa comprendida entre 30 millones y 100 millones de liras (aproximadamente entre 15,000€ y 50,000€). El juez dispone la demolición de la obra y la restauración del lugar pagado por el responsable..."

Estas simples fracciones son importantes, porque crean un antecedente para sancionar no sólo a quien provoca incendios, sino también al que construye. Es notable esta diferencia, pues en México, tan sólo en el año 2008, se registró en Quintana Roo un aumento en los incendios dolosos. Según la nota periodística de Alejandro Peza en *Panorama de Quintana Roo*, del día 30 de abril de 2008, se registraron dos incendios que en total afectaron 90 hectáreas cerca de Mahahual, una localidad rural con gran potencial turístico. El incendio fue provocado por el mismo dueño de los terrenos y Conafor informó al diario que se había solicitado ya un permiso de construcción, por lo cual se llegó a la conclusión de que el propietario había ocasionado el siniestro.

El día 13 de mayo de 2009, en un comunicado, la SEMARNAT anunció que no se permitirá el cambio de uso de suelo a través de incendios forestales. Se marcaron nuevas disposiciones (sobre todo en el caso de Quintana Roo,

Referncias

Statistiche Ambientali 2008. ISTAT. (2008), Italia.

Incendios Forestales, Guía Práctica para Comunicadores. CONAFOR, 2006, Jalisco, México, pp. 29 – 35.

Código Penal Mexicano.

Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

Código Penal Italiano.

Legge-quadro in materia di Incendi Boschivi, Legge, (21 novembre 2000), No. 353.

Conafor. "Serie Histórica de Incendios Forestales 1970 – 2005". (2006) México.

SEMARNAT, Conafor. "Información de Cierre de Estadística de Incendios Forestales del 1 de enero al 31 de diciembre de 2009". (2009) México.

SEMARNAT, Conafor. "Información de Cierre de Estadística de Incendios Forestales del 1 de enero al 31 de diciembre de 2008". (2008) México.

SEMARNAT, Conafor. "Información de Cierre de Estadística de Incendios Forestales del 1 de enero al 31 de diciembre de 2007". (2007) México.

SEMARNAT, Conafor. "Información de Cierre de Estadística de Incendios Forestales del 1 de enero al 31 de diciembre de 2006". (2006). México.

Hernández Unzón, Alberto. "Reseña del Huracán "Dean" del Océano Atlántico". Conagua-SMN. México, (2007). pp. 4 – 6.

Landsea, Christopher. "Huracanes, Tifones y Ciclones Tropicales: Preguntas Frecuentes". *NOAA AOML*/ División de Investigación de Huracanes, Miami, USA, (1998), pp. 54 – 55. http://univision.centennialpr.net/jsp/weather/faq_hurricane.pdf

Peza, Alejandro. "Incendios en Mahahual han sido provocados para conseguir el cambio de uso de suelo y urbanizar esta región: CONAFOR". *Panorama de Quintana Roo*, Edición Electrónica. Publicado el día 30 de abril de 2008, Consulta el día 26 de enero de 2009; 17:57 hrs. www.panoramaquintanaroo.com/veamos.php?idnew=15239

"Riesgo de Incendios Forestales". *Diario de Yucatán*, Edición Electrónica. Publicado el 10 de septiembre de 2007. Consultado el día 30 de octubre de 2008; 20:30 hrs. http://www.yucatan.com.mx/noticias.asp?cx=15$3403000000$3637028&f=20070910

debido a los incendios dolosos) que establecen que Conafor debe levantar información sobre el área afectada y transferirlos a la SEMARNAT para que ésta analice si el incendio tiene causas dolosas o culposas. Una vez hecho esto, la dependencia advierte a los municipios, los cuales no deben otorgar licencias de construcción y "...queda asentado en el Registro Público de la Propiedad, en donde las escrituras estarán gravadas por 20 años para que este suelo quede destinado a su vocación original durante ese lapso...". Si bien este es un avance en la legislación en materia de incendios forestales, es únicamente una nueva disposición en la Ley Forestal ya mencionada, además que con ella se cae nuevamente en la interdependencia gubernamental. La disposición no está señalando qué hacer en caso de actividades productivas, ni en casos de remediación y lo más importante, las sanciones.

Conclusiones

A pesar del gran trabajo que realizan los colaboradores de la Comisión Nacional Forestal a nivel combate, México, más allá de leyes y políticas, necesita un sistema efectivo de coordinación intergubernamental, sin que esto implique minimizar las acciones de la instancia principal, es decir, Conafor. Esto coadyuvaría en gran medida a lograr una mayor libertad de acción y también de participación para aplicar medidas correctivas, como lo es una ley exclusiva de incendios forestales. Con ello, posiblemente se crearía un medio que permitirá disminuir en gran medida el número de incendios, en especial los dolosos.

Foto tomada el día 22/05/2008 por Asela Marisol Buenfil Rojas. Incendio ocurrido cerca del poblado Altos de Sevilla, Quintana Roo. Los pobladores presumieron que fue un incendio culposo (del fenómeno roza, tumba y quema) y señalaron que durante poco más de una semana el incendio recorrió localidades rurales aledañas situadas en un radio no mayor a 15 km.

Referencias

Espinoza, Jezel. "Reporte definitivo de temporada de incendios forestales 2008 arroja un total de 17 mil hectáreas siniestradas en toda la entidad". *Panorama de Quintana Roo*, Edición Electrónica. Publicado el día 17 de noviembre de 2008, Consulta el día 25 de enero de 2009; 18:36 hrs. http://www.panoramaquintanaroo.com/veamos.php?idnew=17982

"Registrados, 139 incendios forestales en la entidad". *Panorama de Quintana Roo*, Edición Electrónica. Publicado el día 10 de mayo de 2008, Consulta el día 25 de enero de 2009; 19:02 hrs. http://www.panoramaquintanaroo.com/veamos.php?idnew=15390

Hernández, Silvia. "Afectan incendios 11 mil hectáreas en Quintana Roo". *El Universal*, Edición Electrónica. Publicado el día 4 de junio de 2008, Consulta el día 27 de enero de 2009; 21:43 hrs. www.eluniversal.com.mx/notas/512264

Corpo Forestale dello Stato. Consulta el día 16 de enero de 2009; 18:03 hrs. www.corpoforestale.it

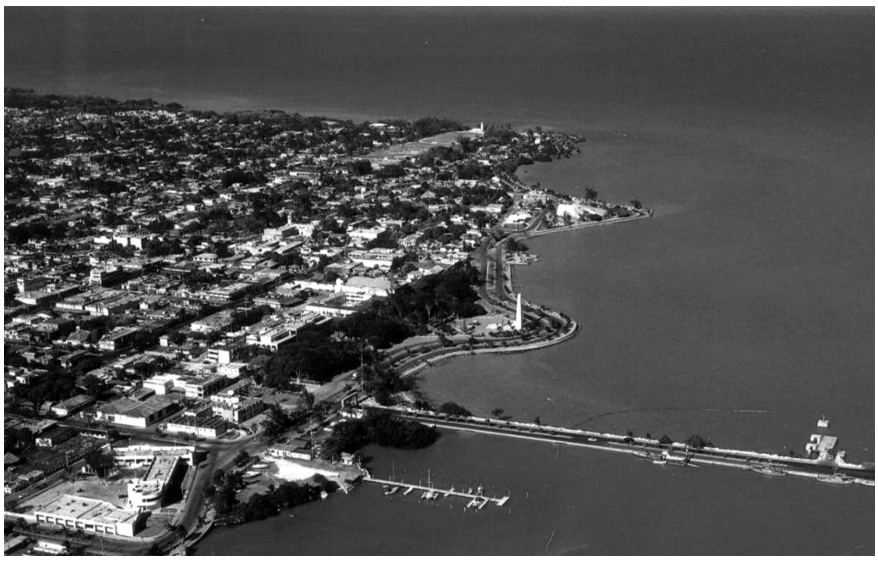
Conafor. Consulta el día 16 de enero de 2009; 15:32 hrs. http://www.conafor.gob.mx

Portale Regione Umbria. Consulta el día 17 de enero de 2009; 17:14 hrs. www.regione.umbria.it

Espinoza, Jezel. "Vaticinan que la temporada de incendios forestales a inicios del próximo año será sumamente crítica". *Panorama de Quintana Roo*, Edición Electrónica. Publicado el 2 de octubre de 2007. Consultada el 21 de octubre de 2007, 21:49hrs. http://www.panoramaquintanaroo.com/veamos.php?idnew=12904

"No se permitirá el cambio de uso de suelo a través de incendios forestales: Elvira Quesada". Tomado del portal de la Semarnat. Comunicado del 13 de mayo de 2009. Consultado el día 27 de enero de 2010, 22:32hrs. http://www.semarnat.gob.mx/informacionambiental/noticias/boletindeprensa/Pages/BOLETIN%20SEMARNAT%205709.aspx

Contenidos de Cu, Cd, Zn, Pb, Hg y Fe en Jaiba Azul (*Callinectes sapidus*), Sedimentos y Agua de la Bahía de Chetumal



Luis González-Bucio[1]
R. Deveze-Arcos[1]
José Manuel Carrión-Jiménez[1]
C. Díaz-López[1]
Graciano Calva-Calva[2]
Victor Hugo Delgado-Blas[1]
Juan Carlos Ávila-Reveles[1]

Resumen

En el presente trabajo, se determinó el contenido de Cu, Cd, Zn, Pb, Hg y Fe en la jaiba azul (*Callinectes sapidus*), sedimentos y agua en seis zonas de la bahía de Chetumal, Quintana Roo. Dichas zonas se muestrearon por tener una actividad antrópica diversa. Se observó que en la temporada de seca del 2010, se encontraron las concentraciones más elevadas de los elementos Hg (11.7 -34.4 mg/L) y Cr (0.081-0.202 mg/L), correlacionados con los parámetros fisicoquímicos pH y temperatura y los puntos de muestreo del 5-7. Las concentraciones más bajas se ubicaron en los puntos de muestreo del 1-4 y se encontraron los metales Cu, Cd, Zn y Cd. También, se caracterizó la estructura de los sedimentos por difracción de Rayos X y se evaluará la movilidad de los metales asociados a las diferentes fases mineralógicas, empleando un procedimiento de extracción secuencial que permita corroborar que Zn y Cd resultan ser los metales más móviles y eventualmente más biodisponibles.

Introducción

En la franja urbana de la bahía de Chetumal, Quintana Roo se desarrollan diferentes actividades, entre las que destacan la pesquería tradicional, uso de

Acerca de los autores...

[1] Departamento de Ingeniería Ambiental, Universidad de Quintana Roo, Chetumal, Quintana Roo.
[2] Biotecnología y Bioingeniería, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Zacatenco, Distrito Federal.

recreación social y balnearios en su periferia; no obstante, es de alto riesgo la descarga de aguas no tratadas por diferentes acueductos, la escorrentía de agua pluvial, el vertimiento de diferentes residuos que podrían ser peligrosos y los lixiviados del tiradero municipal que llegan a este cuerpo de agua. El impacto antropogénico por actividades sociales y las relacionadas con la movilidad de residuos en general, podría afectar la calidad del agua de la bahía, provocando una contaminación por metales pesados, los cuales debido al proceso de magnificación de la cadena trófica, afectarían los niveles tróficos superiores como la biodiversidad y en particular al hombre. El presente estudio tuvo como objetivo determinar el nivel de contenido metálico en especies de jaiba azul, sedimento y agua de seis zonas de la bahía de Chetumal. El estudio se efectuó en temporada de seca y lluvia del 2010 y constituye la primera información de carácter referencial con relación a la presencia de metales en la jaiba azul de la bahía.

Metodología

El sur de Quintana Roo se encuentra formado por rocas sedimentarias marinas de carbonato y anhidritas, cuyo origen corresponde al Mioceno y Plioceno, ambos periodos pertenecientes al Cenozoico, por lo que, como resultado, existe un franco predominio de calizas, con su relieve cárstico característico (Back. W., Hanshaw. B., 1974).

La bahía de Chetumal es un cuerpo de agua salobre, debido a la influencia de agua dulce del río Hondo y agua salada del mar Caribe; por su baja profundidad, generalmente las corrientes son generadas por los vientos; en cuanto a las mareas, éstas son de baja amplitud (50 a 60 cm); las que se presentan en el mar Caribe no influyen directamente en las se presentan dentro de la bahía (Alberto-Sánchez *et al.*, 2008).

Se estableció el diseño de muestreo a lo largo del litoral de la bahía de Chetumal. Se seleccionaron seis estaciones de muestreo y un punto blanco (número 7) mismos que ya han sido estudiados por otros autores; los puntos de muestreo seleccionados fueron los siguientes: 1.- Boca de la Laguna Guerrero, 2.- Isla Tamalcab, 3.- Balneario Calderitas, 4.- Balneario Dos Mulas, 5.- Balneario Punta Estrella, 6.- Desembocadura del Río Hondo y 7.- Punto Blanco (Figura 1).

Se tomaron tres muestras repetidas de sedimento por estación, a una distancia de 50 metros de línea de costa. La metodología para el diseño de muestreo se tomó de Carbajal, V.W., (1999). Las muestras de sedimentos se tomaron en un área de 20 cm de diámetro y 15 cm de profundidad, aproximadamente (González, H., 1989), se aplicó el procedimiento de digestión ISO-11466: 1994 y para su determinación el descrito en la norma ISO-11047: 1998. Las determinaciones de los metales Cu, Cd, Zn, Pb, Hg y Fe se realizaron por espectrometría de absorción atómica, con llama modelo SpectrA 220 y generación de hidruros / vapor frío, según el caso.

Se realizó el estudio estructural de los sedimentos por difracción de Rayos X. Se analizaron siete muestras liofilizadas de sedimento, antes de ser sometidas al procedimiento de digestión.

Previo a las mediciones, todas las muestras fueron pulverizadas en mortero de ágata. Se utilizó radiación de CuK**α** (λ = 1.54163°A) y se registró un intervalo angular de 5 a 90 grados en 2θ. Para estos registros se usó el sistema de "paso a paso", con un tamaño angular de 0.02º en dos segundos de tiempo de conteo en cada paso.

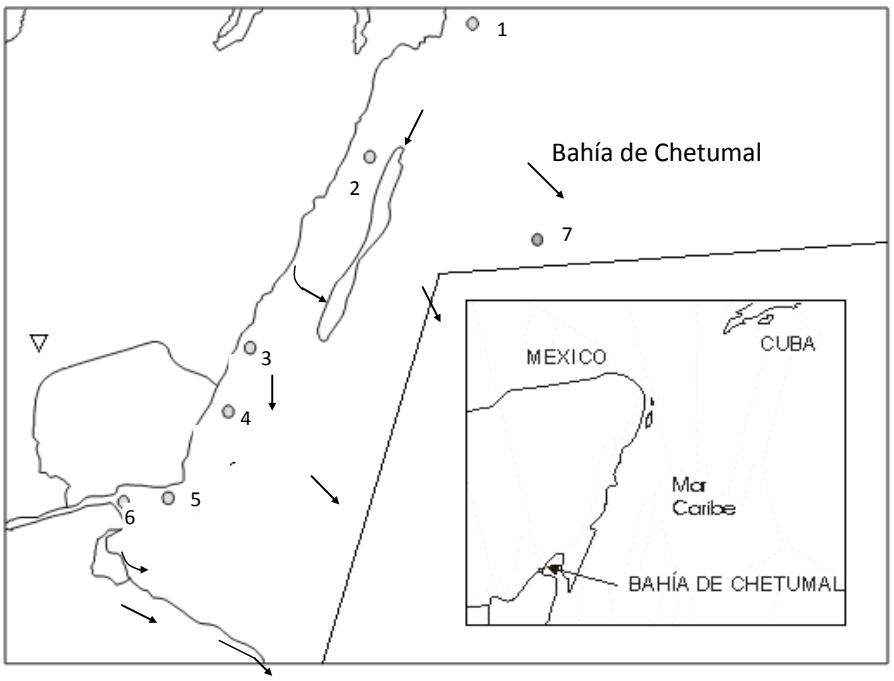


Figura 1

Mapa de la zona de muestreo.

Se determinaron las concentraciones de Zn, Cd, y Pb asociadas a las diferentes fases mineralógicas del sedimento, mediante la técnica de extracción secuencial en tres etapas del protocolo BCR modificado (Modified BCR, 1997).

Para el muestreo de organismos, se colectaron jaibas azules de la especie *Callinectes sapidus,* las cuales se disectaron y digirieron mediante una técnica de mineralización húmeda modificada, propuesta en el *Manual de Métodos de Investigación del Medio Ambiente Acuático* (FAO, 1983).

En las muestras de agua se determinaron *in situ* los parámetros fisicoquímicos como temperatura, conductividad, oxigeno disuelto, pH y salinidad, empleando equipos portátiles de la marca Hanna (Apha *et al.,* 1985).

Los resultados obtenidos se procesaron con el programa XLSTAT-Pro (Statistical Data Treatment) Addinsoft/XLSTAT2010/xla. USA., para establecer correlaciones lineales, y realizar el análisis de componentes principales (ACP).

Resultados

Los resultados del análisis de metales en los sedimentos en los seis puntos de muestreo seleccionados y el punto blanco (7) se presentan en las Figuras 2 y 3, en las cuales podemos observar que el Hg presenta niveles muy elevados de este elemento en ambas temporadas, de seca y lluvia (11.7 -34.4 mg/l) en todos los puntos de muestreo, tanto en sedimentos como en la jaiba azul; sin embargo, en esta última se observan concentraciones mayores en la temporada de lluvia; si comparamos los valores encontrados con los de la norma Food and Drug Administration (FDA), 2001, podemos observar que en todos los puntos muestreados se rebasó el valor del límite máximo permitido (LMP) (hasta 0.5 mg/l).

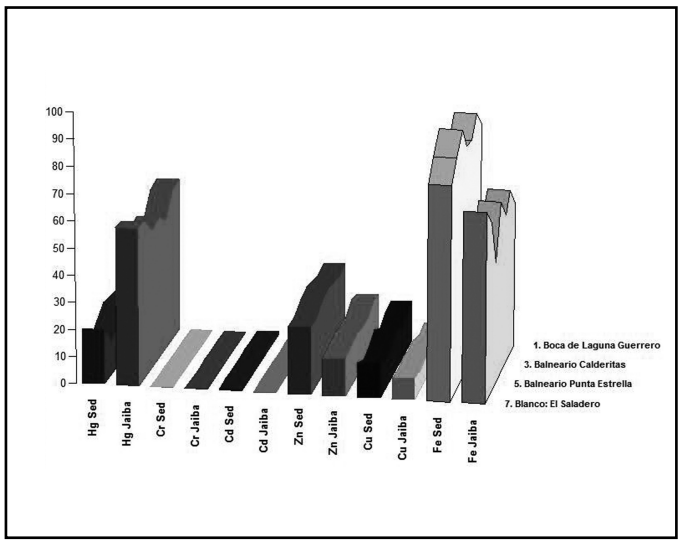
Para el caso del Pb podemos observar que en todos los puntos de muestreo y en ambas estaciones, estos valores se encontraron por debajo del límite de detección del elemento metálico.

El Cr presenta concentraciones moderadas que fluctúan de 0.081 mg/l a 0.202 mg/l en todos los puntos de muestreo y en ambas estaciones climáticas, no obstante, dicho valor no es significativo si lo comparamos con la (FDA, 2001) ya que está por debajo del límite máximo permisible, hasta 0.5 mg/l.

Para el caso del Cd, observamos que en la temporada de seca rebasan los valores máximos permisibles que establece la FDA (0.5 mg/l) en los puntos de muestreo 3 al 5 en los sedimentos y solamente el punto de muestreo 5 (Balneario de Punta Estrella) en la jaiba. En la temporada de lluvia se presentan las mayores concentraciones de Cd en los sedimentos de todos

los puntos de muestreo, excepto el 5, rebasando los valores máximos permisibles por la FDA, sin embargo, la FAO establece que el límite máximo permisible es de 1.0 mg/l. En la jaiba azul se encontraron los valores más bajos de concentración, comparando éstos con las concentraciones de los sedimentos en esa temporada.

El Zn a pesar de ser un elemento metálico que se encuentra en mayores concentraciones, en la temporada de seca se obtuvieron valores en sedimentos que fluctuaron de 18 – 22 mg/l y en jaiba azul de 15-18 mg/l, números relativamente moderados, y en la temporada de lluvia en sedimento fluctúan entre 25-29 mg/l, y en la jaiba azul de 14-18 mg/l; la FAO establece el límite máximo permitido en 10 mg/l, por lo que estos valores son consideraos no muy altos para este ecosistema con cierto impacto ambiental.



Para el caso del metal Cu podemos comentar que es un metal localizado en mayores concentraciones en diferentes tipos de muestras; en el caso que nos ocupa, en los sedimentos de ambas temporadas su valor fluctuó de 10.3 a 14.9 mg/l siendo la mayor concentración en la época de lluvia en el punto de muestreo 1 (Boca de la Laguna Guerrero); la FAO establece que su LMP es de 10 mg/l, por lo que sus valores no se encuentran muy por arriba de lo normado. Para el caso de la jaiba azul, las cifras fluctuaron en ambas estaciones de 67 a 93 mg/l, todas por debajo de la norma LMP de la FAO.

Figura 2 y 3

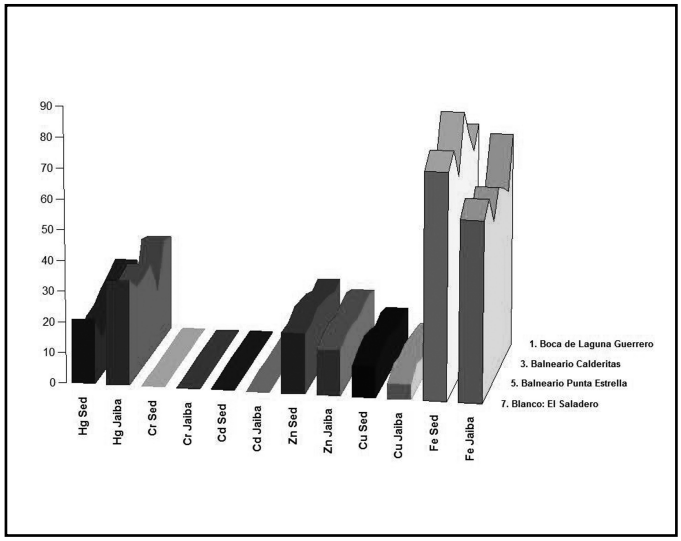
Proporción del contenido (mg/l) de metales pesados en sedimentos y jaiba azul en temporada de seca y lluvia.

Los niveles registrados para el Fe en los sedimentos en ambas temporadas fluctuaron de 67 a 93 mg/l, encontrándose la mayor concentración en el punto de muestreo 5 (Balneario Punta Estrella) en temporada de lluvia. Para la jaiba azul, se presentó una concentración mínima de 45 mg/l en el punto de muestreo 5 (Balneario Punta Estrella) en temporada de lluvia y un máximo de 70 mg/l en el punto 1 (Boca de la Laguna Guerrero).

En las muestras de agua no se detectó ninguna concentración de los metales estudiados, pudiendo estar por debajo del límite de detección de cada elemento analizado.

En la Figura 4 se presentan los diagramas de difracción de Rayos X para las muestras de sedimentos de los puntos de muestreo 1-7, antes de la digestión total de los sedimentos (ISO 11466:1994). Los difractogramas fueron procesados usando el software Origin 1997, versión 1.0.0.1.

La difracción de los sedimentos marinos se determinó mediante Rayos X, y en general las muestras de sedimentos, antes de someterse a la digestión, contenían las siguientes fases mineralógicas: calcita ($CaCO_3$), halita (NaCl), cuarzo (SiO_2), montmorillonita ($Na_{0.3}(Al,Mg)_2 Si_4O_{10} (OH)_2 . 4H_2O$), aragonita ($CaCO_3$), dolomita ($(CaMg(CO_3)_2)$) y anorthita ($Ca,Al_2Si_2O_8$), lo que nos presume conocer que en estas fases resulta posible encontrar metales pesados contenidos, y que por un cambio ambiental o forzoso se pueden liberar al medio ambiente y ser fases biodisponibles; éstas



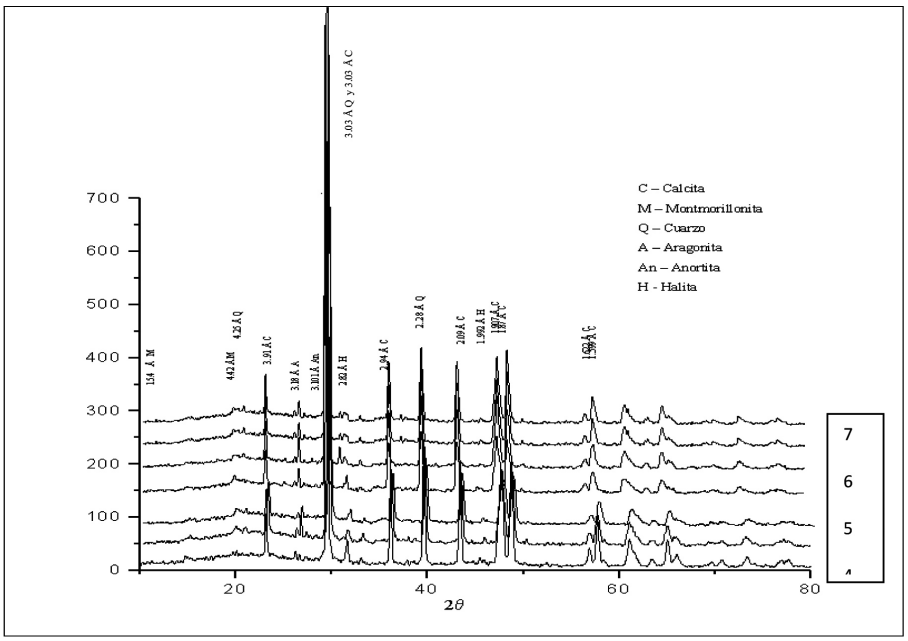


Figura 4

Difractograma de sedimentos liofilizados antes de su digestión, 2010.

las podemos observar muy bien en la extracción secuencial de los metales y a partir de ella establecer si se trata de un metal biodisponible o que se encuentra amarrado a la fase litogénica o residual, la cual es muy difícil de digerir.

Para el conocimiento más preciso de la movilidad y biodisponibilidad de los metales, así como sus rutas geoquímicas, es necesario conocer sus especies químicas o sus formas de asociación, y para ello, se hizo uso del esquema de *extracción secuencial*. Este procedimiento se aplicó a las muestras de los 7 y 8-9 muestras duplicadas del punto 6, por la importancia ambiental que tiene.

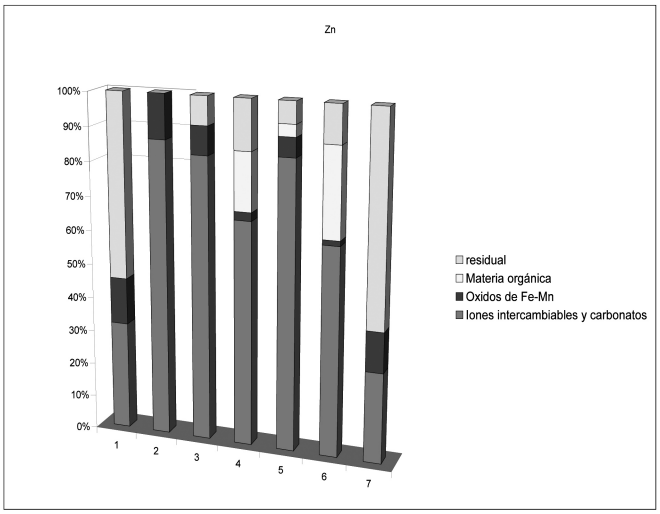
En las Figuras 5 a la 8, se muestran los resultados de los análisis de los contenidos de metales en los extractos. Se obtuvo lo siguiente:

1. Tanto en el periodo de lluvia como en el de seca, el Zn y Cd se asocian principalmente a la fase intercambiable (fase I), a los óxidos de Fe y Mn (fases II) y a la fase residual (fase IV). El Cd exhibe una mayor variabilidad estacional en su distribución por fases.

2. El Zn muestra en general los mayores rendimientos de extracción en la fase I (más del 60%) en 12 de las 18 muestras analizadas, comprobando que es el elemento más móvil.

Los resultados conseguidos fueron procesados estadísticamente y se les realizó el análisis de componentes principales (ACP), para los sedimentos, jaiba azul y parámetros fisicoquímicos, en los puntos de muestreo de la bahía de Chetumal, los cuales se muestran en las Figuras 9 y 10. En la Figura 9, se puede ver que se explica el 68.71% de la varianza total a través de dos componentes principales.

El primer componente principal (CP-I), está definido por los metales Hg y Pb, así como por los carbonatos, el pH, la conductividad, la salinidad, la temperatura y los puntos de muestreo 4, 5, 6 y 7, mismo que explica el 42.81%



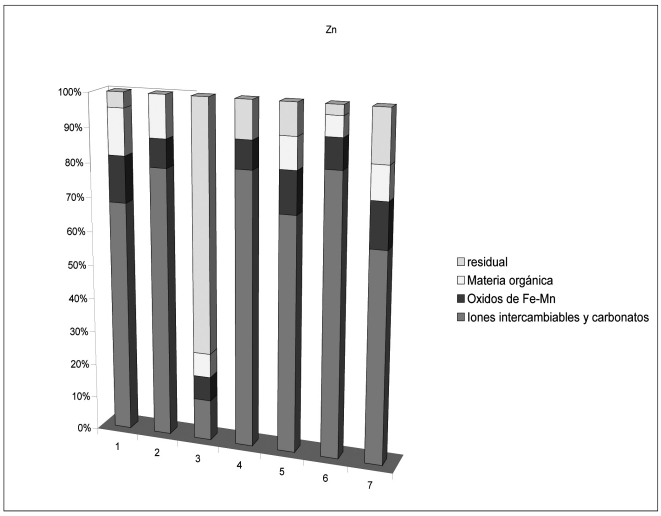


Figura 5 y 6

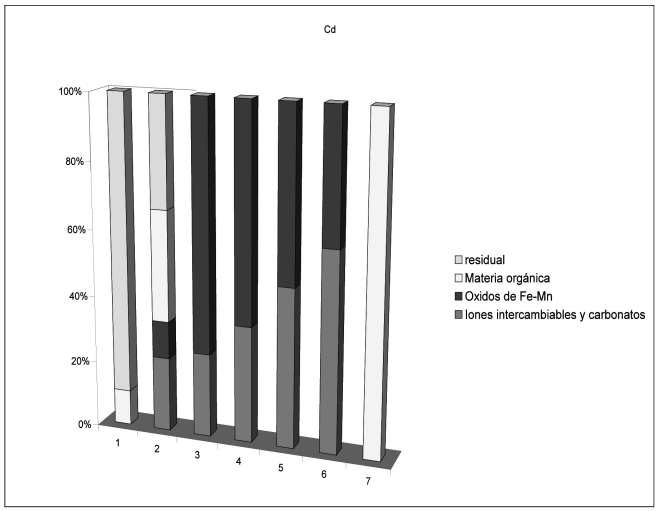
Extracción secuencial de Zn, porcentajes obtenidos en cada fracción, 2010.

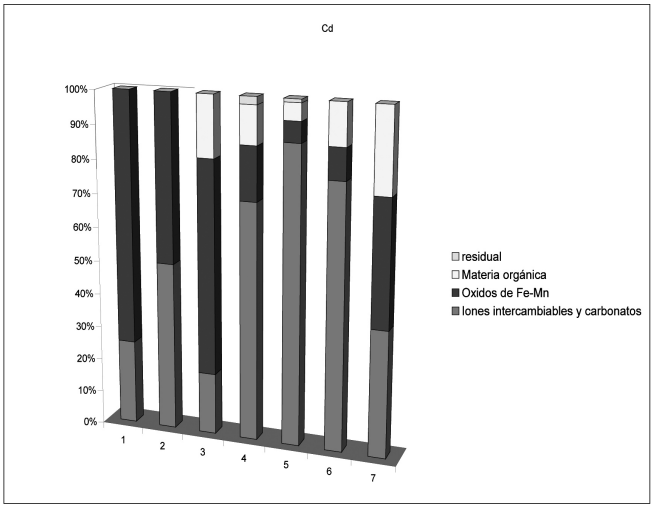
de la varianza total. El segundo componente principal (CP-II) está definido por el Zn, Cd, Cr, Cu, la materia orgánica y los puntos de muestreo 1, 2 y 3 y explica el 25.90% de la varianza. Los vectores de estos parámetros se desplazan en otra dirección respecto a los que definen al primer componente. Según (Tsai L.J. *et al*., 1998) cuando los metales están agrupados, indican también que tienen la misma fuente de contaminación.

Para el caso del ACP de la Figura 10, se observó que en el primer componente principal (CP-I) con una varianza total del 60.40% se definió con los metales pesados Hg, Pb, Cd, Cr, Zn, salinidad, conductividad, temperatura, los carbonatos y los puntos de muestreo 3, 4, 5, 6 y 7 experimentó una varianza del 38.23%, lo que indica que en este primer componente se encuentran las concentraciones más elevadas de este estudio, y que presentan un importante aspecto medioambiental, ya que los parámetros de temperatura y pH son aspectos importantes para la biodisponibilidad de los metales pesados; de esa forma, pueden ser movibles y bioacumularse en algún organismo o ser humano.

Figura 7 y 8

Extracción secuencial de Cd, porcentajes obtenidos en cada fracción, 2010.





Bibliografía

Alberto-Sánchez Teresa, Álvarez–Legorreta, Ricardo Sáenz–Morales, Ma. Concepción Ortiz–Hernández, B. Estela López–Ortiz. Distribution of textural parameters of surficial sediments in the Bay of Chetumal: Implications for the inference of transport. ISSN 1026-8774. *Rev. Mex. Cienc. Geol.* 25 (3) México, Dic. 2008.

APHA, AWHA y WPCF. *Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales*, Madrid, España, 2-1, 2-20, 1985.

Back W., Hanshaw B. "Hidrogeochemistry of the Northern of the Yucatan Peninsula, Mexico with a Section on Mayan Water Practices". Field Seminar on Water and Carbonate Rocks of the Yucatan Peninsula, Mexico. USA: New Orleans Geological Society; 53-54, 1974.

Carbajal V.W. *Detección de los Efectos Ambientales sobre las Comunidades Marinas*. Instituto del Mar del Perú, Callao, Perú, 11, 1999.

Cervantes, C. *Contaminación Ambiental por Metales Pesados*. AGT Ed., S. A. México. 1999.

FAO. Manual de Métodos de Investigación del Medio Ambiente Acuático: Análisis de presencia de metales y organoclorados en peces, mejillones. *Documento Técnico de Pesca* No. 12, México, 1983.

Food and Drug Administration. USA, 1978.

International Standard Soil Quality, ISO 11047. Determination of Cadmium, Chromium, Cobalt, Cooper, Lead, Manganese, Nickel, and Zinc in Aqua Regia Extracts of Soil – Flame and Electrothermal Atomic Absorption Spectrometric Methods, 1998.

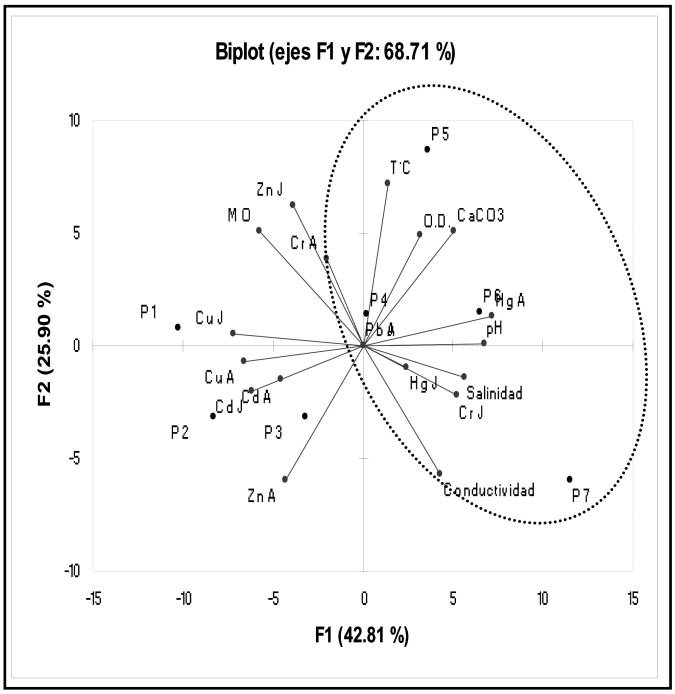
International Standard Soil Quality, ISO 11466. Soil Quality, Extraction of Traces Metals Soluble in Aqua Regia. 1994.

Morales, B, Olivera-Gómez L.D, Ramírez P.G., "Distribución Especial y Estimación Poblacional de los Manatíes en la Bahía de Chetumal, Quintana Roo, México". *Rev. Inv. Cient.* UABCS, 2, 1996.

Modified BCR Secuencial Extraction Procedure, trames Project, Doc 09/97, 1997

Tsai, L.J, Yu K.C. Chang J.S, Ho S.T. Fractionation of Heavy Metals in Sediments Cores from the Ell-Ren River Taiwan. *Water Science Technology* 37, 1998, 217-224.

XLSTAT-Pro (Statistical Data Treatment) Addinsoft/XLSTAT2010/xla. USA, 2010.



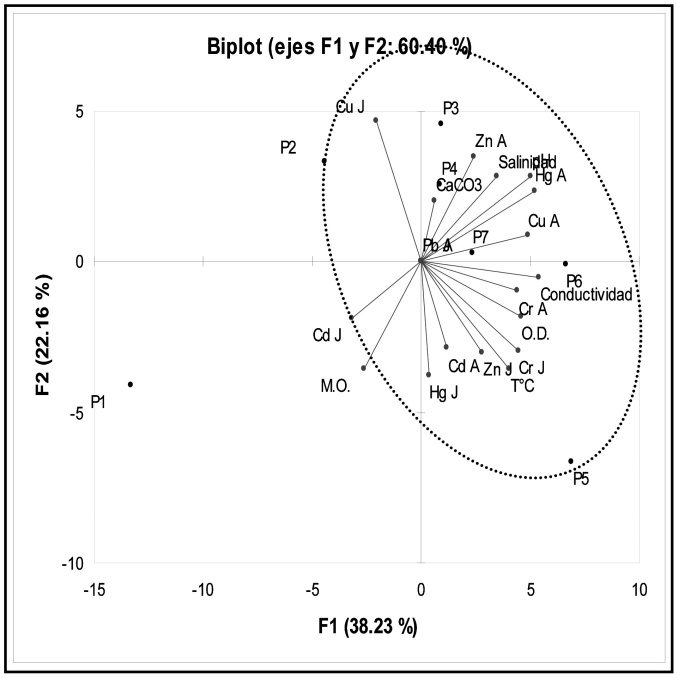
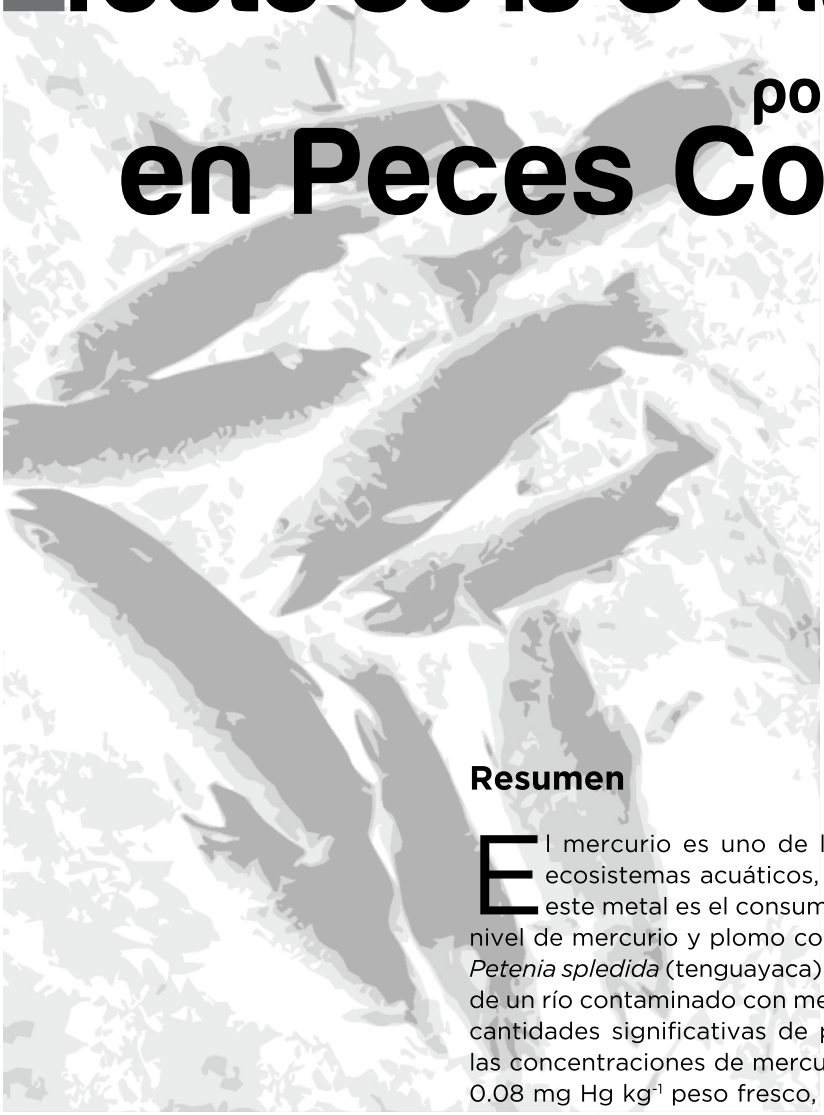


Figura 9 y 10

Análisis de Componentes Principales (CP-I 38.23 % y CP-II 22.16 % de varianza) en temporada de seca y lluvia, 2010.

Efecto de la Contaminación por Mercurio y Plomo en Peces Comestibles



José Manuel Carrión Jiménez[1]
José Luís González Bucio[1]
Graciano Calva Calva[2]
Patricia Flores Castillo[1]
Eduardo González Bucio[1]
José Luis Guevara Franco[1]
Juan Carlos Ávila Revéles[1]
Víctor Hugo Delgado Blas[1]

Resumen

El mercurio es uno de los metales con más alto impacto sobre los ecosistemas acuáticos, y la principal fuente de exposición humana a este metal es el consumo de pescado. En este trabajo se determinó el nivel de mercurio y plomo contenido en las especies de peces comestibles *Petenia spledida* (tenguayaca) y *Urophtalmus iterus* (castarrica), provenientes de un río contaminado con metales pesados y pesticidas. No se encontraron cantidades significativas de plomo en ninguna de los dos especies, pero las concentraciones de mercurio obtenidas en tenguayaca fueron de 0.16 3 0.08 mg Hg kg^{-1} peso fresco, mientras que en castarrica fue de 0.19 3 0.06 mg Hg kg^{-1} peso fresco. El contenido de mercurio más alto se observó en la especie Tenguayaca (0.32 mg Hg kg^{-1} peso fresco). Aunque estos niveles no excedieron el límite establecido para consumo humano señalado por la Organización Mundial de la Salud (OMS, 0.5 mg Hg kg^{-1} de peso fresco), la evaluación del riesgo basada en el índice de peligrosidad sugiere que el consumo de 0.08 kg de pescado de la especie tenguayaca por día y de 0.06 kg de la especie castarrica por día, podrían representar un riesgo de envenenamiento por mercurio.

Introducción

La contaminación debida a los agregados agroquímicos que se desechan en las zonas agropecuarias de toda la ribera del río Hondo, principalmente por el cultivo de la caña de azúcar y los desechos de ingenios azucareros y fábricas, representa un problema de contaminación, donde tales desechos pasan al río por filtración u otros mecanismos. Existen estudios que han evidenciado y cuantificado la presencia de contaminación por metales pesados y plaguicidas en la zona del río Hondo (Álvarez L.M.T. (2002), Díaz y Col., (2006)). En esos

Acerca de los autores...

[1] Departamento de Ingeniería Ambiental, Universidad de Quintana Roo, Chetumal, Quintana Roo. jmcarrion@uqroo.mx

[2] Biotecnología y Bioingeniería, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, San Pedro Zacatenco, México Distrito Federal.

estudios, la presencia de los contaminantes de interés ha sido cuantificada de manera indirecta a través de su medición en muestras de sedimentos y correlacionada con los parámetros fisicoquímicos medidos en la columna de agua. La contaminación por metales pesados afecta igualmente a la vida acuática, dado que se acumula en los tejidos de los peces, tal como fue observado en el trabajo realizado por García-Ríos (2001), donde se reportó la presencia de cobre y zinc en el tejido del bagre (*Ariopsis assimilis*).

El mercurio es uno de los metales con más alto impacto sobre los ecosistemas acuáticos. Este elemento puede aparecer en el ambiente tanto por fenómenos naturales como por actividades antropogénicas, causando daños irreversibles a la biota acuática. El metilmercurio es la forma más tóxica del mercurio, la cual es fácilmente bioacumulada y biomagnificada en las cadenas alimenticias. El metilmercurio en ambientes acuáticos se forma principalmente por biometilación del mercurio depositado en los sedimentos; dado que más de 90% del mercurio está presente como metilmercurio en la biota acuática (organismos bentonicos y peces), la principal fuente de exposición humana a dicho elemento es el consumo de pescado. Por este motivo, la evaluación de los niveles de mercurio representa un factor importante no sólo desde el punto de vista toxicológico, sino también para la evaluación de los impactos potenciales en la salud publica. Debido a ello surge el interés de cuantificar los niveles de Hg en el tejido de peces que son consumidos en la ribera del río Hondo.

Materiales y Métodos

Área de estudio

La ribera del río Hondo define la frontera entre México y Belice; presenta especies ícticas que son aprovechadas por pescadores de la región para consumo humano, principalmente por pobladores de la misma; entre los peces de mayor consumo se encuentran los conocidos como tenguayaca, la castarrica, la mojarra paleta y la pinta, entre otras. En las zonas cercanas

al río Hondo se practica la agricultura, siendo el cultivo de caña de azúcar el predominante, y donde los fertilizantes y los plaguicidas químicos siguen siendo utilizados por los agricultores a pesar de los efectos que éstos tienen por descargas de infiltración hacía el río Hondo. La Figura 1 presenta los puntos seleccionados para la toma de muestras de sedimento y de la superficie del agua.

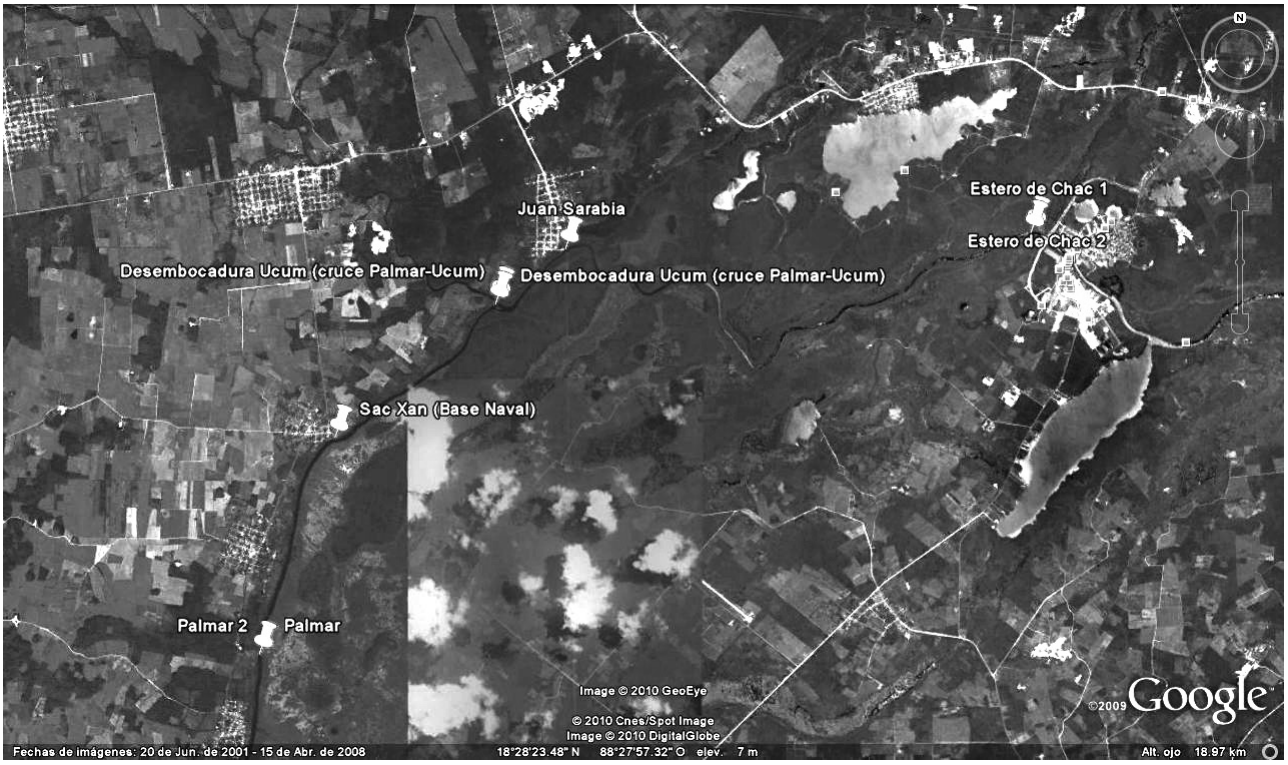


Figura 1

Puntos de muestreos seleccionados.

Recolección y tratamiento de muestras

Se realizaron tres muestreos en un periodo de seis meses. Las expediciones M1, M2, y M3, correspondieron al 25-julio-09, 26-septiembre-09, y 28-noviembre-09, respectivamente. Se tomaron varias muestras de agua, sedimento y de peces en distintos puntos del río Hondo. Las especies *Petenia spledida* (tenguayaca) y *Urophtalmus iterus* (castarrica) fueron colectadas con ayuda de pescadores de esa región. Después de medir la talla, cada pescado fue eviscerado, empacado individualmente en bolsas plásticas, etiquetado y transportado en refrigeración hasta el laboratorio. Las muestras para el análisis se obtuvieron del músculo dorsal disectado con un bisturí y analizadas en fresco.

Determinación de mercurio y plomo

Para extraer el mercurio de las muestras de tejido de peces, éstas fueron digeridas con una mezcla de H_2SO_4-HNO_3 2:1 v/v a reflujo a 110 °C. Las muestras de sedimento fueron digeridas con H_2SO_4 a reflujo a 110 °C y mediante adición de peróxido de hidrógeno al 50%. Para la extracción de plomo en tejido de peces, se utilizaron 5.0 g de la muestra, las cuales fueron digeridas con H_2SO_4 a reflujo a 110 °C y adición de peróxido al 50%.

Las muestras de la superficie del agua fueron preparadas de acuerdo con la metodología descrita en Sthandar Methods (1995). La medición del mercurio se realizó con un espectrofotómetro de absorción atómica Varian Spectra 220 (USA).

Determinación de amonio nitrato y fósforo

El ión amonio (NH_4^+) el ión nitrato (NO_3^-) y el ión fosfato (PO_4^{-2}) se midieron en la superficie del agua mediante los métodos de Nessler, de reducción de cadmio y de ácido ascórbico, respectivamente, en un espectrofotómetro Hach (USA).

El amonio, el nitrato y el fósforo fueron medidos en los puntos de muestreo indicados en la Figura 1. Las muestras fueron tomadas de la superficie del río en los puntos donde se tomaron sedimentos y a una distancia de 30 m aproximadamente, de la toma de muestra del sedimento.

Cálculo del índice de peligrosidad

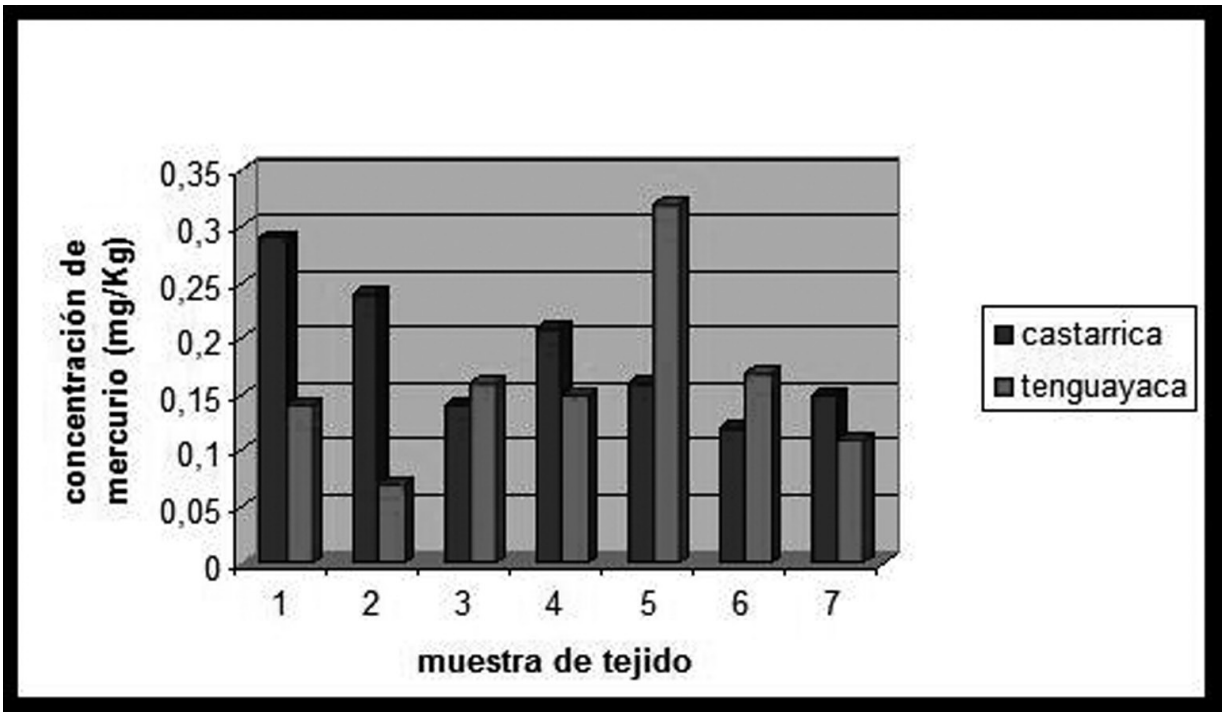
El índice de peligrosidad se definió como la relación del nivel de exposición a una sustancia en particular (*E*) a una dosis de referencia (Rfd). El *E* para el consumo de mercurio, se calculó mediante:

$$E = \frac{C\ I}{W} \qquad (1)$$

Donde C es la concentración promedio de metil mercurio, la cual se calculó bajo la suposición que 90% del mercurio medido en el tejido correspondía a metil mercurio. En la ecuación (1), I es la ingesta diaria de pescado (kg/día) y W es el peso promedio de una persona adulta (se consideró 75 Kg.). Se utilizó

Figura 2

Concentraciones de mercurio medidas en 14 muestras de tejido de peces de la ribera del río Hondo.



el valor propuesto por la EPA (Environmental Protection Agency) para el Rfd de 0.1 Qg kg-1 día-1.

Resultados y discusión

Se realizó un estudio para cuantificar los niveles de mercurio en muestras de tejido de peces de la especies *Petenia spledida* y *Urophtalmus iterus* en la ribera del río Hondo, ubicado en Chetumal, Quintana Roo. La Figura 2 presenta los resultados de la medición de mercurio realizada en las especies tenguayaca y castarrica, recolectadas en las tres salidas del muestreo. Las cifras indicadas corresponden a valores promedio de mediciones por duplicado obtenidas en siete muestras de la especie tenguayaca (barras en color rojo) y siete muestras de la especie castarrica (barras en color azul). Las concentraciones de mercurio determinadas en la especie tenguayaca tuvieron un valor promedio de 0.16 ± 0.08 mg Hg kg^{-1} peso fresco, mientras que para la especie Castarrica, los valores promedio fueron de 0.19 ± 0.06 mg Hg kg^{-1} peso fresco. Las concentraciones de mercurio más altas se observaron para las muestras de la especie tenguayaca (0.32 mg Hg kg^{-1} peso fresco). Los niveles promedio de concentración de mercurio en las muestras de peces analizadas, no excedieron el límite establecido para consumo humano por la Organización Mundial de la Salud (OMS, 0.5 mg Hg kg^{-1} de peso fresco).

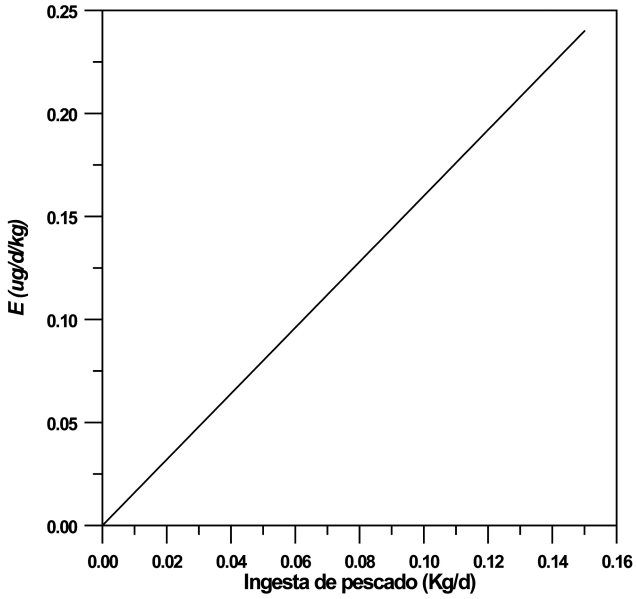


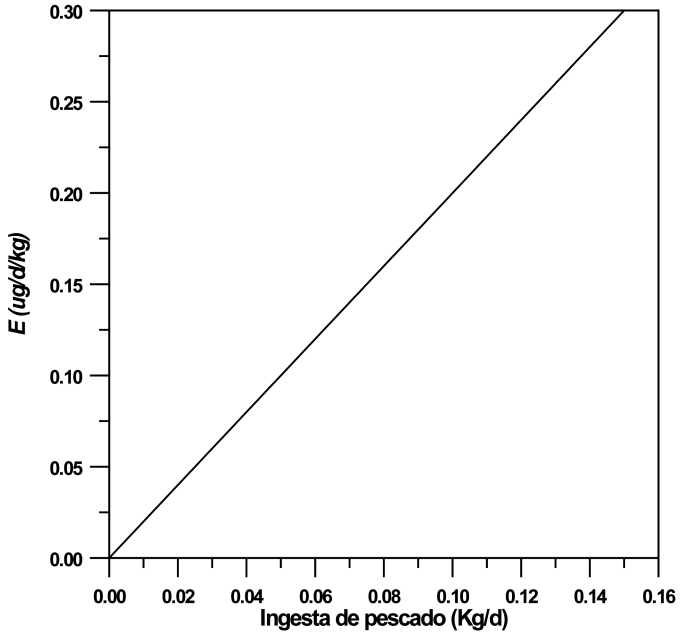
Figura 3

Niveles de exposición de mercurio para la especie tenguayaca.

Las Figuras 3 y 4 presentan los valores del nivel de exposición al mercurio (*E*) calculados para las especies tenguayaca y castarrica, respectivamente, en función de una ingesta diaria del pescado. Con estos datos, las evaluaciones del riesgo basadas en el índice de peligrosidad sugieren que el consumo diario de 0.08 kg de pescado de la especie tenguayaca y de 0.06 kg de la especie castarrica en la población humana local, podría incrementar el riesgo de envenenamiento por mercurio. En cuanto al estudio por contaminación por plomo, no se detectó este elemento en ninguna de las muestras de tejido de peces analizadas.

Figura 4

Niveles de exposición de mercurio para la especie castarrica.



En adición, se realizaron determinaciones de mercurio en muestras de sedimento y de la superficie del agua, que evidenciaron la presencia de éste en la zona de estudio. La Figura 5 presenta las concentraciones medidas de mercurio en muestras de sedimento en los puntos señalados en la sección de materiales y métodos. Los resultados confirman la presencia de este elemento, lo cual puede ser ocasionado por las actividades antropogénicas en la zona. Existen diversos estudios que han reportado la contaminación por mercurio en la zona. Rojas y Morales (2002) realizaron un análisis para cuantificar las concentraciones en hueso y sangre de 18 manatíes de la bahía de Chetumal, hallando presencia de mercurio (Hg) de entre 0.1 a 3.2 Qg g^{-1} de peso húmedo en huesos. No obstante, los autores indican también que no se sabe con certeza el origen del mismo en la región y mencionan que existe la posibilidad de que el uso de plaguicidas a base de

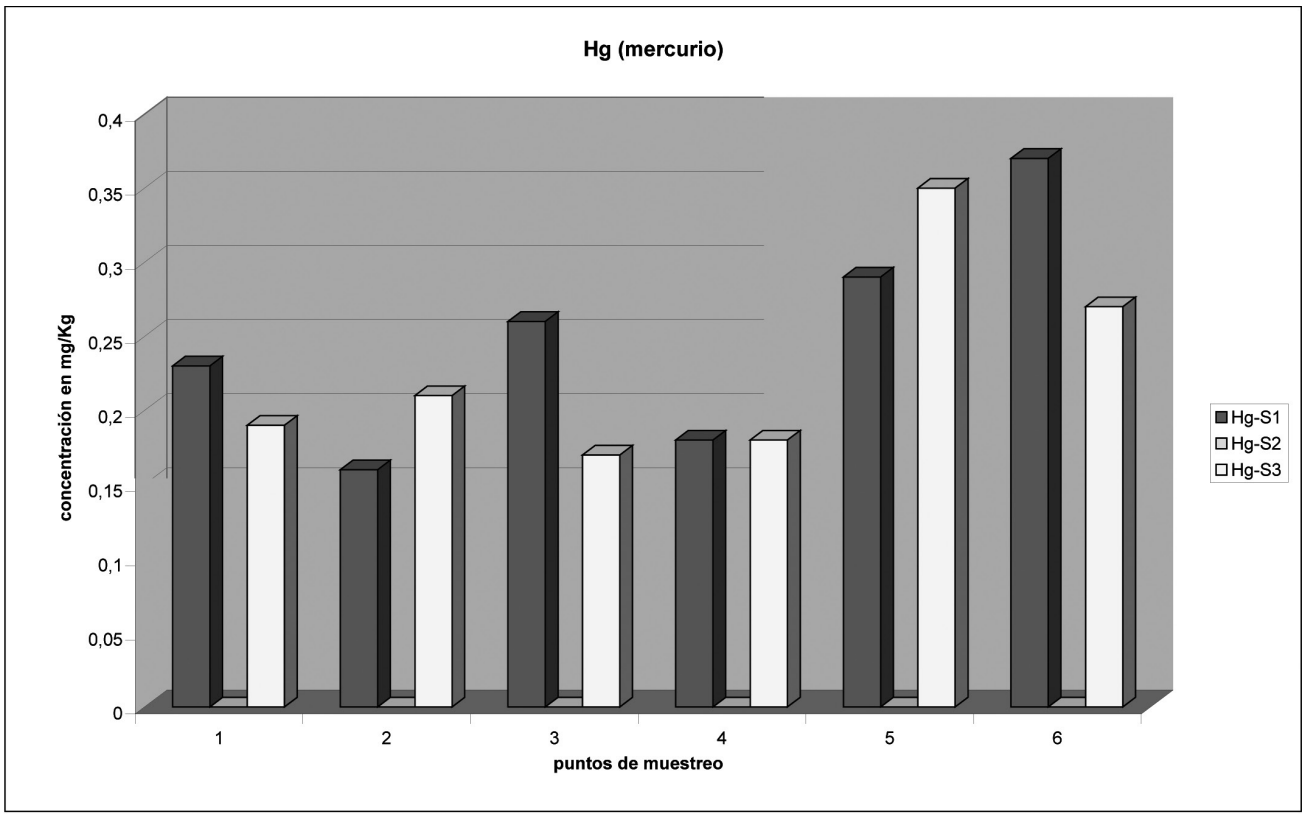


Figura 5

Concentraciones de mercurio medidas en muestras de sedimento en los tres muestreos.

metil mercuriato o del uso de algún preservador de la madera hace algunos años, pudieran ser las causas de la presencia de mercurio en la zona.

Los desechos orgánicos e inorgánicos de los extensos cultivos de caña aledaños a las planicies del río, son vertidos directamente al río Hondo (Ortiz-Hernández y Sáenz-Morales, 1999), y posteriormente son transportados y depositados dentro de la bahía. Aunque se han realizado diversos estudios en la bahía de Chetumal referentes a la sedimentología (De Jesús-Navarrete *et al.*, 2000), la distribución de metales (García-Ríos y Gold-Bouchot, 2003; Díaz-López *et al,* 2006) y de hidrocarburos aromáticos (Álvarez-Legorretay Sáenz-Morales, 2005), no se ha establecido la dirección del transporte y los sitios de depósito de los compuestos químicos adsorbidos y asociados a las partículas del sedimento.

Otro estudio similar se realizó para determinar la especiación de metales pesados en sedimentos de la bahía de Chetumal y su acumulación en el tejido muscular de bagres *Ariopsis assimilis* (García Ríos, E. Virginia y Gold Bouchot Gerardo, 2002).

Los resultados fueron concentraciones relativamente altas de Ni en el tejido muscular de los bagres. Otros metales pesados analizados, potencialmente tóxicos, como el cadmio (Cd) y el plomo (Pb), observaron cantidades relativamente bajas en los bagres y aunque el Pb fue abundante en los sedimentos, sólo una pequeña cantidad estaba presente en las fracciones biodisponibles (alrededor del 15 %).

Como se mencionó anteriormente, el crecimiento urbano en las márgenes de la zona, las descargas de aguas residuales, la deforestación, la actividad agrícola, las industrias ubicadas en las márgenes del río Hondo y los

productos químicos utilizados en la actividad agropecuaria, amenazan la biodiversidad de la zona. La Figura 6 muestra las concentraciones de amonio medidas en la superficie del agua en los puntos de muestreo indicados en la sección de materiales y métodos. Estos niveles altos de amonio observados pueden tener su origen en las actividades agropecuarias de las zonas aledañas. De acuerdo con el estudio realizado por Vázquez y Mejía (2008), agricultores de Corozal y Orange Walk en Belice siguen utilizando compuestos como el Paraquat, un herbicida cuaternario de amonio altamente tóxico, el Glifosato, Diuron y Picloran, entre otros compuestos plaguicidas y herbicidas, cuya composición contiene urea y amonio.

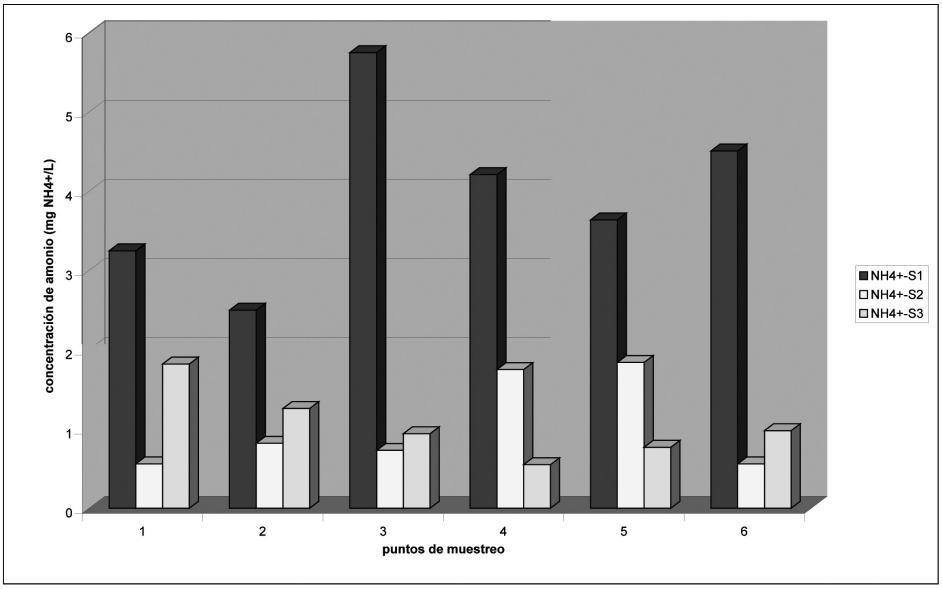


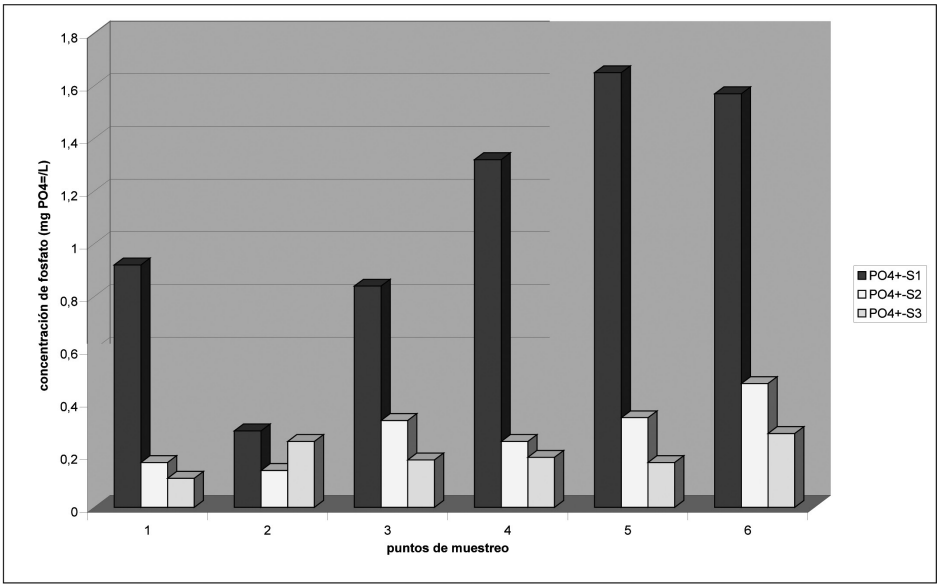
Figura 6

Concentraciones de amonio medidas en la superficie del agua.

La Figura 7 presenta los niveles de concentración de fosfatos medidos en la superficie del agua en los puntos de muestreo descritos en el capítulo de materiales y métodos. La presencia de fósforo puede ser ocasionada por las actividades antropogénicas antes descritas. En la Figura 8 se muestran los resultados del análisis de componentes principales, realizado con las concentraciones de amonio y fosfato medidas en la superficie del agua y las concentraciones de mercurio obtenidas en las muestras de sedimento en los puntos estudiados. La varianza total fue del 71.43 %, el primer ACP-I está conformado por los parámetros que presentan las mayores concentraciones de NH4–S2, NH4-S1, PO4-S1, PO4-S3, Hg-S3 y Hg-S1 y reportadas en los puntos de muestreo 4, 5 y 6, los cuales representan el 47.13% de la varianza total calculada; el ACP-II está formado por los parámetros NH4-S3 y PO4-S2, que representan las menores concentraciones de este análisis y se reflejan en los puntos de muestreo 1, 2, y 3. En este análisis podemos clasificar los parámetros analizados en diferentes temporalidades en dos grupos definidos por el ACP-II, que representan las concentraciones mayoritarias encontradas en los puntos de muestreo 4, 5 y 6; mismos que tienen las mejores correlaciones entre parámetros analizados. El otro ACP-II refleja las concentraciones más bajas de este análisis, observándose dos parámetros con bajas concentraciones y correlaciones en los puntos de muestreo 1, 2 y 3.

Figura 7

Concentraciones de ión fosfato medidas en la superficie del agua.



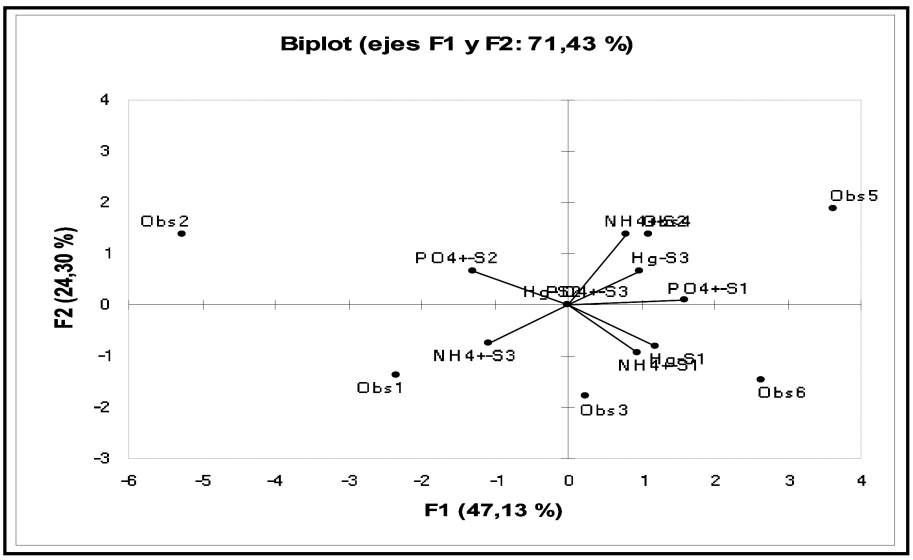


Figura 6

Análisis de componentes principales de parámetros analizados en la superficie del agua del río Hondo y de la concentración de mercurio en sedimento.

Conclusiones

Se determinaron los niveles de mercurio en 14 muestras de peces comestibles de la ribera del río Hondo; los resultados arrojaron la presencia de mercurio en las muestras analizadas, mientras que no se detectó plomo en ninguna ellas. Las mediciones de mercurio en sedimento confirmaron la presencia del contaminante en la zona estudiada. Los niveles de mercurio hallados en los peces no excedieron el límite indicado para consumo humano establecido por la Organización Mundial de la Salud (OMS, 0.5 mg Hg kg^{-1} de peso fresco). Las evaluaciones del riesgo basadas en el índice de peligrosidad sugieren que el consumo de 0.08 kg de pescado de la especie tenguayaca por día y de 0.06 kg de la especie castarrica por día en la población humana, podrían incrementar el riesgo de envenenamiento por mercurio en los habitantes locales.

Se hallaron concentraciones relativamente altas de ión amonio, las cuales podrían deberse a la utilización de herbicidas y plaguicidas en actividades agropecuarias aledañas a la zona.

Es necesario un estudio más amplio de la contaminación de mercurio en peces comestibles en la ribera del río Hondo, contemplando un mayor número de muestras y más especies para realizar un análisis estadístico más exacto, por lo cual se propondrá en un futuro un proyecto que contemple más recursos para realizar un estudio a mayor escala.

Bibliografía

Álvarez-Legorreta, T., Sáenz-Morales, R., 2005. "Hidrocarburos aromáticos policíclicos en sedimentos de la Bahía de Chetumal". En: Botello, A. V., Rendón-von Osten, X., Gold-Bouchot, G., Agraz-Hernández, C. (eds.), *Golfo de México, Contaminación e Impacto Ambiental: Diagnóstico y Tendencias*, Universidad Autónoma de Campeche, Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto Nacional de Ecología, 2ª Edición, 299-310.

Díaz-López, C., Carrión-Jiménez, J. M., González-Bucio, J. L., 2006, "Estudio de la contaminación por Hg, Pb, Cd y Zn en la Bahía de Chetumal, Quintana Roo, México", *Revista Sociedad Química del Perú*, 72, 19-31.

García-Ríos, V. and Gold-Bouchot, G. 2003. Trace Metals in Sediments from Bahia de Chetumal, Mexico. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*. 70: 1228-1234.

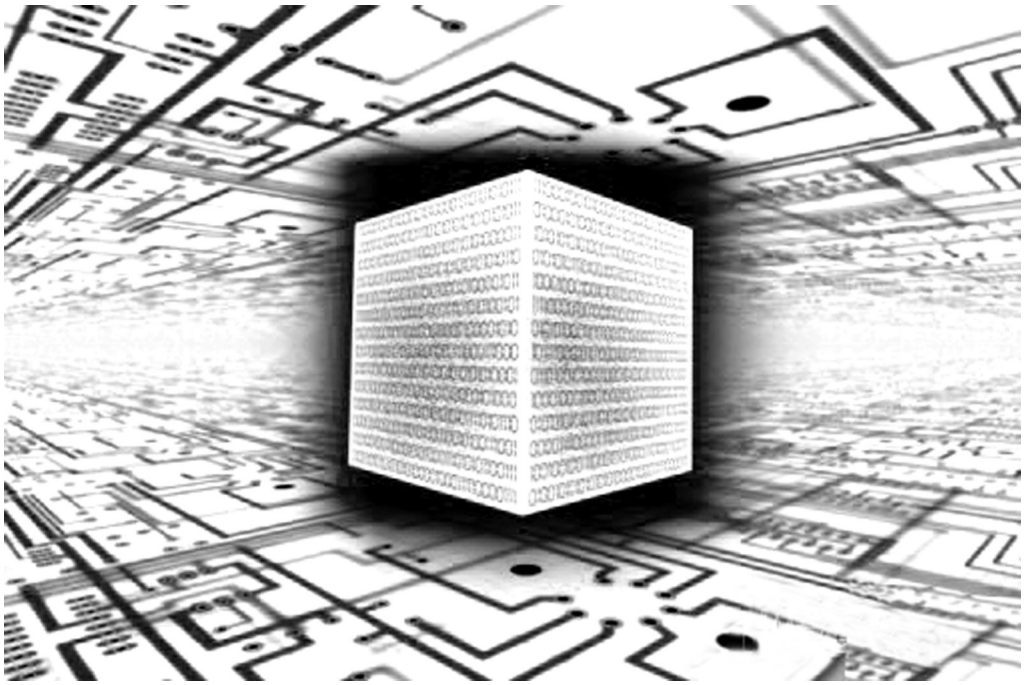
Ortiz Hernández, M.C., Sáenz Morales, R., 1997. Detergents and orthophosphates inputs from urban discharges to Chetumal Bay, Quintana Roo, México, *Bulletin of Enviromental Contamination and Toxicology*, 59, 486-491.

Rojas Mingüer A., Morales Vela B. 2002. Metales en hueso y sangre de manatíes (Trichechus manatus manatus) de la Bahía de Chetumal, Quintana Roo, México. En: Rosado-May F. J., Romero Mayo R., De Jesús Navarrete A. (Eds.). 2002. *Contribuciones de la ciencia al manejo costero integrado de la bahía de Chetumal y su área de influencia*. Serie Bahía de Chetumal, No. 2, Universidad de Quintana Roo, pp. 133-138.

Vázquez, Rigoberto y Mejía, Mauricio, 2008. *Identificación de las actuales prácticas de manejo del cultivo de caña de azúcar y determinación de su impacto ambiental en Orange Walk y Corozal (Belice)*, pp. 1-57.

Cómo Inducir al Alumno en el Desarrollo de Habilidades en la Programación

Dora Araceli Cruz Huerta *



Introducción

Hoy día, el no contar con las habilidades necesarias que faciliten el desarrollo de programas en computadora, sigue siendo un problema relevante, ya que existe un alto índice de reprobación en los grupos que cursan asignaturas referentes a la programación, debido entre otros factores, a que los estudiantes no cuentan con una metodología computacional de enseñanza-aprendizaje adecuada, y en otros casos, por carecer de los conocimientos básicos para la solución de problemas lógicos asistidos por computadoras.

La enseñanza educativa en la programación es un área dedicada al servicio social, tomando en cuenta que la forma de enseñar requiere de una gran responsabilidad, dada su importancia, ya que implica una continua capacitación para todos, especialmente para los maestros, pues sin el estudio constante, los conocimientos y el desempeño se tornan obsoletos.

Por ello, es fundamental que los maestros y alumnos comprendan que no existe un método de enseñanza superior a otro, y que el mejor es el que permite lograr

Acerca del autor...

* Maestra en Ciencias, docente de la División de Informática del Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec.

un aprendizaje significativo y duradero respecto a los objetivos específicos que se aborden en la clase. Mezclar diferentes métodos a través de la planeación didáctica, ayuda a mantener activo el interés de los estudiantes para programar adecuadamente en el mundo real, ya que pueden aplicar sus conocimientos y permitir que el profesor utilice el recurso más adecuado para desarrollar programas por computadora.

Se debe motivar a los estudiantes y dirigirlos hacia tareas que logren el éxito, pero sobre todo, acrecentar el deseo de saber, mediante estrategias de aprendizaje y formación de habilidades de estudio.

El propósito de este artículo, es dar a conocer que la implementación de diferentes estrategias de enseñanza, induce y facilita el aprendizaje del alumno en la programación asistida por computadora.

Desarrollo de habilidades en la programación

Continuamente los seres humanos realizamos una serie de pasos, procedimientos o acciones que nos permiten alcanzar un resultado o resolver un problema. La idea fundamental para aprender a programar, consiste en desarrollar la lógica, que es necesaria para solucionar problemas en forma algorítmica, independientemente del uso de algún lenguaje de programación; esto es, aprender a diseñar algoritmos empleando un pseudolenguaje, y no hacerlo directamente con un lenguaje.

Elaborar un programa por computadora implica seguir un conjunto de pasos secuenciales y cronológicos, que comienzan con la detección y definición del problema, para determinar la implementación del programa que lo soluciona. A continuación se describen en detalle:

1. Definición del problema

Este proceso inicia cuando surge la necesidad de resolver algún problema a través de la computadora. Primero debemos identificarlo y comprender la utilidad de la solución que se obtenga. Es preciso formarse una visión general del mismo, estableciendo las condiciones iniciales (los puntos de partida) y, además, sus límites, es decir, dónde empieza y dónde termina el problema.

Por ejemplo, si requerimos calcular el sueldo de un empleado, la solución señalará la cantidad que se debe pagar, y el beneficio que se logra es que servirá precisamente para remunerar a dicho trabajador. La situación anterior consiste en un pago de sueldos, involucrando para cada empleado atributos como: nombre, tiempo trabajado y sueldo que percibe por unidad de tiempo dedicada a su labor.

2. Análisis del problema

En este punto, es imprescindible entender a detalle el problema en cuestión, para lograr una estructura del mismo en términos de los DATOS disponibles como materia prima, y definir el PROCESO necesario para convertir los datos en la INFORMACIÓN requerida.

Etapas que permiten resolver un problema

Análisis profundo del problema.
Construcción del algoritmo.
Verificación del algoritmo.
Representar la operación o acción que permite el ingreso de los datos del problema.
Representar la operación o conjunto de operaciones secuenciales, cuyo objetivo es obtener la solución al problema.
Representar una operación o conjunto de operaciones, que permitan comunicar al exterior el o los resultados alcanzados.

Se debe ser cuidadoso, pues muchas veces no se toman en cuenta ciertas características que permiten realizar lo antes mencionado en forma adecuada.

Diseño del programa

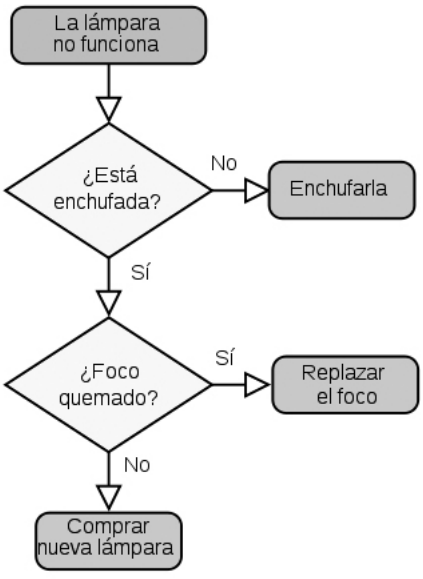
Durante este paso, se diseña la lógica para la solución del problema, con base en lo siguiente:

a. **Elaborar el algoritmo.** Se diseña el algoritmo de la solución del problema, es decir, se estructura la secuencia lógica y cronológica de los pasos que la computadora deberá seguir, utilizando alguna técnica convencional, como el pseudocódigo, los diagramas de flujo, diagramas de clase, los diagramas Warnier, entre otros.

b. **Prueba de escritorio.** Se simula el funcionamiento del algoritmo con datos propios respecto al problema, y se comprueban a mano los resultados, a fin de validar la correcta operación del algoritmo. Si quedamos satisfechos con los resultados de la prueba, habremos agotado este punto, pero en caso contrario, se deberá modificar el algoritmo y posteriormente volver a probarlo hasta que esté correcto.

Es posible que se deba retroceder a cualquier paso precedente.

Hasta aquí, se tiene ya diseñada la solución del problema, y estamos listos para pasar al siguiente punto: trascribirlo a un lenguaje de computadora.

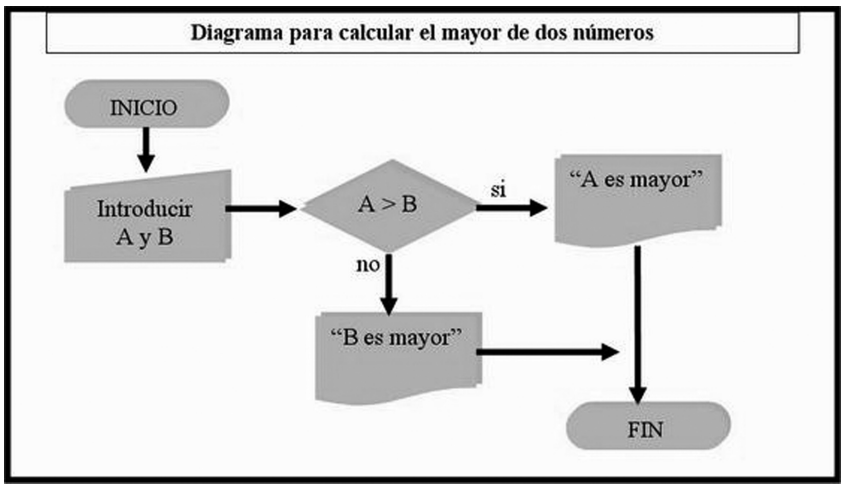


Elementos necesarios para documentar la solución de un problema

Algoritmo

Un algoritmo se define como un conjunto de pasos, procedimientos o acciones que nos permiten alcanzar un resultado o resolver un problema.

A continuación, se mencionarán las características que debe reunir un algoritmo en la primera fase de documentación:



Precisión: Los pasos deben de ser plasmados claramente.

Determinismo: Dado un conjunto de datos idénticos de entrada, siempre debe arrojar los mismos resultados.

Finitud: Independientemente de la complejidad del mismo, siempre debe tener una longitud finita.

Módulos o secciones de un algoritmo

Datos de entrada.
Procesamiento de datos.
Impresión de resultados.

Diagrama de flujo

Un diagrama de flujo representa la esquematización gráfica de un algoritmo para alcanzar la solución de un problema. Su correcta construcción es sumamente importante, porque éste nos facilitará más tarde la escritura del programa en algún lenguaje de programación. Si el diagrama de flujo está completo y en orden, el paso del mismo a un lenguaje de programación, será relativamente simple y directo.

Los símbolos se deberán colocar adecuadamente, permitiendo crear una estructura gráfica flexible, que ilustra los pasos o procesos a seguir para alcanzar un resultado específico.

Reglas para la construcción de diagramas de flujo

Se inicia de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo (top-down).
Todo diagrama debe poseer un inicio y un fin.
Las líneas utilizadas para indicar la dirección del flujo del diagrama, deben ser rectas, verticales y horizontales.
Todas las líneas utilizadas para indicar la dirección del flujo del diagrama, deben estar conectadas. La conexión puede ser a un símbolo que exprese lectura, proceso, decisión, impresión, conexión o fin de diagrama.
La notación utilizada en el diagrama de flujo debe ser independiente del lenguaje de programación. La solución presentada en el diagrama puede escribirse posteriormente y con facilidad en diferentes lenguajes de programación.
Cuando se realiza una tarea compleja, es conveniente insertar comentarios que expresen o ayuden a entender lo que se hace.
Si el diagrama de flujo requiere más de una hoja para su construcción, debe utilizar conectores adecuados y enumerar las páginas convenientemente.
No puede llegar más de una línea a un símbolo.

Pseudocódigo

Un pseudocódigo es una serie de normas léxicas y gramaticales parecidas a la mayoría de los lenguajes de programación, pero sin llegar a la rigidez de sintaxis de éstos ni a la fluidez del lenguaje coloquial. Esto permite codificar un programa con mayor agilidad que en cualquier lenguaje de programación, con la misma validez semántica; normalmente se utiliza en las fases de análisis o diseño de software, o en el estudio de un algoritmo. Forma parte de las distintas herramientas de la ingeniería de software.

El pseudocódigo describe un algoritmo utilizando una mezcla de frases en lenguaje común, instrucciones de programación y palabras clave que definen las estructuras básicas. Su objetivo es permitir que el programador se centre en los aspectos lógicos de la solución a un problema.

Ventajas de utilizar un pseudocódigo a un diagrama de flujo

1. Permite representar de forma fácil operaciones repetitivas o complejas.
2. Es más sencilla la tarea de pasar de pseudocódigo a un lenguaje de programación formal.
3. Si se siguen las reglas de identación, se pueden observar claramente los niveles en la estructura del programa.
4. En los procesos de aprendizaje, los alumnos de programación estarán más cerca del paso siguiente (codificación en un lenguaje determinado, que los que se inician en la modalidad Diagramas de Flujo).
5. Mejora la claridad de la solución de un problema.

Cualidades de un lenguaje de programación

A continuación se destacan algunas cualidades de los lenguajes de programación:

Simplicidad y claridad. ¿Es fácil para un programador escribir un programa en este lenguaje? ¿Hasta qué punto es inteligible este programa para lector medio? ¿Es fácil aprender y enseñar el lenguaje? Algunos lenguajes se diseñaron intencionalmente para facilitar la claridad de expresión, y otros para simplificar el aprendizaje y la enseñanza de los principios de una programación estructurada.

Uniones. Un elemento de un lenguaje se une a una propiedad en el momento en que se define dicha propiedad para él. Los principales momentos de unión de los elementos con sus propiedades son los siguientes:

1. **Definición del lenguaje.** Cuando definimos un lenguaje, los tipos de datos básicos se unen a palabras reservadas que los representan.
2. **Implementación del lenguaje.** Escribimos el compilador o el intérprete de un lenguaje, los valores se unen a las representaciones del equipo.
3. **Escritura del programa.** Cuando escribimos programas en determinados lenguajes, los nombres de variables se unen con tipos que permanecen asociados con dichos nombres a lo largo de la ejecución del programa.
4. **Compilación-carga del programa.** Cuando compilamos —cargamos los programas—, las variables "estáticas" se asignan a direcciones de memoria fijas, la pila de tiempo de ejecución se asocia con un bloque de memoria y se asigna el mismo código máquina a otro bloque de memoria.
5. **Ejecución del programa:** Cuando estamos ejecutando un programa las variables se unen con valores, como en el caso de la asignación x=3.

Hay un grupo de precauciones prácticas relacionadas que rodean el estudio de los lenguajes de programación. Las consideraciones siguientes proporcionan un conjunto de restricciones que afectan a todos los diseños de lenguaje de programación.

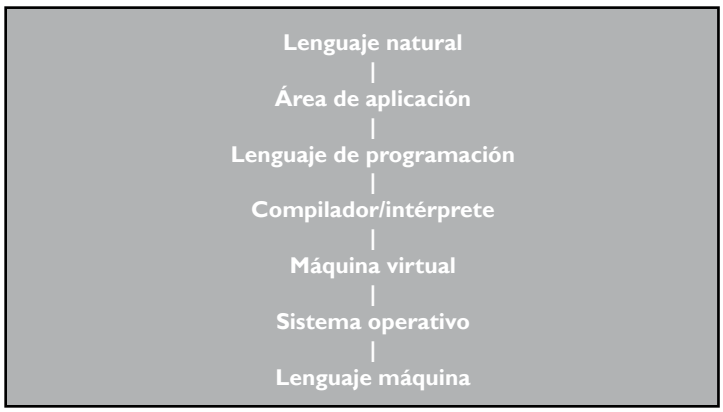
Restricciones de arquitectura. Los lenguajes de programación están diseñados para las computadoras.

Durante algunos años, se consideró a la arquitectura de computadoras como un subproducto, y no como un precursor del diseño del lenguaje.

Cuando se toman en cuenta las virtudes de las distintas opciones de diseños de lenguajes, siempre se limitan por la necesidad de implementar dichos lenguajes de forma eficiente y efectiva dentro de las restricciones impuestas por las variantes actuales.

La idea de un buen diseño de lenguaje puede conducir a una arquitectura de computadoras viable, radicalmente nueva y comercial, aunque probablemente no sea una buena opción.

Restricciones contextuales. Los lenguajes no están diseñados sólo para cuadrar dentro de las restricciones de una familia de arquitecturas determinada, también deben estarlo de modo que satisfagan otras restricciones impuestas por el contexto en el que se van a utilizar: el área de aplicación, el sistema operativo, la red y las preferencias de la comunidad de programación.



Dichos programadores trabajan en profesiones distintas que utilizan sus propios estilos de diseño de software, sus propias herramientas y sus propios lenguajes naturales, y para comunicarse entre ellos; este esquema superior de la configuración compleja del diseño de un lenguaje, está resumido de la siguiente forma:

Codificación de un programa

En este paso, se procede a codificar el programa en el lenguaje de programación que vaya a utilizar. Este proceso es sumamente sencillo, dado

que ya se tiene diseñado el programa, sólo se concreta uno a convertir las acciones del algoritmo en instrucciones de computadora. El programa codificado debe editarse, compilarse, probarse y depurarse; es decir, se ejecuta para verificar su buen funcionamiento y se hacen las correcciones o los ajustes pertinentes. Si aparecen errores difíciles de corregir en este paso, quiere decir que debemos retroceder.

Para que el programa se encuentre en condiciones de ser entendido y ejecutado por la computadora, debe estar en el leguaje máquina o código objeto, traducido por un compilador, a código accesible para la máquina mediante la compilación. El proceso de compilación es el siguiente: una vez que tenemos codificado el programa, debe ser introducido mediante el proceso de edición, para lo cual se utiliza un editor que permite crear un archivo en el cual se introduce el programa, creándose el programa fuente con las instrucciones que se elaboran en el lenguaje que se esté utilizando en este momento. El programa fuente es sometido al proceso de compilación, que mediante un compilador (traductor del lenguaje), se traduce instrucción por instrucción a código objeto, creándose un archivo con el programa objeto, el cual es entendible directamente por la máquina. Si en el proceso de traducción se encuentra algún error, se suspende el proceso; el programador debe corregir el error en el programa fuente y luego someterlo de nuevo al procesos de compilación.

Una vez que el proceso de compilación ha terminado con éxito, se tiene el programa objeto, el cual puede ser ejecutado por la computadora, misma que seguirá las instrucciones paso a paso llevando a cabo las acciones que se indican emitiendo los resultados correspondientes, si éstos no son satisfactorios o existen errores, el proceso de programación debe ser repetido desde alguno de los pasos precedentes.

Implantación del programa

Una vez que el programa está correcto, se instala y se pone a funcionar, entrando en operación normalmente dentro de la situación específica para la que se desarrolló. Debe ser supervisado continuamente para detectar posibles cambios o ajustes que sea necesario realizar.

Es importante contar con una metodología que permita conducir la enseñanza-aprendizaje de la programación, mediante el uso de un pseudolenguaje de diseño de programas o algoritmos orientados a objetos, los cuales guiaran a los alumnos que están iniciando sus estudios de programación.

Puntos a considerar

Existen diversos factores en donde las respuestas que aportaron tanto los maestros como los alumnos, respecto a su enseñanza-aprendizaje, son subjetivas.

Tomando en cuenta principalmente el respeto que deben tener, tanto los maestros como alumnos **(ética y valores)**, para concebir la enseñanza-aprendizaje.

A continuación se cita lo que puede considerar el profesor al iniciar una clase de programación:

1. Explicarle al alumno la estructura de la ciencia (**informática**). Platicar acerca de la concepción de la informática y cuáles son sus campos de estudio.

2. Dar a conocer el impacto de la ciencia en la sociedad, en la industria, la familia y en lo personal.

3. Despertar en los alumnos el interés para estar inmersos en ella.

4. Cómo aprender a crear programas que modifiquen y mejoren lo anteriormente expresado.

5. Hacer un examen diagnóstico de lógica para determinar sus capacidades, inteligencia, razonamiento y lógica.

6. Usar una metodología que se pueda aplicar en base a los resultados del punto anterior. Ejemplo: concepto, antecedente y objetivo, es decir, explicación del aspecto teórico-práctico, aplicado a la solución de problemas reales.

7. Diversidad del uso de herramientas como: tareas, programas a desarrollar, gráficas y pruebas de escritorio, entre otras.

8. Uso de técnicas que faciliten el aprender a programar a través de un orden de conceptos y elementos, desde lo más básico, hasta lo más complicado y abstracto.

9. Los temas deben ser explicados con detalle y análisis de cada algoritmo y programa.

10. Dar confianza y disponibilidad a los alumnos para que ellos se acerquen y poderles explicar todos los detalles, para que puedan constatar y probar los programas en la computadora.

11. No olvidar que se debe complementar la teoría con la práctica.

12. Es importante realizar una retroalimentación para ayudar a los alumnos, motivándolos a ayudar a sus compañeros y así poder reforzar lo aprendido.

13. Es primordial fomentar el aprendizaje independiente del alumno y su propia responsabilidad en la programación, sugiriéndoles ser autodidactas y que de acuerdo al propio interés le dediquen el tiempo que consideren adecuado.

A continuación se cita lo que puede considerar el alumno al iniciar una clase de programación:

1. Estar disponible física y mentalmente (**mente sana en cuerpo sano**).
2. Tener su propio criterio para no dejarse influenciar acerca de la opinión que se deriva del maestro y esperar a comprobarlo por sí mismo.
3. No mezclar los problemas personales con las clases.
4. Mantener un ambiente de respeto entre profesor y alumno.
5. Analizar y comprender el objetivo y contenido temático de la materia.
6. Ser organizado en el tiempo dedicado a entender la teoría para sustentarla con la práctica.
7. Disponibilidad para aprender, estar atento, ser participativo, tener interés en obtener generalizaciones.
8. Analizar y documentarse previamente acerca de los temas a tratar en clase.
9. Aprovechar los recursos que la institución ofrece, para fomentar el aprendizaje.

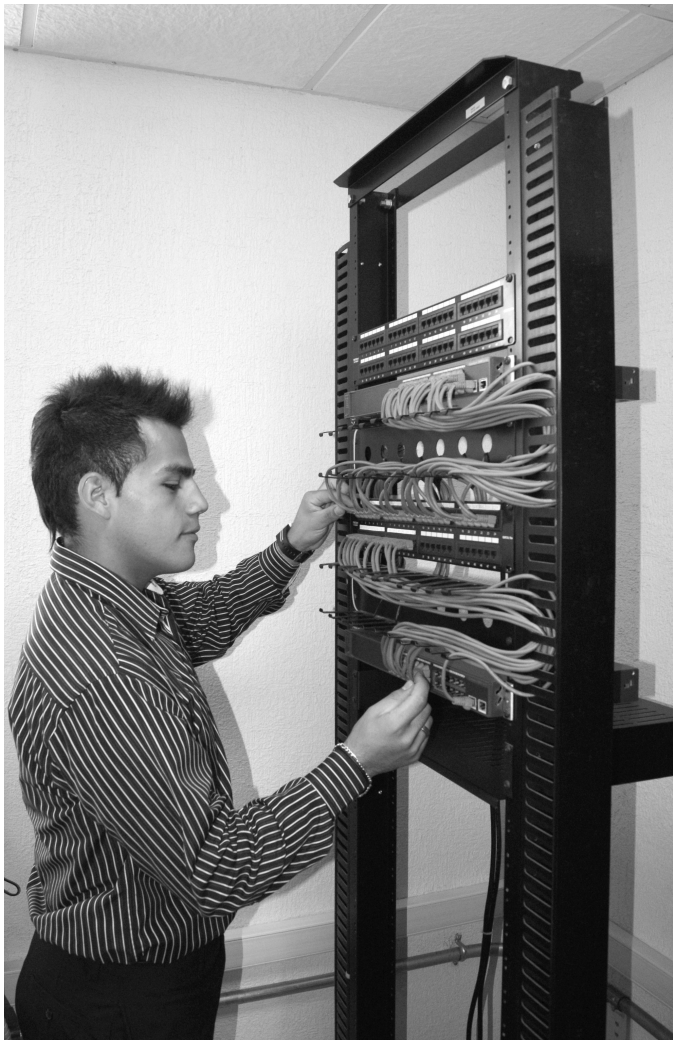
Conclusiones

Con base a lo antes mencionado, se concluye que una teoría educativa es aquella que sirve como una guía educativa, pero sobre todo como un catalizador para respetar el interés de los alumnos y motivarlos a reflexionar, discutir y profundizar sobre el aprendizaje.

El objetivo es motivar y proporcionar estrategias, técnicas y métodos, con el fin de inducir a los alumnos a generar sus propias habilidades en la programación, mediante el uso de los lenguajes actuales de programación de computadoras, para solucionar problemas informáticos.

Recomendaciones

Es importante reflexionar acerca de la relevancia que tiene crear nuevas estrategias de aprendizaje, como herramientas de apoyo para el proceso de enseñanza aprendizaje, ya que los resultados obtenidos permitirán observar desde la perspectiva de los docentes, el rendimiento escolar del alumno y que éste debe ser actualizado e implementando como recurso didáctico a través del uso de la tecnologías educativas.



Desde el punto de vista del alumno, se considera que el uso de estrategias y tecnologías educativas en el proceso de aprendizaje, ayudará a mejorar su rendimiento y desenvolvimiento escolar.

El contar con un material didáctico interactivo, facilitará el entendimiento de los temas expuestos por el docente en clase.

Por lo tanto, es importante el uso de materiales y estrategias didácticas interactivas, que permitan facilitar las evaluaciones por parte del docente, generando en el alumno interés por el aprendizaje de la materia de programación del área de computación.

También es importante que el docente se capacite periódicamente acerca del uso de tecnologías educativas como herramientas de apoyo para el aprendizaje y que conjuntamente con los alumnos puedan elaborar dichos materiales didácticos interactivos, ya que de esta forma se podrá lograr un mejor aprendizaje y rendimiento de los alumnos, a fin de que puedan desenvolverse adecuadamente en el ámbito laboral, recordando que “la práctica hace al maestro”.

Bibliografía

Amador, Rocío. *Comunicación Educativa Nuevas Teologías*, México, CISE UNAM, 1994.

Bernard, J. Poole (1999), *Tecnología Educativa*, España, Mc. Graw Hill.

Cairo Battisstutti, Osvaldo, *Metodología de la Programación, Algoritmos, Diagramas de Flujo y Programas*, Tercera Edición, México, Ed. Alfaomega.

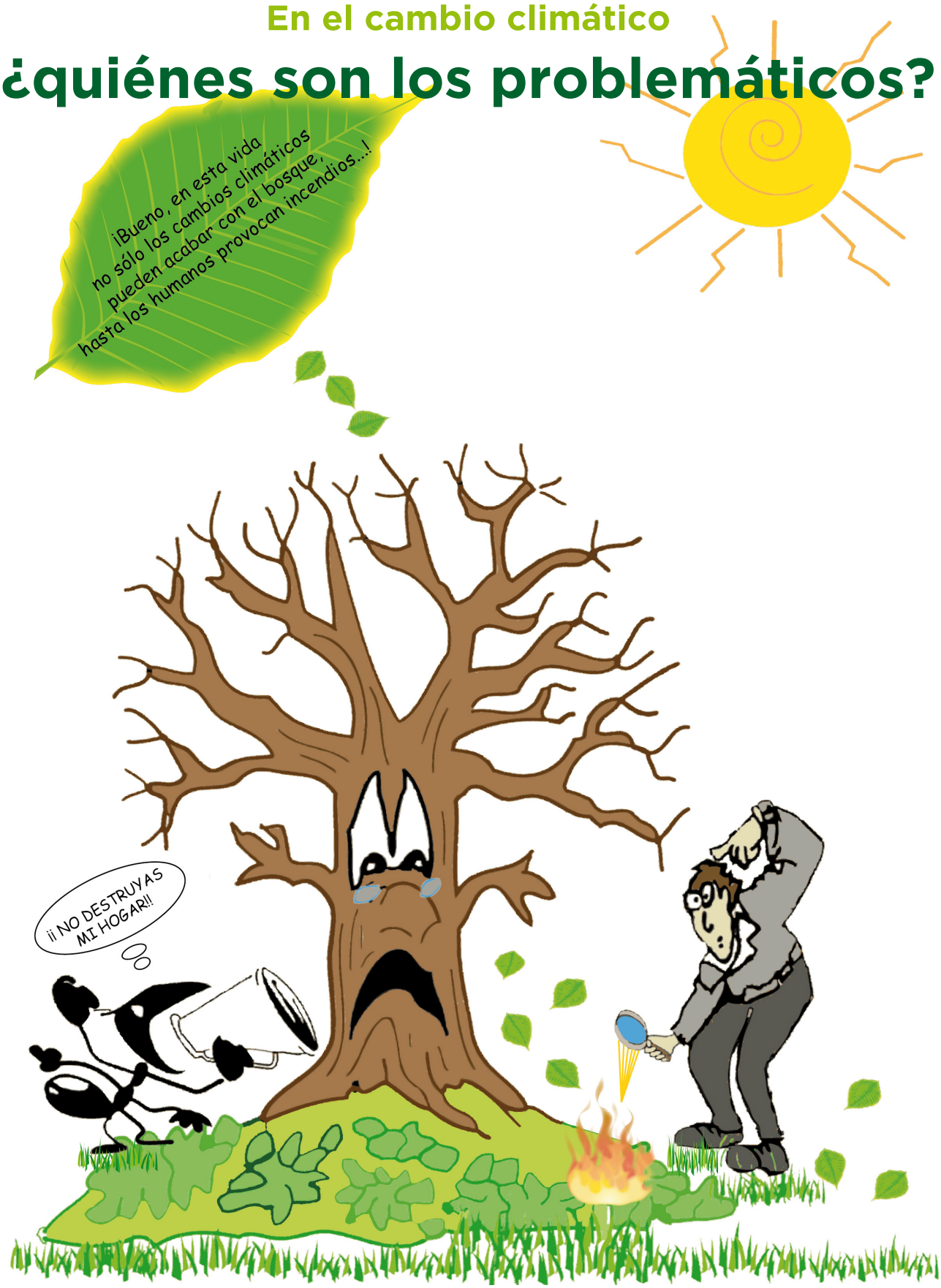
López Román, Leobardo, *Metodología de la Programación Orientada a Objetos*, México, Ed. Alfaomega.

Tucker, Allen y Noonan, Robert, *Lenguajes de Programación Principios y Paradigmas,* Ed. Mc Graw Hill.

Por Sara Patricia Téllez y Jorge Luis Alvarado

En el cambio climático

¿quiénes son los problemáticos?



GOBIERNO DEL
ESTADO DE MÉXICO

GOBIERNO QUE TRABAJA Y LOGRA
enGRANDE

TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE ECATEPEC