

CARRERAS



Química de Alimentos



Química



Química Farmacéutica



Bioquímica Clínica

SERVICIOS



Laboratorio de Alimentos OSP



Laboratorio de Química Ambiental OSP



Laboratorio Clínico y Bacteriológico



Laboratorio Microbiológico OSP



CENTRO DE INFORMACIÓN DE
MEDICAMENTOS Y TÓXICOS



Museo de Historia Natural



Instituto de Investigación y Postgrado

Química Central



Revista de la Facultad de Ciencias Químicas
Universidad Central del Ecuador

Vol. 3 • N° 1 • Febrero 2013
ISSN: 1390-5562



Indexada en:

latindex



CONTENIDOS

Presentación	1
Evaluación cuantitativa de Ocratoxina A como contaminante en el cacao ecuatoriano de exportación por cromatografía líquida de alta resolución	3
<i>Amanda Cevallos, Iván Samaniego.</i>	
Comparación de diferentes agentes plastificantes adicionados en esponjas de quitina obtenidas de cefalotórax de camarón	11
<i>Oscar Arias-Torres, Ana M. Mendoza-Márquez, Evelyn M. Bárcenas-Ochoa, Ronny Flores, Rolando S. García-Gómez, María Del Carmen Durán-Domínguez-De-Bazúa</i>	
Desarrollo de un Módulo Didáctico-Educativo sobre el uso racional de medicamentos dirigido a escolares y Proyecto Piloto en la Escuela “República de Venezuela” de la ciudad de Quito	19
<i>Juan José Moreno Vaca, Janeth Montalvo Jaramillo</i>	
Aplicación del proceso Fenton en la disminución de materia orgánica en aguas residuales de la industria termoeléctrica	25
<i>Miguel Taco Ugsha, Eduardo Mayorga Llerena</i>	
Prevalencia de dengue en pacientes sintomáticos que acuden al Instituto Nacional de Higiene “Leopoldo Izquieta Perez” de la ciudad de Puyo (primer semestre del 2010)	31
<i>Andrea Paulina Velasteguí Sánchez, Ángel Hernán Tobar Saltos, Edgar Vicente Mora Brito, Wilfrido Torres Alvarado, Isabel Fierro Aguas</i>	
Aislamiento e identificación de metabolitos secundarios mayoritarios presentes en el extracto metanólico de <i>Sapium lateriflorum</i> (EUPHORBIACEAE)	37
<i>Jonathan Verdezoto A.</i>	
Educación al paciente en patologías prevalentes y uso de medicamentos en las comunidades de Guano - provincia de Chimborazo	43
<i>Paulina Vivanco, Janeth Montalvo</i>	
Instrucciones para los autores	53

QUÍMICA CENTRAL

QUÍMICA CENTRAL (ISSN 1390-5562), Volumen 3, Número 1, enero de 2013. Revista científica bianual de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Central del Ecuador, Quito-Ecuador. El contenido de los artículos es responsabilidad exclusiva de los autores y no refleja el punto de vista de la Facultad de Ciencias Químicas. Química Central está indizada en el catálogo Latindex, Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal. Tiraje: 1.500 ejemplares. Dirección: Instituto de Investigación y Postgrado, Calle Jerónimo Leyton (detrás del Hospital del Día), Ciudadela Universitaria, Quito. Teléfonos: (593 2) 3216 975 / 2523 710 / 2500 409. Apartado postal: 17-03-1369, Quito-Ecuador.

Sitio Web:

<http://fcqcentral.edu.ec/>

Correos electrónicos:

- revista.fcq@uce.edu.ec

ISSN: 1390-5562

Diseño e Impresión: Editorial Universitaria

Director

Quím. Ronny Flores, PhD
Docente Investigador, UCE

Consejo Editorial

Dr. Wilson Parra, MsC
Decano Facultad de Ciencias Químicas
Dra. Janeth Montalvo, MsC
Vicedecana Facultad de Ciencias Químicas
Dra. Isabel Fierro, MsC
Directora de Carrera Facultad de Ciencias Químicas
Dr. Jorge Heredia, PhD
Docente Investigador, UCE

Consejo Técnico

Prof. Dra. Montserrat Blanes
Universidad Nacional de Asunción, Paraguay
Dr. Ramiro Araya, PhD
Universidad de Chile, Chile
Dra. Alejandra León, PhD
Universidad Nacional Autónoma de México, México
Prof. Farm. Zully Vera de Molinas
Universidad Nacional de Asunción, Paraguay
MsC. Patricio Espinoza
Centro Conjunto de Investigación en Química Sustentable, México
Dra. Lorena Goetschel, MsC
Universidad Internacional del Ecuador, Ecuador

Revisor de Estilo y Redacción

Dr. Erick Granda, MsC
Facultad de Ciencias Químicas

EDITORIAL

Febrero 2013, lanzamiento de la edición número 3 de la revista científica QUÍMICA CENTRAL, órgano oficial de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Central del Ecuador. En la sociedad científica ecuatoriana, los eventos relacionados con la ciencia, la tecnología y la investigación no han alcanzado todavía un lugar preponderante, por lo que el lanzamiento de una revista eminentemente científica, que involucra vencer un sinnúmero de problemas de orden financiero, logístico y técnico, se convierte en un acontecimiento de singular importancia. A esto se suman dos hechos significativos: la indexación de nuestra revista en el Catálogo LATINDEX, Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal (<http://www.latindex.unam.mx>) y el registro del nombre QUÍMICA CENTRAL en el Instituto Ecuatoriano de Propiedad Intelectual (IEPI).

En esta edición se ha incluido las tres mejores fotografías que se presentaron al Concurso Abierto de Fotografía que convocó la facultad en el año 2011 en conmemoración del Año Internacional de la Química con temas sobre materiales relacionados con esta ciencia: microestructura de la espuma de poliuretano, emulsiones altamente concentradas de aceite y agua, y cristales líquidos del sistema lecitina-agua-aceite de ricino. En los tres casos puede evidenciarse lo maravillosa que es la química y la belleza del mundo atómico y molecular.

Los artículos que aparecen en este número, y que son el resultado de las mejores investigaciones realizadas a nivel nacional e internacional, abordan diferentes temáticas de actualidad. En el campo de las ciencias farmacéuticas, se presentan dos temas sobre el uso racional de medicamentos: "Desarrollo de un Módulo Didáctico-Educativo sobre el uso racional de medicamentos" y "Educación al paciente en patologías prevalentes y uso de medicamentos en las comunidades de Guano". En el campo de las ciencias ambientales se incluyen dos temas: "Evaluación cuantitativa de Ocratoxina A como contaminante en el cacao ecuatoriano" y "Aplicación del proceso Fenton en la disminución de materia orgánica en aguas residuales de la industria termoeléctrica". Dos investigaciones se enfocan en el estudio de nuevos materiales: "Agentes plastificantes adicionados en esponjas de quitina obtenidas de camarón" y "Aislamiento e identificación de metabolitos secundarios presentes en el extracto metanólico de Euphorbiaceae". En el campo de la bioquímica clínica se presenta el estudio de "Prevalencia de dengue en pacientes sintomáticos de la ciudad de Puyo".

Los editores de la revista QUÍMICA CENTRAL nos hemos propuesto publicar ediciones con una frecuencia de dos números por año. Para cumplir con este objetivo, invitamos a los investigadores ecuatorianos y extranjeros a remitir sus trabajos para su probable publicación.

Consejo Editorial

Evaluación cuantitativa de Ocratoxina A como contaminante en el cacao ecuatoriano de exportación por cromatografía líquida de alta resolución

AMANDA CEVALLOS*¹, IVÁN SAMANIEGO².

¹Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Químicas, Quito-Ecuador;

²Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias - Laboratorio de Servicio de Análisis e Investigación en Alimentos, Mejía-Ecuador

*Correspondencia: amison@hotmail.com

Recibido: 27 julio 2011 / Aceptado: 17 septiembre 2012

Resumen

La Ocratoxina A (OTA) es una micotoxina, tóxico potente que puede afectar la salud humana a través de su consumo. Café, cacao y otros, representan las fuentes de contribución más importantes. El primer objetivo de esta investigación fue la validación del método analítico para la cuantificación de OTA en cacao en grano utilizando Cromatografía Líquida de Alta Resolución con detector de fluorescencia, con el uso de columnas de inmunoafinidad con anticuerpos monoclonales específicos para OTA. La toxina fue extraída con una solución de metanol - bicarbonato de sodio al 3%. La validación del método analítico se basó en criterios expuestos en la norma ISO IEC 17025:2005, estos son: selectividad, linealidad, límites de detección y cuantificación, precisión (análisis entre y dentro de niveles), recuperación, e incertidumbre. Los límites de detección y cuantificación obtenidos son 0,90 µg/kg y 1,35 µg/kg respectivamente. La recuperación obtenida fue de 84,55%, cumpliendo de esta manera con criterios de la Unión Europea para este tipo de métodos. El método demostró ser selectivo con una pureza de pico de 100%, lineal entre 1,55 a 15 µg/kg, preciso con una desviación estándar de reproducibilidad menor al 30% y una desviación estándar de repetitibilidad menor al 20%. El resultado final va asociado a una incertidumbre de 0,53 µg/kg, comprobándose así su validez. El segundo objetivo fue determinar los niveles de OTA en las muestras de cacao obtenidas de 15 exportadoras asociadas a ANECACAO, encontrando un 0% de incidencia con respecto a 2 µg/kg valor de referencia recomendado por la Unión Europea medición realizada a una actividad de agua (aw) promedio de 0,70 y un porcentaje de humedad promedio de 5,79%. Este es un resultado satisfactorio, que nos garantiza la baja contaminación del cacao producido en el Ecuador por pequeños y grandes agricultores que venden su cacao a las exportadoras estudiadas.

Palabras clave: Micotoxinas, Ocratoxina A, HPLC, cacao en grano, inmunoafinidad, validación.

Quantitative evaluation of Ochratoxin A, as a contaminant in ecuadorian cocoa export liquid chromatography high resolution

Abstract

Ochratoxin A is a mycotoxin, a potent toxic that can affect human health through their diet. Cereals, coffee and cocoa represent, by far, the main contributors to OTA exposure. The main objective of this investigation is the analytical validation method for OTA quantification in cocoa beans with High-Performance Liquid Chromatography (HPLC), using a fluorescence detector, and immunoaffinity columns with monoclonal antibodies specifics for OTA. The validation was carried out in the Analytical Services and Food Research Laboratory (LSAIA). Toxin was extracted with a methanol- 3% sodium hydrogen carbonate and it was purified by immunoaffinity columns, previous to analysis by HPLC. The analytical method validation was based on the ISO IEC 17025:2005 norm, as well as in the criteria from the Ecuadorian Organization of Accreditation (OAE), this parameters were: selectivity,

linearity, detection and quantification limits, precision, (between and within analyses), recovery, and uncertainty. The detection and quantification limits were 0,90 µg/kg and 1,35 µg/kg respectively. Recovery was 84,55%, accomplishing with the European Union's criteria for these type of methods. The method has proved: a selectivity with a 100% purity peak's, a 1,55 to 15 µg/kg of range lineal, precise with a standard deviation of reproducibility lesser than 30% and a repeatability standard deviation lesser than 20%. The final result goes associated to an uncertainty of 0,53 and so verifying its validity. The second objective was to determinate the OTA levels in cocoa samples from 15 exporters associated to ANECACAO, finding 0% of incidence in comparison with 2µg/kg recommended limits by the UE for Ochratoxin A in cocoa, this measure was realized with water activity (aw) average of 0,70 and a moisture percentage of 5,79. This result is very satisfactory and is guarantee low levels of contamination in cocoa produced in Ecuador, for little and major framings that which sell cocoa's to exporters has been studied.

Keywords: Mycotoxins, Ochratoxin A, HPLC, cocoa beans, immunoaffinity, validation.

1. Introducción

La Ocratoxina A (OTA) es una micotoxina que existe a nivel mundial en alimentos tales como: productos de cereales, frutas pasas, zumo de uva, café, cacao, vino y cerveza. Es una toxina que se produce naturalmente como metabolito secundario de las especies fúngicas del género *Aspergillus* y *Penicillium*, es cancerígena¹, nefrotóxica potente, teratogénica e inmunotóxica. Químicamente es 7-(L-β-fenilalanilcarbonil)-carboxil-5-cloro-8-hidroxi-3,4-dihydro-3R-metilisocumarina, [1]. Fue estudiada por primera vez en el cacao en 1987, encontrándose que un 17.6% de 56 muestras de granos de cacao, presentaba contaminación en niveles que van desde los 100 a los 500 µg/kg [2]. Otro estudio realizado en el año 2002, en 1.220 muestras de cacao en grano en Alemania, reportó que el 14,01% de las muestras presentaron contaminación por OTA en niveles que bordean los 2 µg/kg [3]. En el año 2004, se realizó una investigación de la contaminación por Ocratoxina A en granos de cacao por región de origen, la misma que demostró que el 13,05% de 46 muestras de cacao analizadas, presentan contaminación por OTA en niveles superiores a 2 µg/kg. Estas muestras fueron importadas principalmente desde Costa de Marfil y otras regiones en las cuales no se incluyó al Ecuador [4], el mismo año se reportó que 74 de 80 muestras de licores de cacao analizadas estaban contaminadas por OTA en un rango de 0,1 a 9 µg/kg por el método de Cromatografía Líquida de Alta Resolución. Entre estas muestras, se incluyen tres

provenientes de Ecuador [5]. Los niveles en el cacao están en discusión con una propuesta establecida por los EEUU y la UE de 2 µg/kg [6;7]. El cacao puede actuar como un substrato para el crecimiento de hongos productores de Ocratoxina A principalmente por *Aspergillus carbonarius* y *Penicillium viridicatum*, a una actividad mínima de agua (aw) de 0,85 [8;9;5;10;3]. Debido a que el Ecuador es uno de los principales países exportadores de cacao (aporta con el 50% de producción de cacao fino y de aroma) y siendo los países de la UE, los principales destinos de este cacao, los exportadores corren el riesgo de que sus embarques sean devueltos por encontrarlos contaminados con OTA, lo que además generaría una pérdida de divisas para el país ya que éste representa un ingreso del 0,4% del PIB. El cacao puede actuar como un substrato para el crecimiento de hongos en condiciones climáticas húmedas favorables y en los procesos de post-cosecha (fermentación, secado, transporte y condiciones de almacenamiento).

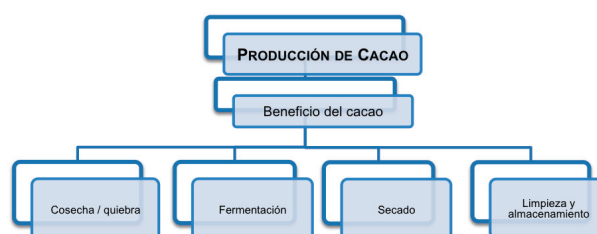


Figura 1. Diagrama de producción de almendras de cacao

¹ La Agencia Internacional para Investigaciones en Cáncer (IARC), clasifica a ésta como un posible carcinógeno humano [grupo 2B] (7) [12]

La toxina pura es un polvo cristalino blanco con punto de fusión a 169°C. Emite fluorescencia verde que cambia al celeste en presencia de un álcali. La forma ácida es soluble en solventes orgánicos polares y la sal sódica en agua. Es inestable a la luz, sin embargo, la solución etanólica es estable por más de un año si se mantiene en la obscuridad y al frío. Es bastante estable al calor y persiste el 35% de la cantidad inicial luego de tratar cereales contaminados durante tres horas en autoclave. Los oxidantes fuertes, ácidos fuertes y bases fuertes, la destruyen. La toxicidad de la Ocratoxina A está asociada a su anillo isocumarínico (benzopirano), la ingesta semanal tolerable de OTA es de 50 ng/kg pc. La OTA se mantiene estable durante casi todas las etapas de la producción de alimentos, como: cocción, lavado y fermentación, hasta un grado apreciable que se puede detectar en los productos alimenticios manufacturados. Se ha demostrado que la OTA es estable al calor, (aplicando calor seco a 100°C durante 160 minutos). Durante el tostado del cacao, la temperatura final del grano alcanza entre 100° y 120°C con una duración de 15 a 70 minutos, por lo cual no se espera que el tostado reduzca considerablemente los niveles de OTA.

2. Materiales y métodos

Para la validación del método de análisis de Ocratoxina A en almendras de cacao mediante HPLC, utilizando detector fluorescencia, se trabajó con estándares certificados de Ocratoxina A, para establecer un conjunto de parámetros de calidad que aseguraron el proceso de adaptación y validación de la metodología. Se establecieron los siguientes parámetros: selectividad, exactitud, precisión, repetibilidad y reproducibilidad, límite de detección, límite de cuantificación, linealidad y rango lineal, e incertidumbre.

Reactivos

Agua tipo I: conductividad 0,056 $\mu\text{S}/\text{cm}$, bicarbonato de sodio p.a., acetonitrilo grado HPLC, metanol grado HPLC, metanol grado p.a., estándar Ocratoxina A pureza > 98%, cloruro de potasio grado p.a pureza > 99.5%, cloruro de sodio grado p.a pureza > 99.5%, dihidrógeno fosfato de potasio, hidrógeno fosfato disódico anhidro, ácido acético grado p.a. pureza > 99.5%, tween 20.

Materiales

Columnas de inmunoafinidad para purificación de OTA OCHRAPREP®, equipo de extracción en fase sólida al

vacío, agitador de tubos Vortex, baño ultrasonido, molino de café, evaporador de muestras, baño maría, sistema de filtración al vacío con filtro de vidrio poroso, equipo para microfiltración, adaptable a jeringuillas de polipropileno, licuadora, centrífuga, cronómetro digital, pipetas volumétricas de 10 mL, micropipetas automáticas de 100-1000 μL y de 10-100 μL , balones volumétricos de 50mL, frascos de vidrio con tapa rosca de 125 mL, embudos de filtración 12,5 cm de diámetro, tubos de polipropileno para centrífuga con tapa rosca y punta cónica de 50 mL, tubos de ensayo con punta cónica, vasos para licuadora de 500 mL, viales de polipropileno de 400 μL , viales de polipropileno de 2 mL con tapa rosca y fondo redondo, papel filtro de 18,5 cm de diámetro Whatman No.1, membranas PVDF, 0,45 μm , y de 0,22 μm , jeringuillas de polipropileno de 10 mL y 60 mL, tami-z de 1,75 mm, gas nitrógeno 99.9% de pureza de 6 m³.

Preparación de la muestra

Las muestras de cacao para el análisis de OTA, reducidas a 1,5 kg, se codificaron. Se retiró la cascarilla de forma manual (utilizando una cuchilla) y se procedió a la molienda utilizando un molino de café, hasta obtener un tamaño de partículas de 1,75 mm, éstas se almacenaron en congelación a -20°C y en fundas plásticas con cierre hermético, hasta el momento de realizar los análisis.

Fundamento del método seleccionado

El método seleccionado está basado en la utilización de columnas de inmunoafinidad que poseen anticuerpos monoclonales específicos para OTA, tecnología que es altamente específica, sensible y rápida, en relación a las tecnologías tradicionales de purificación.

En éste método, la OTA fue extraída de la muestra con soluciones de metanol con bicarbonato de sodio, la misma que se aplicó sobre la columna de inmunoafinidad que atrapa a la toxina. La columna fue lavada para eliminar todas las interferencias y la OTA fue recuperada de la columna con una solución de metanol. La toxina recuperada fue cuantificada por Cromatografía Líquida de Alta Resolución (HPLC), utilizando una columna de fase reversa C18 y detector de fluorescencia.

Procedimiento de análisis

Preparación de reactivos

Solución Buffer Fosfato Salino PBS 0.1%-Tween 20: Transferir cuantitativamente e individualmente 0.2 g de

dihidrógeno fosfato de potasio, 1.5 g de hidrógeno fosfato disódico dihidratado, 8.0 g de cloruro de sodio y 0.2 g de cloruro de potasio, a un balón volumétrico de 1000 mL, completar el volumen con agua purificada y homogenizar, posteriormente añadir 2 gotas de Tween 20 y volver a homogenizar vigorosamente. Solución Bicarbonato de Sodio al 3%: Pesar 30 g de bicarbonato de sodio, transferir a un balón de 1000 mL y completar el volumen con agua purificada y homogeneizar. Solución de Extracción: Adicionar 700 mL de metanol grado p.a. a 300 mL de bicarbonato de sodio al 3% y homogeneizar. Solución fase móvil. Acetonitrilo: Ácido Acético 0.2% en agua 49:51 (v/v): Mezclar 490 mL de Acetonitrilo grado HPLC, más 200 mL de agua tipo I, más 1,02 mL de ácido acético, completar el volumen con agua tipo I a 100 mL. Homogenizar y filtrar a través de membrana millipore de 0,45 µm, desgasificar la solución en un baño ultrasonido, por diez minutos. Solución de inyección. Metanol: Agua: Ácido Acético 7:3:0,1 (v/v/v): Colocar 70 mL de metanol en un balón de 100 mL, a continuación se afora con agua tipo I, y finalmente se coloca 1 mL de Ácido Acético, homogenizar y filtrar a través de membrana millipore de 0,45 µm.

Preparación de la muestra

Moler en el molino 1,5 kg de granos de cacao en grano, hasta obtener un tamaño de partículas de 2 mm. Colocar un frasco de vidrio de 500 mL, con número de identificación de la muestra sobre la balanza. Encerar la balanza. Homogenizar la muestra realizando movimientos envolventes de la misma dentro de la funda plástica. Pesar diez gramos de muestra previamente homogenizada en el frasco de vidrio con la ayuda de una espátula. Llevar el frasco de vidrio con la muestra hacia el lugar de extracción.

Extracción de la muestra

Adicionar al frasco con la muestra 200 mL de solución de metanol: bicarbonato de sodio 3% (7:3, v/v). Colocar la tapa con las cuchillas, asegurar en la base de la licuadora y licuar durante 3 minutos a alta velocidad. Colocar 50 mL del extracto en un tubo de polipropileno de 50 mL con tapa y centrifugar a 3500 rpm por 15 min. Filtrar el extracto sobrenadante usando papel filtro Wathman No. 1 (filtrado semi-rápido). Colocar el filtrado en una jeringa polipropileno de 60 mL y filtrar a través de una membrana millipore de 0,22 µm Tomar 10 mL del filtrado en un balón aforado de 50 mL, adicionar 40 mL de la solución tampón PBS 1%-Tween 20 y homogeneizar.

Purificación de la muestra

Adaptar una jeringa de polipropileno de 60 mL a una columna de inmunoafinidad y conectar al sistema de filtración al vacío. Pasar cuantitativamente la muestra diluida con el tampón PBS por la columna, dejar pasar a través de la columna de inmunoafinidad utilizando vacío. Lavar la columna con 10 mL PBS 1%-Tween 20 y 10 mL de agua y dejar secar la columna. Desconectar la columna del sistema de vacío y aplicar presión positiva. Sustituir la jeringa de plástico de 60 mL por una jeringa de plástico de 10 mL. Transferir 2 mL de metanol grado HPLC por la jeringa de polipropileno, realizar un efecto de contraflujo en 3 a 4 tiempos, dejar en contacto por tres minutos y eluir la Ocratoxina A utilizando presión positiva y controlando el flujo por medio del émbolo de la jeringa (2-3 ml/min). A continuación, transferir nuevamente 2 mL de metanol grado HPLC en la columna de inmunoafinidad, conectar una jeringa de plástico de 10 mL, realizar un efecto de contraflujo en 3 a 4 tiempos y dejar en contacto por tres minutos (aproximadamente), eluir la Ocratoxina A controlando el flujo por medio del émbolo de la jeringa. Evaporar el eluido a sequedad con nitrógeno, a 50°C en un baño de agua y reconstituir en 250 µL de solución de inyección (Metanol: Agua: Ac. Acético 7:3:0,1 v/v/v)

Cuantificación por Cromatografía Líquida de Alta Resolución (HPLC)

Colocar en un vial con inserto para 400 µL el extracto reconstituido. Inyectar 20 µL en el HPLC (Agilent 1100), bajo las siguientes condiciones:

Tabla 1. Condiciones de trabajo en el HPLC

Condiciones del HPLC	Columna:	Zorbax SB-C18 (150 x 4,6 mm), partícula de 5 µm
	Temperatura de Columna:	30°C
	Detector de Fluorescencia:	Longitud de Onda de Excitación 330 nm, Emisión. 475 nm
	Fase móvil:	Acetonitrilo: Ac. Acético 0.2% en agua (49:51) (v/v)
	Flujo:	1 mL /minuto
	Volumen de Inyección:	20 µL
	Tiempo de Cromatografía:	10 minutos
	Tiempo de retención de la toxina:	7,125 minutos

3. Resultados

Validación de la metodología

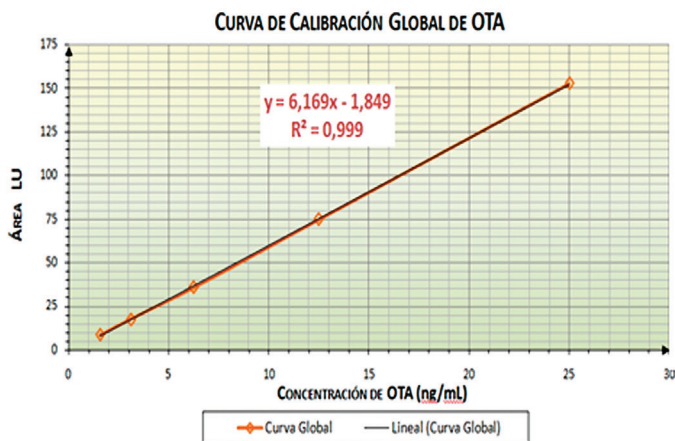
El límite de detección encontrado es de 0,90 µg de OTA por kilogramo de cacao en grano, lo cual indica, que el método es capaz de detectar cantidades muy bajas de la toxina. El límite de cuantificación encontrado para la determinación de la Ocratoxina A en cacao es 1,35 µg/kg de OTA, lo cual indica que el método puede medir concentraciones de OTA con exactitud y precisión a partir de 1,35 µg/kg.

Tabla 2. Limite de detección y cuantificación

Límite de detección ng/mL	Límite de detección µg/kg	Límite de cuantificación ng/mL	Límite de cuantificación µg/kg
0,90	0,45	2,70	1,35

El método tiene una alta correlación entre la concentración de OTA (ng/mL) y el área (LU), por lo tanto, es lineal entre 1,55 µg/kg y 25 µg/kg, lo que se demuestra gráficamente con un coeficiente de correlación igual a 0,999, como se observa en la figura 2, mediante la comparación del resultado por prueba t, en donde el t obtenido es mucho mayor al t tabulado, demostrando la correlación lineal entre estas dos variables.

Concentración (ng/mL)	Promedio Área LU
1,55	8,5966
3,1	17,5094
6,25	35,6970
12,5	74,7315
25	152,8370



PARÁMETROS	CURVA GLOBAL
m=	6,1698
L _o =	-1,8496
S _{y,x} =	0,8853
S _m =	0,0464
SL _o =	0,5989
t=	3,1824
t _r =	132,9247
m _{min} =	6,0221
m _{máx} =	6,3175
L _{o min} =	-3,7555
L _{o máx} =	0,0562

Figura 2. Curva de calibración promedio de 5 días.

Mediante el estudio de varianza entre y dentro de los niveles (between and within) se establece que el método es preciso; debido a que se obtienen resultados repetitivos con una desviación estándar relativa de repetibilidad ≤ 20% y reproducibles con una desviación estándar relativa de reproducibilidad ≤ 30%, cumpliendo con los parámetros expuestos en la ecuación de Horwitz.

Tabla 3. Estudio de la precisión del método

Concentración de OTA µg/g	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5
2,00	1,6786	1,721	1,8239	1,7022	2,0139
2,00	1,8491	1,413	1,6151	1,8393	1,5240
2,00	1,6965	1,428	1,9875	1,6191	1,5777
6,00	5,2171	5,548	5,3554	4,4972	4,6205
6,00	5,4389	5,894	4,4640	4,8368	4,2475
6,00	5,6602	5,042	4,8678	5,1061	4,4552
12,00	11,490	11,381	9,6032	9,3817	10,432
12,00	10,821	10,873	9,2004	9,0774	10,438
12,00	10,381	10,195	9,4713	10,652	9,5040
Concentración de OTA µg/g	SDCb	DCMb	SDCw	DCMw	
2,00	0,1379	0,0345	0,3164	0,0316	
6,00	2,3827	0,5957	1,1198	0,1120	
12,00	5,1599	1,2900	3,3914	0,3391	
Concentración de OTA µg/g	S _r	RSD _r %	S _L ²	S _R	RSD _R %
2,00	0,1779	8,894	0,0009	0,1805	9,025
6,00	0,3346	5,577	0,1612	0,5227	8,712
12,00	0,5824	4,853	0,3169	0,8100	6,750

Es exacto; debido a que presenta una recuperación media de $84,55 \pm 0,33\%$, cumpliendo con los requerimientos de recuperación expuestos por la UE (1) para este tipo de métodos que está entre 70 y 110%, debido a la distribución heterogénea de la toxina.

Tabla 4. Estudio de la exactitud

NIVEL ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	DÍA 1	DÍA 2	DÍA 3	DÍA 4	DÍA 5
2,00	87,17	76,00	89,17	85,83	85,17
6,00	90,61	91,56	81,61	80,22	73,94
12,00	90,61	90,14	78,53	83,33	84,36
% RECUPERACIÓN PROMEDIO POR DÍA	89,46	85,90	83,10	83,13	81,16
% RECUPERACIÓN PROMEDIO TOTAL	84,55				

Y es selectivo; por no existir interferencia de la matriz, que se comprueba por una pureza de pico del 100%.

solución, ha sido validado experimentalmente siguiendo el protocolo de validación, en un rango de concentración de 1,35 a 15 $\mu\text{g}/\text{kg}$ y reúne todas las características para cumplir la norma ISO IEC 17025:2005 y además con los requerimientos de la UE (1) para esta determinación, lo que permite realizar controles de esta toxina en cacao, en un laboratorio dentro del país, pudiendo ofrecer un servicio garantizado al sector cacaotero.

Estudio de los niveles de contaminación por Ocratoxina A en el cacao ecuatoriano de exportación

Muestras

Para el control de esta micotoxina se trabajó a nivel de las exportadoras de cacao, con lotes de exportación de diferentes tamaños, y en cada cual, se estableció el sistema de muestreo y el número de muestras elementales que se tomó para establecer la muestra global.

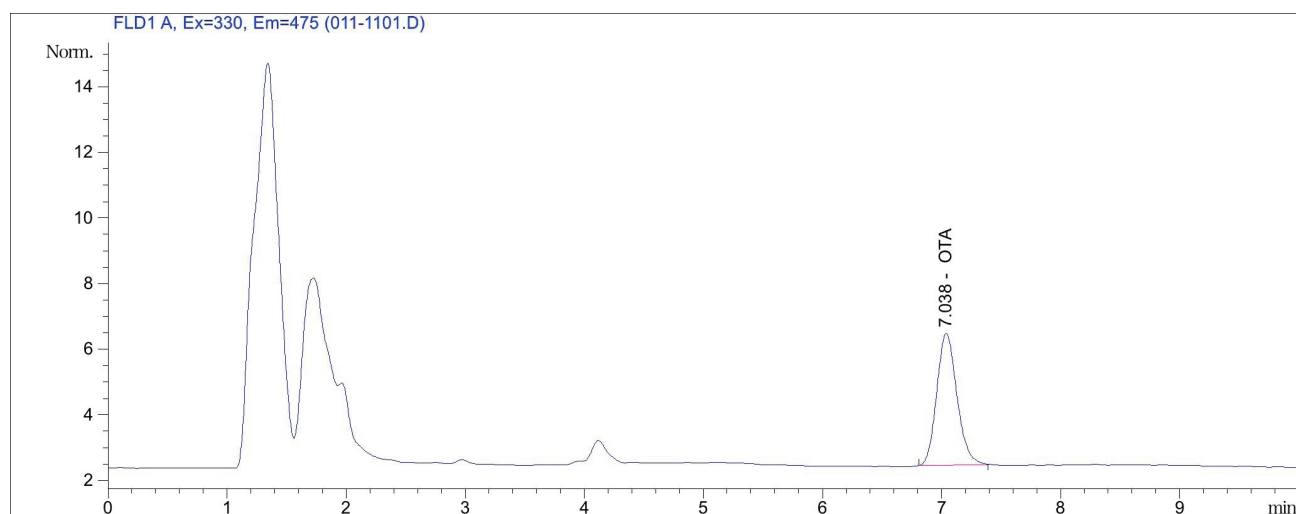


Figura 3. Cromatograma de OTA

La incertidumbre expandida (U) presenta un valor de 0,53 $\mu\text{g}/\text{kg}$ de OTA para un $k=2$ correspondiente al 95% de confianza, lo cual indica que el método presenta un margen de error de $\pm 0,53 \mu\text{g}/\text{kg}$ para cualquier medición, que representa un 39% de error en el límite de cuantificación. El método analítico para determinar Ocratoxina A en cacao en grano por Cromatografía Líquida de Alta Re-

Muestreo

La cantidad del producto de la recolección de las muestras elementales se mezcla, y se divide en 4 partes iguales. Se eliminan dos porciones diagonalmente opuestas mientras las otras dos se mezclan de nuevo. Se repite hasta obtener el tamaño requerido de muestra reducida (1.500 gramos).

Tabla 5. Empresas asociadas a ANECACAO para la toma de muestras.

Número de Muestra	Provincia	Ciudad	Empresa Exportadora
1	Guayas	Daule	Transmar Ecuador
2			Inmobiliaria Guangala
3			Ecuacocoa S.A
4			Fund. Maquita Cushunchic
5		Durán	Cofina S.A.
6			Acmansa C.A.
7			Casa Luker del Ecuador
8			Triairi S.A.
9	Quevedo	Exp. Agromanobanda	
10		Pedro A. Martinetti M.	
11	Los Ríos	Quelexport	
12		Gonzalo Martinetti Saltos	
13	Ventanas	Agroxven S. A.	
14	Sto. Domingo de los Tsáchilas	Sto. Domingo	Comexgar
15			Exporcafé Cía. Ltda.

El porcentaje de incidencia de contaminación por Ocratoxina A en la totalidad de las muestras analizadas de quince exportadoras, de tres provincias diferentes, es del 0%, con respecto al límite de cuantificación declarado para este método de 1,35 µg/kg.

Tabla 5. Empresas asociadas a ANECACAO para la toma de muestras

Exportadora (Nº de identificación)	Ocratoxina µg/kg	ACTIVIDAD DE AGUA (a _w)	HUMEDAD PROMEDIO (%)
1	< 1,35	0,65	5,31
2	< 1,35	0,69	5,45
3	< 1,35	0,67	5,67
4	< 1,35	0,69	5,95
5	< 1,35	0,69	5,62
6	< 1,35	0,71	5,89
7	< 1,35	0,70	5,66
8	< 1,35	0,79	7,61
9	< 1,35	0,67	5,25
10	< 1,35	0,68	5,48
11	< 1,35	0,72	5,77
12	< 1,35	0,73	6,11
13	< 1,35	0,66	4,85
14	< 1,35	0,75	6,90
15	< 1,35	0,68	5,32
Promedio General	< 1,35	0,70	5,79



Figura 4. Toma de la muestra

4. Conclusiones

El límite de detección encontrado es de 0,90 µg de OTA por kilogramo de cacao en grano. El límite de cuantificación encontrado es 1,35 µg/kg de OTA. El método tiene una alta correlación entre la concentración de OTA (ng/mL) y el área (LU), por lo tanto, el método es lineal entre 1,55 µg/kg y 25 µg/kg, lo que se demuestra gráficamente con un coeficiente de correlación igual a 0,999, y mediante la comparación del resultado por prueba t de student, en donde el t obtenido es mucho mayor al t tabulado, demostrando la correlación lineal entre estas dos variables. Es preciso; debido a que se obtienen resultados repetitivos con una desviación estándar relativa de repetibilidad ≤ 20% y además reproducibles con una desviación estándar relativa de reproducibilidad ≤ 30%. Es exacto; debido a que presenta una recuperación media de 84,55 ± 0,33%. La incertidumbre expandida (U) presenta un valor de 0,53 para un k=2, expresada en porcentaje representa un 39% de error en el límite de cuantificación. La actividad de agua obtenida tiene un valor promedio de 0,70 ± 0,01 aw. El porcentaje de humedad obtenido de la

totalidad de las muestras analizadas de cacao cumple en un 91% con el requisito máximo expuesto en la Norma NTE INEN 176 para el cacao de exportación, lo que indica un buen manejo del producto dentro de las exportadoras. El porcentaje de incidencia de contaminación por Ocratoxina A en la totalidad de las muestras analizadas, de quince exportadoras, de tres provincias diferentes, es del 0%, con respecto al límite de cuantificación declarado para este método de 1,35 µg/kg.

Agradecimientos

Al departamento de Nutrición y Calidad del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, por permitirme llevar a cabo el presente trabajo y a todos/as quienes conforman el Laboratorio de Servicios de Análisis e Investigación en Alimentos. A los socios y técnicos/as de la Asociación Nacional de Exportadores de Cacao (ANECACAO), quienes mostraron un interés muy especial por el trabajo y por facilitar la toma de muestras.

Referencias bibliográficas

1. UE. REGLAMENTO (UE) N° 105/2010 DE LA COMISIÓN de 5 de febrero de 2010. Bruselas, BE : Diario Oficial de la Unión, 2010.
2. Burdaspal, P. A. and Legarda, T. M. Ochratoxin A in samples of different types of chocolate and cacao powder, marketed in Spain and fifteen foreign countries. Madrid, ES : Alimentaria, 2003. 40, pp. 143-153.
3. Krogh, P. Mycotoxins in food. Ochratoxins in food. s.l. : Academic Press, 1987. pp. 97-121.
4. Miraglia, M. y Brera, C. Assessment of dietary intake of ochratoxin A by population of EU members states. Reports on tasks for Scientific Cooperation. Task 3.2.7. [En línea] 2002. [Citado el: 02 de abril de 2010.] http://www.europa.eu.int/comm/food/fs/scopp/3.2.7_en.pdf.
5. Amésqueta, S., et al. Occurrence of ochratoxin A in cocoa beans: Effect of shelling. Pamplona, ES : Food Additives and Contaminants, 2005. Vol. 22, 6, pp. 590-596.
6. FAO. Discussion paper on ochratoxin A in cocoa. The Hague, NL : World Health Organization, 2008. Vol. CX/CF08/2/15.
7. IARC, International Agency for Research on Cancer. Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans : some naturally occurring substances, food items and constituents, heterocyclic aromatic amines and mycotoxins. Lyon, FR : IARC Working group, World Health Organization, 1993. Vol. 56, pp. 489-521.
8. Serra Bonvehí, Josep. Occurrence of Ochratoxin A in cocoa products an chocolate. Barcelona : American Chemical Society, 9 de septiembre de 2004. Vol. 52, 20, págs. 6347-6352.
9. Aydin, G., et al. 22 Histopathologic changes en liver and renal tissues by ochratoxin A and melatonin in rats. s.l. : Human Expositions of Toxicology, 2003. pp. 383-391.
10. Moss, M. O. Mode of formation of ochratoxin A. s.l. : Food Additives and Contaminantes, 1996. 13 (supplement), págs. 5-9.
11. Brera, C., et al. High Performance liquid chromatographic. Method for the determination of Ochratoxin A in cocoa powder. Rome, IT : Journal Of Liquid Chromatography & Related Technologies, 2003. Vol. 26, 4, pp. 585-598.

Comparación de diferentes agentes plastificantes adicionados en esponjas de quitina obtenidas de cefalotórax de camarón

OSCAR, ARIAS-TORRES¹, ANA M., MENDOZA-MÁRQUEZ¹, EVELYN M., BÁRCENAS-OCHOA¹, RONNY, FLORES², ROLANDO S., GARCÍA-GÓMEZ¹, MARÍA DEL CARMEN, DURÁN-DOMÍNGUEZ-DE-BAZÚA¹*

¹Laboratorios E301, E302 y E303 de Ingeniería Química Ambiental y de Química Ambiental (LIQAYQA), Conjunto "E", Facultad de Química, UNAM (Universidad Nacional Autónoma de México). México, D.F. México.

²Laboratorio de Química Ambiental, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Central del Ecuador, Quito.

*Correspondencia: mcduran@unam.mx

Recibido: 20 enero 2012 / Aceptado: 03 octubre 2012

Resumen

En esta investigación se utilizaron residuos de camarón, cefalotórax y exoesqueletos, para extraer quitina y obtener esponjas usando un proceso de química verde ©. Se probó la inclusión de tres agentes plastificantes: polietilenglicol acuoso al 10%, sorbitol acuoso al 70% y propilenglicol acuoso en una concentración desconocida (muestra comercial) para verificar la resistencia del biopolímero. Se estudiaron dos grupos (con/sin la adición de agentes plastificantes) empleando las metodologías establecidas por la ASTM: tensión en la carga máxima, tensión en el punto de ruptura, módulo de Young, porcentaje de deformación, límite elástico y tenacidad. Se calculó el límite elástico desde los datos experimentales. El control fue una probeta de poliestireno espumado. El análisis de los resultados entre grupos ($p < 0.05$) indicó que la inclusión de los agentes plastificantes favorecieron las características mecánicas de las esponjas con respecto de la probeta de poliestireno usada como referencia, siendo el sorbitol el agente que no presentó diferencias significativas con el control en las pruebas de tensión en la carga máxima, tensión de ruptura, módulo de Young, % de deformación y límite elástico ($p < 0.05$). Dado que sí hubo diferencias significativas ($p < 0.05$) con respecto de la tenacidad, se continuará la investigación para buscar nuevos y mejores plastificantes.

Palabras clave: Cefalotórax-exoesqueleto de camarón, quitina, esponja de quitina, agentes plastificantes, química verde.

Comparison between chitin sponges cephalothorax shrimp covered with different plasticizers

Abstract

In this study, shrimp exoskeletons and cephalothorax were used for the extraction of chitin and the production of sponges using a green chemistry process ©. The inclusion of three plasticizing agents, 10% aqueous polyethylene glycol, 70% aqueous sorbitol, and propylene glycol at an unknown concentration (commercial sample), was tested to evaluate the biopolymer resistance. Two test groups (with/without plasticizers addition) were analyzed using the ASTM Testing: Energy of rupture tension, rupture tension, Young's modulus, % rupture elongation, and toughness. From experimental data tensile strength was calculated. The control was a cylinder cast with polystyrene foam. The analysis of results between groups ($p < 0.05$) showed that the inclusion of plasticizers favored the mechanical characteristics of the sponges with respect to the sample of polystyrene (control), except for the sorbitol agent, which had no significant differences with the control ($p < 0.05$) in energy of rupture tension, rup-

ture tension, Young's modulus, % rupture elongation, and tensile strength. As there were significant differences ($p < 0.05$) with respect to toughness, research is being carried out to find new and better plastifying agents.

Key words: Shrimp cephalothorax-exoskeletons, chitin, chitin sponge, plastifying agents, green chemistry.

1. Introducción

México es considerado uno de los diez países de mayor producción de camarón a nivel mundial [1]. De un camarón entero, sólo es aprovechado alrededor del 50% ya que el resto es considerado material de desperdicio (cefalotórax y exoesqueleto). Uno de los principales componentes de este animal, es un polímero biológico natural: la quitina, que es el segundo polímero más abundante en la naturaleza, después de la celulosa [2]. En este estudio se planteó la posibilidad de crear un polímero espumado elaborado a partir de quitina, como una alternativa de los polímeros sintéticos, utilizando tecnologías más limpias y que no dañen el ambiente como las tradicionales en donde se utilizan HCl y NaOH [3]. Estas esponjas podrían sustituir a los polímeros sintéticos como el poliuretano y el poliestireno para la elaboración de empaques biodegradables. Para ello se propuso la adición de tres diferentes agentes aditivos como se muestran en la Figura 1 y que no modifican el periodo de biodegradabilidad de los polímeros elaborados a base de quitina que, según investigaciones previas, es de dos semanas al contacto con la basura, bajo las condiciones normales de un sitio de disposición controlada de desechos urbanos [4]. En algunos casos, como el sorbitol, los aditivos pueden acelerar este proceso de degradación [5] [6].

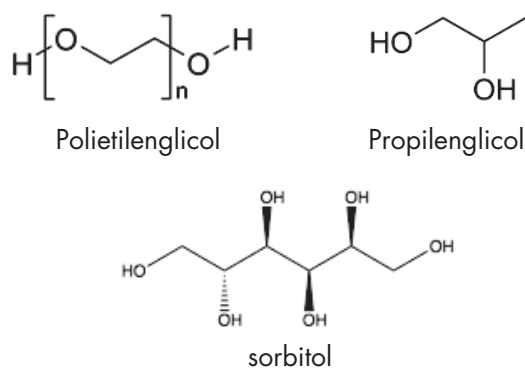


Figura 1. Estructuras químicas de los agentes aditivos utilizados

2. Materiales y métodos

2.1 Obtención y limpieza de la materia prima

Se emplearon cefalotórax y exoesqueletos de camarón fresco, proporcionados gratuitamente por los comerciantes de la zona de pescados y mariscos de "La Nueva Viga", en la ciudad de México, D.F. Una vez adquiridos, se lavaron con un chorro de agua de la llave, hasta observar que el agua saliera limpia, dejándose escurrir durante 20 minutos.

2.2 Separación y formación de las esponjas de quitina

La separación de quitina de los subproductos de camarón y su disolución, se realizó siguiendo la metodología propuesta por Flores [7] [8], donde, una vez obtenidos los exoesqueletos del cefalotórax de camarón (CC), se limpian y se lavan bajo un chorro de agua de la llave. Posteriormente, se mezclan en una licuadora a 1.000 rpm, adicionándose los exoesqueletos limpios y el agua en una relación 1:2 en masa. La pasta obtenida se filtra con un tamiz de tamaño de malla de 1 mm de abertura. Los sólidos retenidos en el tamiz se secan en una estufa eléctrica a 60°C durante 18 horas. La harina obtenida de exoesqueletos de camarón parcialmente desproteinizado (EPD), se tamiza con la finalidad de obtener un tamaño de partícula homogéneo de $149 \mu\text{m} < P < 2 \text{ mm}$ y se conserva en refrigeración dentro de un envase hermético. Posteriormente, se prepara el disolvente MAC (mezcla de Metanol-Agua-Cloruro de Calcio 1:4:1) para disolver la quitina presente en el EPD. La quitina presente en los exoesqueletos es disuelta en esta mezcla MAC-1:4:1, para permitir su extracción. La mezcla de harina de EPD con MAC se coloca en frascos de 100 mL, con tapa hermética, se homogeneiza y se deja en reposo a 25°C en una incubadora durante 48 horas con el objetivo de que se forme el complejo soluble quitina-calcio. Transcurrido este tiempo, el sobrenadante (QUIMAC o quitina en solución), se filtra

al vacío en equipo millipore, utilizando una membrana polimérica con la finalidad de separar los residuos sólidos de EPD. Las soluciones QUIMAC se pesan y emplean para la obtención de las esponjas de quitina, en donde se agitan manualmente durante tres minutos, con una varilla de vidrio, hasta la producción de espuma. La espuma QUIMAC se coloca en moldes rectangulares de 22 cm de largo x 15 cm de ancho y se guardan en una cámara de humidificación con una medida relativa mayor al 90% para que el cloruro de calcio, absorba agua del ambiente y la quitina precipite en forma de esponja. Transcurridas 48 horas, el disolvente separado es extraído, dejando en el molde a la esponja de quitina (SPQ), la cual se lava con agua destilada y se procede a secar a temperatura ambiente. Una vez obtenidas las esponjas de quitina, son pesadas y medidas.

2.3 Inclusión del agente aditivo

Para definir el mejor agente plastificante que sirviera para proporcionar las mejores propiedades mecánicas de las esponjas de quitina, se diseñó un experimento con tres diferentes niveles de concentración de cada uno de ellos, considerando como variable dependiente las propiedades mecánicas de las esponjas obtenidas. De los tres agentes plastificantes, solamente el polietilenglicol, fue acondicionado (preparación del agente plastificante con agua, con una relación de 100 g de plastificante en 1000 mL de agua, según el instructivo del fabricante), ya que los otros dos plastificantes: sorbitol y propilenglicol, sí venían en solución. En el caso del sorbitol, se encontraba en un porcentaje del 70% en disolución acuosa. El propilenglicol fue adquirido en la farmacia "París", del centro de la Ciudad de México, sin ninguna especificación por parte del proveedor de su contenido en agua. Esta incógnita no afectó su aplicación en estos experimentos. Debido a que la masa promedio de las probetas de esponja de quitina era de 0.1g, la adición del agente plastificante se realizó de manera individual sobre las probetas ya cortadas, dejándolas en contacto con la solución por un lapso de 24 horas. En la Tabla 1, se presentan las proporciones en g de esponja/mL de plastificante: Nivel bajo 1:1; Nivel medio 1:10; Nivel alto 1:100, con un lote sin plastificante.

Tabla 1. Proporción de los agentes plastificantes con relación a la masa de las probetas de esponja de quitina

Agente plastificante	Polietilenglicol (mL/g EQ)	Sorbitol acuoso al 70% (mL/g EQ)	Propilenglicol (mL/g EQ)
Sin agente plastificante	0	0	0
Nivel bajo	1	1	1
Nivel medio	10	10	10
Nivel alto	100	100	100

*EQ: Esponja de quitina

2.4 Pruebas mecánicas

Una vez obtenidas las esponjas que presentaron una mayor dureza (determinada de manera subjetiva: visual y táctil), se prepararon probetas de quitina y poliestireno de 40 mm x 10 mm. Dichas probetas se cortaron con un "suaje" o molde y se tomaron medidas de la anchura y el espesor con un Vernier (Figura 2). Cada probeta se probó en un equipo Instron Modelo 5500R, en el Instituto de Investigaciones en Materiales de la UNAM, a una velocidad de cruceta de 1mm/min y una distancia inicial de 30 mm, bajo condiciones ambientales de 50% de humedad y de 22.7 °C (73°F). Con este equipo, fue posible la obtención de los siguientes datos: tensión en la carga máxima (MPa), tensión en el punto de ruptura (MPa), módulo de Young (MPa), porcentaje de deformación (%) y la tenacidad. De los datos experimentales, obtenidos se pudo calcular una sexta propiedad mecánica: el límite elástico [9].



Figura 2. Probetas de esponja de quitina acondicionadas con aditivos

2.5 Comparación entre una probeta de esponja de quitina y una de poliestireno espumado

Después de realizar las pruebas mecánicas para ambos grupos, los resultados fueron sometidos a un análisis de varianza utilizando el software Statgraphics Plus versión 5.1. Con esto se pudieron analizar y comparar los diferentes valores obtenidos en las cinco pruebas mecánicas realizadas para cada una de las probetas acondicionadas con los tres aditivos, así como los valores de las pruebas mecánicas para las probetas de poliestireno espumado de uso comercial que se emplearon como control.

3. Resultados y discusión

3.1 Porcentaje de rendimiento de harina obtenida a partir de exoesqueletos frescos

Para la elaboración de la harina de exoesqueleto-cefalotórax parcialmente desproteinizado, EPD, se obtuvieron los subproductos de camarón del nuevo mercado

de "La Viga", en la Ciudad de México, realizándose dos ensayos para conseguir la harina (cada ensayo con una muestra de harina) con la finalidad de evaluar la eficiencia de separación (cefalotórax transformado en harina seca). Se pesaron los kilogramos para cada ensayo como se aprecia en la Tabla 2. En ella se presenta la producción de harina de 1 mm de tamaño promedio de partícula de exoesqueleto de camarón a partir de residuos frescos, que traen todavía órganos internos. El porcentaje de rendimiento está calculado a partir de exoesqueletos-cefalotórax frescos de camarón.

3.2 Elaboración de esponjas de quitina utilizando los tres agentes aditivos

Los cefalotórax del lote 1 (Tabla 2) fueron los que arrojaron un mayor porcentaje de rendimiento al momento de realizar el proceso de limpieza, siendo el lote utilizado para preparar las probetas en la realización de las pruebas mecánicas las cuales se aprecian en la Tabla 3.

Tabla 2. Obtención de harina de cefalotórax y exoesqueleto

No. de Lote/Muestra, g	Cefalotórax y exoesqueleto limpio húmedo sin órganos internos, g	% de rendimiento	Cefalotórax y exoesqueleto seco molido (harina), g	% de rendimiento
1/7,000	524	7	182.1	34.75
2/30,000	1420	4.7	519.5	36.58

Tabla 3. Obtención de esponjas de quitina para las pruebas mecánicas

Adición de plastificante	Masa CPD (g)	Masa MAC-141 (g)	Masa QUIMAC* (g)	Masa esponja (g)	Volumen de aditivo (mL)	Diámetro del tamaño de la esponja (mm)	Rendimiento partiendo de g iniciales de CPD (%)
Propilenglicol	12.03	240.34	125.45	7.31	73	45.90	67.76
Sorbitol	12.07	241.63	113.97	6.41	64	48.02	53.10
Polietilenglicol	12.00	240.07	114.31	6.42	62	49.24	53.50

CPD: Cefalotórax y exoesqueleto parcialmente desproteinizado

MAC-141: Solvente, por sus siglas en español Metanol, Agua y Cloruro de calcio, en relación molar 1:4:1

QUIMAC: quitina en solución como producto de la incubación y la filtración de la mezcla

3.3 Resultados de las pruebas mecánicas a las probetas de quitina y poliestireno espumado (control)

Para la realización de las pruebas mecánicas, se fabricaron 15 esponjas de quitina con cada aditivo, de las cuales se tomaron tres probetas para cada una de las cinco pruebas mecánicas, teniendo así un total de 45 probetas con plastificante y 15 más sin plastificante, todas fabricadas a partir de exoesqueletos-cefalotórax

de camarón. Las cinco pruebas realizadas en las esponjas de quitina son las mencionadas en el método de la American Society for Testing and Materials [9]. En la Tabla 4 se muestra una comparación de las propiedades mecánicas de las probetas acondicionadas, del poliestireno puro y espumado y de las probetas de quitina sin la adición de agente plastificante. Utilizando los resultados promedio de cada una de las pro-

propiedades mecánicas realizadas, de acuerdo con los valores que se enlistan en esta tabla, se observó que los tres aditivos que se utilizaron, modificaron algunas de las propiedades mecánicas de las esponjas que fueron acondicionadas, siendo el sorbitol el que produjo espumas más semejantes a las probetas de poliestireno espumado usado como control. En la Tabla 5 se resu-

men los resultados estadísticos obtenidos al evaluar las propiedades mecánicas de las probetas acondicionadas con los tres diferentes aditivos estudiados (propilenglicol, polietilenglicol y sorbitol, adicionados en una proporción 1:10) y elaboradas con quitina de origen natural y su comparación con un polímero sintético, el poliestireno espumado de uso comercial.

Tabla 4. Comparación de las propiedades mecánicas de las probetas acondicionadas con polietilenglicol, propilenglicol y sorbitol con probetas de poliestireno puro y espumado y con las probetas de espuma de quitina sin acondicionar

Comparación de propiedades mecánicas					
Material	Tensión de ruptura (MPa)	% De deformación	Módulo de Young (MPa)	Límite elástico (MPa)	Tenacidad (MPa)
SPQ	0.11	33.93	3.77	0.2	0.040
SPQ-PG	0.37	6.55	14.63	6.33	0.009
SPQ-S	1.28	3.42	50.31	3.90	0.019
SPQ-PEG	0.67	3.39	49.67	2.68	0.005
PS PURO	48.71	6.08	1542		1.610
PS ESPUMADO	1.14	6.60	35.42	6.88	0.040

PS: Poliestireno

SPQ: Esponja de quitina sin la adición de agente plastificante

SPQ-PG: Esponja de quitina acondicionada con propilenglicol

SPQ-S: Esponja de quitina acondicionada con sorbitol

SPQ-PEG: Esponja de quitina acondicionada con polietilenglicol

Tabla 5. Resumen del análisis de varianza para los diferentes aditivos

Control	Agente plastificante (aditivo)	Propiedad mecánica	Existe diferencia estadísticamente significativa ($\alpha \geq 0.05$)	No existe diferencia estadísticamente significativa ($\alpha \geq 0.05$)
Poliestireno espumado	sorbitol	Tensión en la carga máxima		X
poliestireno espumado	sorbitol	Tensión en el punto de ruptura		X
poliestireno espumado	sorbitol	Módulo de Young		X
poliestireno espumado	sorbitol	Porcentaje de deformación		X
poliestireno espumado	sorbitol	Tenacidad	X	
poliestireno espumado	sorbitol	Límite elástico		X
Poliestireno espumado	propilenglicol	Tensión en la carga máxima	X	
poliestireno espumado	propilenglicol	Tensión en el punto de ruptura	X	
poliestireno espumado	propilenglicol	Módulo de Young		X
poliestireno espumado	propilenglicol	Porcentaje de deformación		X
poliestireno espumado	propilenglicol	Tenacidad	X	
poliestireno espumado	propilenglicol	Límite elástico		X
poliestireno espumado	polietilenglicol	Tensión en la carga máxima	X	
poliestireno espumado	polietilenglicol	Tensión en el punto de ruptura		X
poliestireno espumado	polietilenglicol	Módulo de Young		X
poliestireno espumado	polietilenglicol	Porcentaje de deformación		X
poliestireno espumado	polietilenglicol	Tenacidad	X	
poliestireno espumado	polietilenglicol	Límite elástico	X	

De las Tablas 4 y 5 puede verse que en las probetas acondicionadas con sorbitol, comparadas con las de poliestireno espumado, en cinco de las seis evaluaciones mecánicas realizadas, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas. Las propiedades en las que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas fueron: tensión en la carga máxima, tensión en el punto de ruptura, módulo de Young, porcentaje de deformación y límite elástico. La única propiedad mecánica en la que se encontró diferencia estadísticamente significativa fue la que correspondió a la tenacidad; siendo, por tanto, interesante reevaluar en experimentos futuros a este aditivo para tratar de mejorar la tenacidad de las espumas acondicionadas con el sorbitol o buscar otro agente que permita que las esponjas sí se comporten como las de poliestireno espumado.

En las mismas Tablas 4 y 5 se enlistan también las propiedades mecánicas evaluadas de las probetas acondicionadas con propilenglicol comparadas con las probetas de poliestireno espumado. De acuerdo con los resultados estadísticos obtenidos, se encontraron diferencias significativas en tres de las seis propiedades evaluadas. Estas propiedades fueron: tensión en la carga máxima, tensión en el punto de ruptura y tenacidad. Las pruebas mecánicas en las que no se encontró una diferencia estadísticamente significativa fueron: la del módulo de Young, en el porcentaje de deformación y en el límite elástico. Este aditivo no resultó tan efectivo como el sorbitol.

Por último, se encuentran las propiedades mecánicas correspondientes a las probetas acondicionadas con polietilenglicol, comparadas con las propiedades del poliestireno espumado, en donde se ve que no existió una diferencia estadísticamente significativa en tres de las propiedades evaluadas correspondientes a: la tensión en el punto de ruptura, módulo de Young y porcentaje de deformación. Las propiedades mecánicas en las que se encontraron diferencias estadísticamente significativas fueron: tensión en la carga máxima, tenacidad y en el límite elástico. Al igual que el anterior, no resultó tan efectivo como el sorbitol.

Del estudio comparativo estadístico (software Statgraphics Plus versión 5.1), que utiliza el método de las menores diferencias significativas de Fisher, LSD, por sus siglas en inglés, para las medias de todas ellas,

fue posible discernir cuál de los tres aditivos estudiados dio las probetas con las mejores características mecánicas cuando fueron comparadas con las del control de poliestireno espumado.

Para la tensión a la ruptura (Tabla 4), se encontró que el valor de esta propiedad, para las probetas acondicionadas con sorbitol, fue de 1.28MPa y para las probetas elaboradas con poliestireno espumado fue de 1.14MPa. Los valores obtenidos fueron muy semejantes, siendo mayor el valor obtenido por las probetas acondicionadas con sorbitol, por lo que dichas probetas, presentaron una mayor resistencia a romperse que las elaboradas con poliestireno espumado.

Para la propiedad de porcentaje de deformación, las probetas que obtuvieron un valor numérico semejante a las elaboradas con poliestireno espumado, fueron las acondicionadas con propilenglicol, con un valor de 6.552% mientras que las de poliestireno espumado, presentaron un valor de 6.60%, por lo que ambas probetas tienen una resistencia a deformarse muy similar.

Para la propiedad del módulo de Young, los valores de las probetas acondicionadas no fueron semejantes a las de poliestireno espumado, dos de las probetas acondicionadas presentaron un valor mayor. Éste fue el caso de las acondicionadas con sorbitol (50.31 MPa) y las acondicionadas con polietilenglicol (49.67MPa), comparadas con el valor obtenido con las elaboradas con poliestireno espumado (35.42MPa). Al ser estos valores mayores, se concluye, que las probetas acondicionadas presentan una mayor rigidez que las elaboradas con poliestireno espumado.

Para la propiedad de límite elástico, las probetas acondicionadas con propilenglicol (6.33MPa) fueron las que obtuvieron un valor semejante a las elaboradas con poliestireno espumado (6.88MPa), por lo que ambas, presentaron casi la misma tendencia de regresar a su forma original al ser sometidas al ensayo de elasticidad.

Para la propiedad de tenacidad, los acondicionados disminuyen su valor, ya que la tenacidad de las esponjas sin acondicionar fue la misma que la tenacidad de las probetas elaboradas con poliestireno espumado, por lo que, todas las probetas acondicionadas,

presentaron una menor capacidad de absorber energía antes de romperse que las que no fueron acondicionadas.

Para la prueba de tensión en la carga máxima, no se encontraron valores reportados en la literatura para el poliestireno espumado de uso comercial, por lo que, sólo pudo realizarse la comparación a nivel estadístico.

4. Conclusiones

Fue posible obtener esponjas de quitina a partir de cefalotórax y exoesqueletos de camarón y, una vez acondicionadas las probetas de quitina, fue posible realizar su caracterización física a través de pruebas mecánicas (tensión en la carga máxima, tensión en el punto de ruptura, Módulo de Young, porcentaje de deformación, tenacidad y límite elástico), determinándose que el agente aditivo que más semejanzas le confirió a las probetas de quitina con el poliestireno espumado, fue el sorbitol. La característica que posee este aditivo frente a los otros dos probados, es el mayor número de grupos oxidrilo (OH-) en su molécula, lo que le permite interactuar mejor con los grupos funcionales de la espuma de quitina.

Continuará la investigación para buscar nuevos y mejores plastificantes que permitan obtener esponjas de quitina que puedan sustituir al poliestireno espumado en los usos generales que tiene este polímero poco biodegradable.

Reconocimientos

Los autores agradecen al personal del Instituto de Investigaciones en Materiales de la UNAM, por su valioso apoyo técnico y asesoría para realizar las pruebas mecánicas de los materiales.

Asimismo, por el apoyo financiero para adquirir reactivos y consumibles, agradecen al proyecto del Programa denominado PAPIME Clave PE101709 "Apoyo a la enseñanza experimental de las asignaturas terminales de las carreras que se imparten en la Facultad de Química de la UNAM" de la DGAPA-UNAM, con el que los tres primeros autores cursaron su asignatura terminal "Laboratorio de Desarrollo Experimental de Alimentos" (LABDEA), actualmente "Estancias Estudiantiles" (EE), antecedente de sus tesis profesionales. Se agradece el apoyo financiero parcial del Programa de Apoyo a la Investigación y el Posgrado, PAIP, de la Facultad de Química de la UNAM.

Referencias bibliográficas

1. CONAPESCA. (2005). Anuario Estadístico de Acuacultura y Pesca. SAGARPA. México D. F. México. 2005.
2. Cañipa, A., Durán, M.C., Escobedo, G., García, R. (1994). Aprovechamiento integral de cefalotórax de camarón. Serie "Tecnologías más limpias". Vol. 3, UNAM, PIQAYQA. ISBN 968-36-4104-0. México, D.F.
3. Flores, R. (2008). Obtención y caracterización de esponja de quitina a partir de cefalotórax de camarón. Tesis de Doctorado, UNAM, México D.F.
4. Barrera-Rodríguez, S., Flores, R., Durán-Domínguez-de-Bazúa, M.C (2007). Extracción de quitina del cefalotórax de camarón para la elaboración de películas / Chitin extraction from shrimp cephalothorax and exoskeleton for films preparation. Volumen 10. Serie: Tecnologías más limpias. 2ª. Ed. Pub. PIQAYQA-FQ-UNAM. México, D.F.
5. Arias, O. y Mendoza, A.M. (2010). Caracterización mecánica de un polímero de origen natural derivado de cefalotórax y exoesqueletos de camarón. Tesis de Licenciatura, Facultad de Química, UNAM, México, D.F. México.

6. Bárcenas, E.M. (2010). Biopolímeros de cefalotórax y exoesqueleto de camarón. Uso de aditivos químicos para modificar sus propiedades mecánicas. Tesis de Licenciatura, Facultad de Química, UNAM, México, D.F. México.
7. Flores, R. (2004). Bioplástico de quitina. Formación de películas de quitina a partir de desechos de camarón por métodos ecológicos. Tesis de Maestría, UNAM, México, D.F.
8. Flores, R., Barrera-Rodríguez, S., Durán-Domínguez-de-Bazúa, M.C. (2004). Extracción ecológica de quitina y subproductos. Solicitud de registro de patente: Octubre 1. Facultad de Química, UNAM. Instituto Mexicano de la Protección Industrial. IMPI. Patente Número 264482. Otorgada el 12 de febrero de 2009. México, D.F. México.
9. ASTM. (2002). Standard Test Method for Tensile Properties of Thin Plastic Sheeting D882-02. American Standard Testing and Materials. ASTM International, West Conshohocken, PA, EEUU.

Desarrollo de un Módulo Didáctico - Educativo sobre el uso racional de medicamentos dirigido a escolares y Proyecto Piloto en la Escuela “República de Venezuela” de la ciudad de Quito

JUAN JOSÉ MORENO VACA¹*, JANETH MONTALVO JARAMILLO¹

¹Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Central del Ecuador

*Correspondencia: jklmil@yahoo.com

Recibido: 10 agosto 2011 / Aceptado: 13 junio 2012

Resumen

Como parte de la atención farmacéutica, la educación al paciente es un tema de vital importancia en la salud de la población ecuatoriana y del mundo. Tiene como fin, por una parte, erradicar malos hábitos para el uso de medicamentos (la automedicación, la polimedición y el incumplimiento del régimen terapéutico); y por otra, propender buenos hábitos en la persona (correcta alimentación, cambios en el estilo de vida y visitas periódicas al personal de salud).

En esta investigación se diseñó un Módulo Educativo a través de la recopilación y adaptación de información desde fuentes primarias y secundarias, tanto sobre aspectos de la salud, como sobre el uso racional de medicamentos; además de contar con actividades de entretenimiento y fijación de lo aprendido, de tal manera, que pueda ser utilizado por niños y niñas entre los 9 y 11 años de edad.

Palabras clave: *Educación al paciente, recursos didácticos, uso racional de medicamentos.*

Development of a didactic – educational module about rational pharmaceutical management aimed at school children and pilot project at “Venezuela Republic School” in Quito

Abstract

As a part of pharmaceutical attention, the education of the patient is a very important theme for the Ecuadorian people, as well as the whole world. The purpose of this, is eradicate bad habits in medication use, for example: self-medication, poly-medication and failure of the treatment, and develop some good habits as a: correct nutrition, change of lifestyle and a periodic visit to the therapist.

In this research was designed an educational module through the collection and adaptation of information from primary and secondary sources about health issues and the rational use of medication, in addition to entertainment and learning setting such as songs, stories, puzzles, so that can be used by children between 9 and 11 years old.

Key words: *patient education, didactic sources, rational use of drug, Venezuela Republic School.*

1. Introducción

1.1. Atención primaria en salud

La atención primaria en salud es la asistencia sanitaria esencial basada en métodos y tecnologías –prácticas, científicamente fundadas y socialmente aceptables– que se encuentra al alcance de todas las personas y familias de la comunidad, permitiéndoles su plena participación a un coste asequible que puedan sostener en todas y cada una de las etapas de su desarrollo, manteniendo un espíritu permanente de autorresponsabilidad y determinación, hacia la mejora de sus condiciones y calidad de vida.

1.2. Atención farmacéutica

La atención farmacéutica es un concepto de práctica profesional en el que el/la paciente es principal beneficiario/a de las acciones del farmacéutico/a. La atención farmacéutica viene a ser el compendio de: las actitudes, los comportamientos, los compromisos, las inquietudes, los valores éticos, las funciones, los conocimientos, las responsabilidades y las destrezas, de quien ejerce la ciencia farmacéutica en la prestación de la farmacoterapia, con el objeto de lograr resultados médicos definidos en la salud y la calidad de vida del paciente.

1.3. Educación sanitaria para pacientes

Una labor muy importante del farmacéutico/a, es la de divulgar información y asesorar a los/as pacientes respecto a: uso de medicamentos, conocimientos sobre la enfermedad, pronóstico, posibles efectos adversos y beneficios del tratamiento. Elementos todos que suponen el punto de abordaje para la educación sanitaria y mejora del cumplimiento, pese a que algunos resultados del análisis de esa relación, suelen ser deprimentes.

1.4. Uso racional de medicamentos (URM)

Por uso racional de los medicamentos se entiende que los enfermos[as] reciban los fármacos indicados para su situación clínica en dosis que satisfagan sus necesidades individuales, durante un período adecuado y al menor costo posible para ellos y para la comunidad.

1.5. Medio o recurso didáctico

Medio didáctico: es cualquier material elaborado con la intención de facilitar los procesos de enseñanza y aprendizaje. Por ejemplo, un libro de texto o un programa multimedia.

Recurso educativo: es cualquier material que, en un contexto educativo determinado, sea utilizado con una finalidad didáctica o para facilitar el desarrollo de las actividades formativas.

1.6. Aprendizaje lúdico

El juego didáctico es una técnica participativa de la enseñanza encaminada a desarrollar en el alumnado, métodos de dirección y conducta correcta, estimulando así la disciplina con un adecuado nivel de decisión y autodeterminación; es decir, no sólo propicia la adquisición de conocimientos y el desarrollo de habilidades, sino que además, contribuye al logro y motivación en las asignaturas.

2. Materiales y métodos

- El Módulo Didáctico se diseñó a través de la recopilación de información desde fuentes primarias y secundarias, ésta se convirtió en la base científica para su elaboración.
- El Módulo incluyó en su contenido todos los aspectos relacionados con los medicamentos, divididos en capítulos breves. Los temas a tratarse fueron: conceptos generales, origen, manufactura, efecto, uso-abuso de medicamentos, automedicación, equipo de salud; y, enfermedades prevalentes en la infancia con sus respectivas formas de prevención.
- Toda la información anteriormente señalada fue adaptada a un lenguaje comprensible para la niñez que se encuentra entre los 9 y 11 años. También se incluyó diagramas e ilustraciones, añadieron actividades y juegos (laberintos, sopas de letras, canciones, cuentos) al final de cada unidad o capítulo, con el fin de fijar el conocimiento.
- Al cabo de dos meses y una vez diseñado e impreso el módulo que lleva por título: "El Dr. Jappi y la guía de la salud infantil", se puso en marcha el ejercicio didáctico. Inicialmente, se realizó una prueba de diagnóstico sobre el conocimiento del alumnado acerca de las nociones básicas para el uso racional de medicamentos, así como del estado de situación de la niñez con respecto a la salud.
- Se determinó cuales son las patologías prevalentes en la infancia por medio de la recopilación de

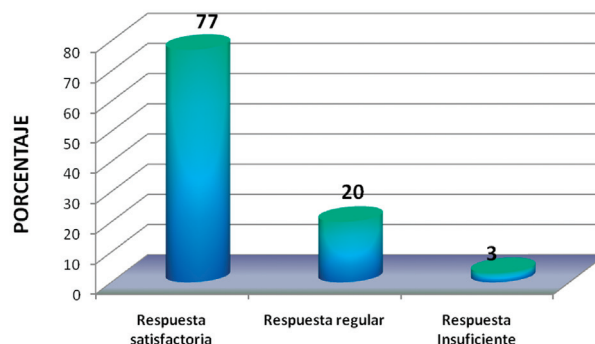


información, la cual fue otorgada por la Dirección Provincial de Salud de Pichincha, a través de su página web.

- Las clases se efectuaron en la Escuela "República de Venezuela" de la ciudad de Quito, para lo cual se contó con la apertura y los permisos respectivos, por parte de las autoridades pertinentes.
- El grupo de estudiantes con el que se puso en marcha el pilotaje del módulo, comprendió un total de cuarenta, pertenecientes al sexto año de Educación Básica.
- La campaña educativa se realizó en base al módulo didáctico elaborado, mismo que se utilizó como modelo y guía para impartir las clases al alumno; atendiendo los temas mencionados con anterioridad.
- Para cada clase impartida, se utilizaron fichas de planificación semanal, las cuales garantizaron que la temática se suceda en orden.
- Estas fichas fueron utilizadas, posteriormente, para elaborar la guía del equipo de salud.
- La duración del proyecto fue de dos meses, con el fin de abarcar todos los temas propuestos en el plan de estudio. Cada clase tuvo una duración de dos horas pedagógicas (1.5 horas tiempo) y se realizó con una frecuencia semanal.
- Al final del programa educativo, se realizó una evaluación para conocer, tanto el impacto del módulo didáctico, así como el nivel de aprendizaje.

3. Resultados y discusión

¿Qué aprendiste durante las clases?

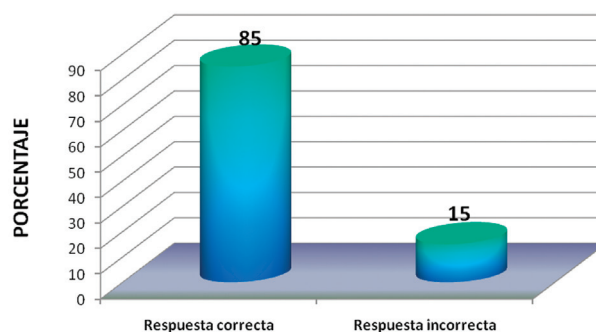


Elaborado por: Juan J. Moreno

Gráfico 1. ¿Qué aprendiste durante las clases?

Interpretación del resultado: el 77% del estudiantado tuvo una respuesta satisfactoria (escribió al menos tres temas generales vistos durante las clases); el 20% siguiente, obtuvo una respuesta regular (enunció sólo dos temas) y el 3% restante, obtuvo una respuesta insuficiente (enunció un sólo tema o no lo enunció). Los temas más explicitados fueron sobre las enfermedades de la infancia y los medicamentos.

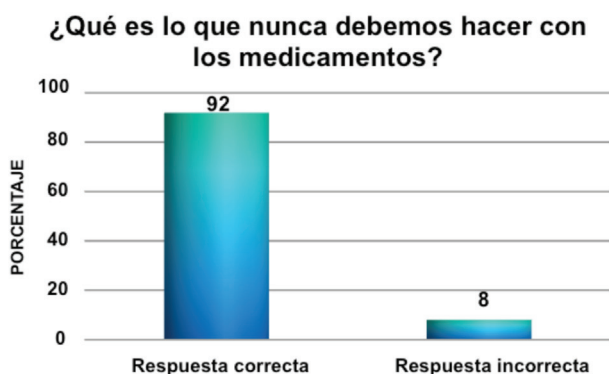
¿Qué hace un Químico Farmacéutico?



Elaborado por: Juan J. Moreno

Gráfico 2. ¿Qué hace un Químico Farmacéutico/a?

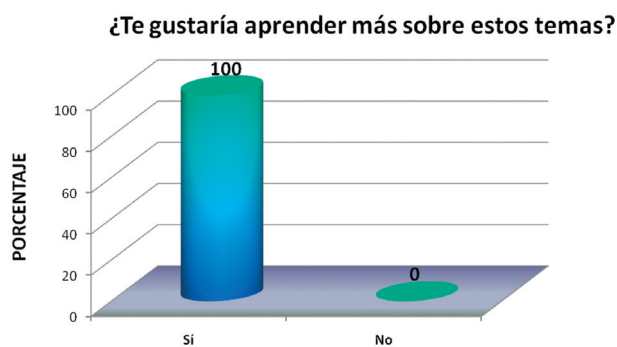
Interpretación del resultado: el 85% de la niñez participante en el proceso educativo, señaló de forma correcta la función de una persona Químico Farmacéutica (elaborar los medicamentos y dispensarlos en una farmacia); el 15% restante, escribió una respuesta imprecisa sobre esas funciones.



Elaborado por: Juan J. Moreno

Gráfico 3. ¿Qué es lo que nunca debemos hacer con los medicamentos?

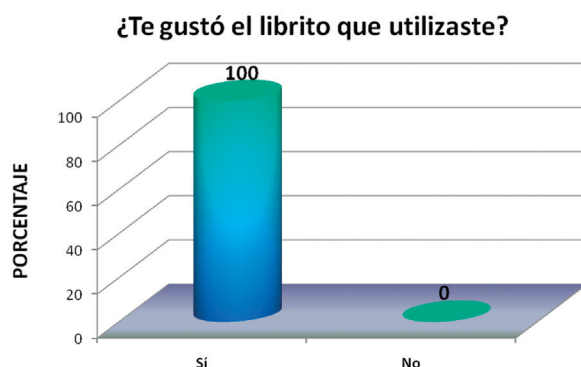
Interpretación del resultado: el 92% del alumnado, responde de manera correcta la pregunta cuya respuesta es "automedicarse", mientras el 8% restante, se lo ha tomado como respuesta incorrecta, dado que explica el concepto de la automedicación pero no escribe el término.



Elaborado por: Juan J. Moreno

Gráfico 4. ¿Te gustó el librito que utilizaste?

Interpretación del resultado: de la niñez encuestada, el 100% está a gusto con la guía utilizada para la educación sobre el uso racional de medicamentos, esto demuestra que la guía tuvo gran impacto en el público escolar, que les gustó la forma del libro, las actividades que invita a desarrollar y la canción que contiene.



Elaborado por: Juan J. Moreno

Gráfico 5. ¿Te gustaría aprender más sobre estos temas?

Interpretación del resultado: el total de la población infantil responde que le gustaría aprender más sobre estos temas relacionados con la salud y uso adecuado de los medicamentos, lo que demuestra el éxito e impacto alcanzado, tanto por el módulo como por las clases compartidas.

4. Conclusiones

- El Módulo Didáctico Educativo fue elaborado en conjunto con gente de diseño gráfico, quienes ilustraron y diagramaron el mismo, bajo el título de: "El Dr. Jappi y la guía de la salud infantil". Se imprimió en 65 páginas y fue dividido en cinco capítulos: Generalidades, El equipo de salud, Prevención de enfermedades, Enfermedades de la infancia y Los medicamentos.
- Los resultados fueron positivos y significativos respecto al aspecto cognoscitivo, debido a que el alumnado modificó su concepto sobre la función del Químico Farmacéutico/a, apropiándose del concepto de que es la persona que elabora y distribuye los medicamentos en la farmacia; además, que se logró concienciar a la niñez, acerca de la utilidad de los mismos y el daño que puede causar el hábito de la automedicación.
- Con respecto al impacto alcanzado por el material didáctico, el módulo tuvo una aceptación del 100% en los niños/as de la escuela donde se realizó el proyecto piloto. El grupo mencionó que el módulo es llamativo y que le interesa continuar aprendiendo sobre estos temas.

- Además del módulo didáctico, se obtuvo la guía para el equipo de salud, tomando como base los planes semanales de clase, la cual sirvió para su utilización por parte de todas las personas que integraron este equipo, incluyendo a los promotores/as (docentes).

Referencias bibliográficas

1. VIVANCO, P. (2011). Educación al paciente en patologías prevalentes y uso de medicamentos en comunidades de Guano – provincia de Chimborazo. Tesis, Universidad Central del Ecuador
2. BOWER, B., WERNER, D. (1993) Aprendiendo a Promover la Salud, editado por Fundación Hesperian, Palo Alto – California, segunda edición, 640 págs.
3. WERNER, D., THUMAN, C. y MAXWELL, J. Donde no hay doctor, Editorial Pax- México, Distrito Federal - México, Segunda edición, tercera actualización, 425 págs.
4. OMS-OPS. (1978). Conferencia Internacional sobre Atención Primaria de Salud, Alma - ata. Ginebra: Salud para todos.
5. OPS/HSS/HSE. (1993). El Papel del Farmacéutico en el Sistema de Atención de Salud. Tokio.
6. FEDERACIÓN INTERNACIONAL FARMACÉUTICA (FIP). (2001). La función del Farmacéutico y su responsabilidad en la educación de niños y adolescentes sobre el uso de medicamentos. Singapur.
7. USP/NF 33. (s.f.). geosalud. Recuperado el 12 de mayo de 2010, de http://www.geosalud.com/Cuidado%20de%20los%20Ni%F1os/ni%F1os_medicamentos.htm
8. OMS. (1985). Informe de la conferencia de expertos. Uso Racional de los medicamentos. Nairobi.
9. MARQUÉS, D. G. (2000). Los Medios Didácticos. Recuperado el 27 de noviembre de 2010, de <http://peremarques.pangea.org/medios.htm>
10. ORTIZ, A. (2004). monografías.com. Recuperado el 10 de marzo de 2011, de <http://www.monografias.com/trabajos28/didactica-ludica/didactica-ludica.shtml>.

Aplicación del proceso Fenton en la disminución de materia orgánica en aguas residuales de la industria termoeléctrica

MIGUEL TACO UGSHA¹, EDUARDO MAYORGA LLERENA^{1*}
¹Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Químicas,
Ciudadela Universitaria, Quito-Ecuador (teléfono: 00593-2-3215035).
* Correspondencia: emayorga@uce.edu.ec

Recibido: 29 febrero 2012 / Aceptado: 13 julio 2012

Resumen

En el presente trabajo se empleó al proceso Fenton para la remoción de materia orgánica en aguas residuales provenientes de la industria termoeléctrica que usa como combustible fuel oil. El proceso de degradación se siguió a través de la medición de la Demanda Química de Oxígeno, (DQO). El trabajo se inició con la caracterización de las aguas residuales con mediciones de DQO, que sirvieron como punto de partida en el estudio de la influencia de las variables de operación, que fueron: el pH (2.5 y 3.0) y la relación de 1/60 a 1/15 de las concentraciones (en mg/L) de los reactivos para la reacción Fenton, Fe^{2+}/H_2O_2 , las mismas que no mostraron ser significativas a temperatura ambiente. Los porcentajes de remoción de DQO conseguidos (entre el 72.51 y 88.60%) permitieron cumplir con la Ordenanza 213 del Distrito Metropolitano de Quito que especifica un máximo de 123 mg/L de DQO. Además, se estudió la evolución de la remoción de materia orgánica en función del tiempo para una muestra de agua residual que presentó una DQO inicial de 357.14 mg O_2/L , obteniéndose una reducción significativa de DQO (del 89.68%) en un tiempo de reacción de 352 minutos.

Palabras clave: Proceso Fenton, radical hidroxilo, materia orgánica, demanda química de oxígeno, fuel oil.

Fenton process application in decrease of organic matter in thermoelectric industrial wastewaters

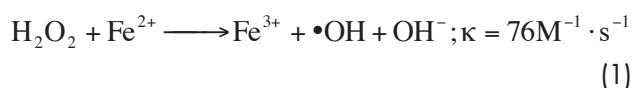
Abstract

In this paper was used the Fenton process for removal of organic matter in wastewater from the thermoelectric industry that uses fuel oil, the degradation process was followed by measuring the chemical oxygen demand (COD). The work began with the characterization of wastewater COD measurements, which served as a starting point to study the influence of operating variables, these were: pH (2.5 and 3.0) and the ratio of 1/60 to 1/15 of the concentrations (in mg/L) of the reagents for the Fenton reaction, Fe^{2+}/H_2O_2 , these are not statistically significant at room temperature, the percentage of COD removal were ranged between 72.51 and 88.60%, these percents were enough for complying with Order 213 of the Metropolitan District of Quito, which specifies a maximum COD of 123 mg/L. In addition, the removal of organic matter evolution was studied with a wastewater sample with 357.14 mg O_2/L of COD, a great reduction of COD (89.68%) was achieved in a reaction time of 352 minutes.

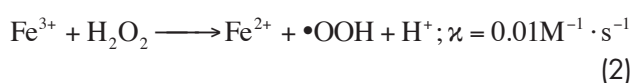
Key words: Fenton process, hydroxyl radical, organic matter, chemistry oxygen demand, fuel oil.

1. Introducción

La generación de energía eléctrica, a partir de la combustión de fuel oil, implica el uso del agua para mantenimiento y limpieza de piezas mecánicas en una central térmica. Las aguas residuales producidas contienen alta carga orgánica formada principalmente por residuos de fueloil, diésel y aceites lubricantes que contienen compuestos tóxicos y peligrosos tales como: hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAH) [1], olefinas, alquilbencenos, fenoles, entre otros. Muchos de estos contaminantes son resistentes a la biodegradación y no pueden eliminarse en su totalidad por métodos convencionales [2]. Estas aguas comúnmente son tratadas mediante métodos convencionales físicos, químicos o fisicoquímicos como: separación de residuos de combustible por diferencia de densidad entre agua y contaminante (en piscinas API), cloración, coagulación-floculación y clarificación, lo que genera una disminución en la DQO; sin embargo, estos procedimientos no siempre son suficientes para cumplir con la normativa ambiental dentro del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ) cuyo valor es de 123 mg/L. Los procesos de oxidación avanzada, AOPs (*Advanced Oxidation Processes*), son una alternativa para el tratamiento de efluentes industriales debido a su capacidad de degradación de compuestos orgánicos recalcitrantes [3]. Uno de éstos es el proceso Fenton, que consiste en la reducción del H_2O_2 para formar el radical hidroxilo, $\bullet OH$, catalizada por Fe^{2+} en medio ácido. Este radical es el segundo agente oxidante más fuerte después del flúor y es capaz reaccionar con una gran variedad de compuestos orgánicos e inorgánicos hasta alcanzar la mineralización de los mismos [4], su potencial redox es 2.80 V vs SHE [3]; la reacción para formar el radical hidroxilo es la siguiente (reacción 1):



El catalizador se regenera por la reacción 2, permitiendo la producción de radicales hidropéroxido ($\bullet OOH$), los cuales participan en la oxidación a menor velocidad comparado con los $\bullet OH$.



La eficiencia de la reacción de Fenton está gobernada principalmente por un control adecuado de las canti-

dades de H_2O_2 , del catalizador, del pH y de la temperatura [5]. El proceso Fenton es uno de los AOPs más eficientes para el tratamiento de efluentes industriales y se ha empleado para eliminar contaminantes como: pesticidas [6], lixiviados [7], tintes [8], productos farmacéuticos y de cuidado personal (PPCPs) [5], residuos de destilado de vino [9], aceite de maíz [10], entre otros. Entre las ventajas que presenta este método están: la disponibilidad y bajo costo de las sales de hierro, la ausencia de peligro para el medio ambiente de los productos de descomposición del H_2O_2 [3] y su instalación no requiere equipos adicionales, como ocurre en el caso de la ozonización o la radiación UV; además, los costos de operación son bajos ya que se lo puede hacer en condiciones de presión y temperatura ambiente.

2. Parte experimental

2.1. Toma de muestras

La técnica de muestreo empleada fue de tipo compuesto, y consistió en la recolección de muestras reales de aguas residuales de la planta de tratamiento de la Central Térmica ubicada en Guangopolo. Los volúmenes parciales fueron de 200 mL, tomados aproximadamente cada 2 minutos hasta completar un volumen total de 4L.

2.2. Métodos analíticos

La determinación de cloruros ($4500-Cl^-$ B, método argentométrico) y DQO (5220 D, método titulométrico a reflujo cerrado) se efectuaron acordes al *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* [11]; y el pH, se determinó con un medidor de pH Metler Toledo S20 Seven Easy.

2.3. Variables

Se estudió el efecto de los siguientes parámetros:

- Concentración (en mg/L) de los reactivos de Fenton en las proporción Fe^{2+}/H_2O_2 : 1/60, 1/30, 1/20 y 1/15; y
- pH: 2.5 y 3.0.

2.4. Procedimiento experimental

En cada ensayo se aplicó el siguiente procedimiento: se tomaron 400 mL de agua residual en un vaso de precipitación de 600 mL, se ajustó el pH de las

muestras con H₂SO₄ concentrado hasta 2.5 ó 3.0, de acuerdo al experimento; luego, con agitación, se agregó FeSO₄·7H₂O sólido y H₂O₂ 30% en cantidades necesarias para lograr las proporciones de Fe²⁺/ H₂O₂. En todos los ensayos se empleó agitación mecánica con velocidad de 200 rpm. Después de cuatro horas de reacción, se adicionó un exceso de FeSO₄·7H₂O sólido, hasta conseguir una concentración de 2 000 mg/L de Fe²⁺ e inmediatamente se llevó a pH básico agregando gotas de una solución de KOH 6N. Después se sedimentaron y clarificaron las muestras que rápidamente se filtraron empleando papel filtro cualitativo (Ø 90 mm) para su caracterización final.

La cantidad de peróxido de hidrógeno, asignada en cada ensayo, estuvo en función del nivel de contaminación de la muestra. Para la adición de éste, se empleó la siguiente expresión (ecuación 3):

$$C_{H_2O_2} = \frac{17}{8} DQO \quad (3)$$

Donde CH₂O₂ es la concentración de peróxido de hidrógeno en mg/L. A esta concentración se denomina la "dosis estequiométrica referida a la DQO", la cual es la necesaria para la oxidación de la materia orgánica [3].

3. Resultados y discusión

3.1. Caracterización físico-química de las aguas residuales de partida

Los resultados de la caracterización físico-química de

las aguas residuales en el punto de muestreo, se presentan en la tabla 1.

Tabla 1. Caracterización físico-química del agua residual*

Parámetro	Unidad	Valor mínimo	Valor máximo
DBO5	mg/L	39.0	63.0
DQO	mg/L	132.44	357.14
Aceites y grasas	mg/L	17.4	23.80
Cloruros	mg/L	242.30	250.56
TPH	mg/L	7.64	7.9
pH	-----	5.18	10.60
Conductividad	mS/cm	716	1218
Turbidez	NTU	9.50	13.66

*Datos han sido obtenidos en muestras que se tomaron en doce días distintos.

3.2. Demanda química de oxígeno de las muestras tratadas mediante la oxidación Fenton

Finalizado el proceso de oxidación, en cada muestra y condición empleada, se lograron descensos significativos de DQO. Dichos resultados se muestran en la figura 1. Las líneas entrecortadas representan los resultados luego de emplear un pH de 3.0; mientras que las continuas, corresponden a los obtenidos a pH de 2.5. Se observa que las líneas entrecortadas se encuentran, en su mayoría, por debajo de las continuas, indicando que al emplear el pH de 3.0, se obtienen niveles de DQO más bajos que a pH 2.5. Para la relación Fe²⁺/H₂O₂, no se observan tendencias claras a medida que la dosis de catalizador aumenta.

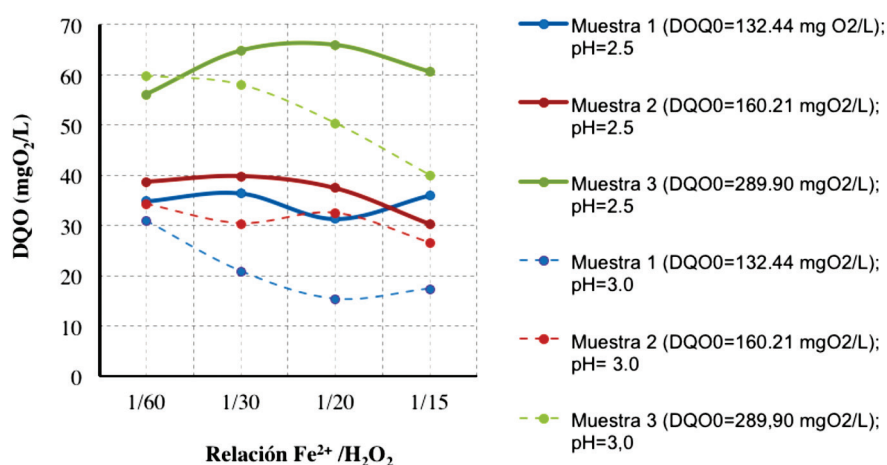


Figura 1. Demanda química de oxígeno, para tres muestras tratadas mediante el proceso Fenton, a diferente pH y a diferentes relaciones Fe²⁺/H₂O₂

Los valores finales de DQO, en todos los casos, estuvieron por debajo del nivel máximo considerado en la legislación cuyo valor señalado es de 123 mgO₂/L. En la tabla 2, se muestran los resultados de la remo-

ción de DQO con sus combinaciones experimentales, distribuidos en tres bloques formados por muestras correspondientes a descargas realizadas en tres diferentes días (bloques I, II y III).

Tabla 2. Combinaciones experimentales y porcentajes de remoción (volumen total= 400 mL)

Relación mg Fe ²⁺ /mg H ₂ O ₂	pH	Bloque I (muestra 1)		Bloque II (muestra 2)		Bloque III (muestra 3)	
		2.5	3.0	2.5	3.0	2.5	3.0
1/60		73.69%	76.67%	75.87%	76.67%	81.26%	80.00%
1/30		72.51%	84.24%	75.13%	81.07%	78.33%	80.59%
1/20		76.36%	88.44%	76.61%	79.77%	77.93%	83.14%
1/15		72.84%	86.93%	81.07%	83.45%	79.71%	86.60%

3.3. Análisis de la relación Fe²⁺/H₂O₂ y del pH en la remoción de la DQO

Para el análisis de la influencia de la relación Fe²⁺/H₂O₂ y del pH en el proceso Fenton, se consideró el diseño experimental de parcelas subdivididas en el cual, cada bloque (muestra) es dividido en dos partes

llamadas parcelas completas que corresponden a los valores del pH. Cada parcela completa es dividida en cuatro partes llamadas subparcelas que están asignadas por cada una de las relaciones Fe²⁺/H₂O₂ [12]. Los resultados del ANOVA, para el diseño de parcelas subdivididas, se indican en la tabla 3.

Tabla 3. Variaciones y cuadrados medios obtenidos para los resultados en el análisis de varianza para el diseño de parcelas subdivididas.

Fuente de variación	Variación	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculada	F _{0.95} tabulada
Bloques	21.02	2	10.51		
pH	194.29	1	194.29	16.42	18.51
Error de la parcela completa (Bloque x pH)	23.67	2	11.83		
Fe ²⁺ /H ₂ O ₂	59.09	3	19.70	2.92	5.39
Bloque x Fe ²⁺ /H ₂ O ₂	40.46	6	6.74		
pH x Fe ²⁺ /H ₂ O ₂	36.07	3	12.02	1.17	3.00
Error de la subparcela (bloques x pH x Fe ²⁺ /H ₂ O ₂)	61.61	6	10.27		
Total	436.20	23			

Los resultados de la tabla 3 indican que los valores obtenidos de F, para: el pH, la relación Fe²⁺/H₂O₂ y para la interacción entre ambas variables, son menores que sus correspondientes valores F tabulados con nivel de significancia a del 95 % [13]; por lo tanto, el efecto de la concentración de catalizador,

del pH y de las interacciones entre éstos, no influyen de manera significativa en la eficacia de remoción de la DQO de las aguas empleadas. En la figura 2 se muestran las medias de los porcentajes de remoción de DQO, en función de la relación Fe²⁺/H₂O₂ (a) y del pH (b).

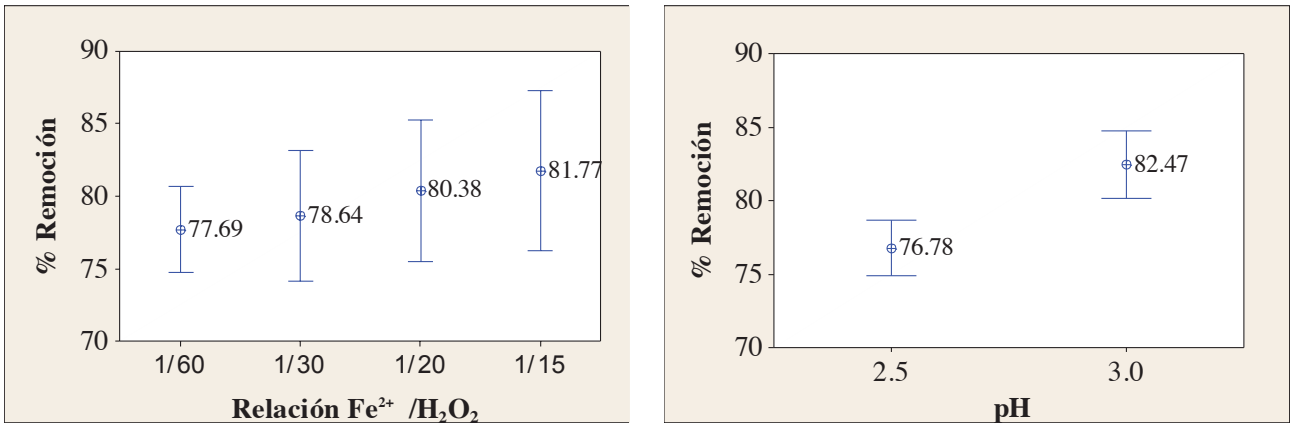


Figura 2. Medias de % remoción DQO e intervalos de confianza al 95%: a) para la relación Fe²⁺/H₂O₂ y b) para el pH.

En los valores de pH estudiados, se obtienen porcentajes de remoción de materia orgánica entre 72.51 y 89.68% de DQO, (según la tabla 2) por lo que el control exhaustivo de este factor no se hace necesario. En la remoción de materia orgánica de aguas residuales de la planta termoeléctrica se pueden manejar valores de pH cercanos a 3.0, con la dosis de catalizador inferior (relación Fe²⁺/H₂O₂=1/60). Varios autores como K. Barbusinski [6] han reportado rangos óptimos de pH entre 3.0 y 3.5 en la eliminación de pesticidas; Bautista entre 2.5 y 3.0 para reducir contaminantes resultantes de la producción de cosméticos [3]; Blanco alrededor de 2.7 para colorantes textiles [8], de mane-

ra que las condiciones óptimas del proceso Fenton, dependen de la naturaleza del agua residual tratada [5].

3.4. Evolución del proceso Fenton como función del tiempo

En la Figura 2 se resume la variación de la disminución de materia orgánica respecto del tiempo de contacto, para una muestra con DQO inicial de 357.14 mgO₂/L. Como puede observarse, durante el proceso, existe un descenso brusco en DQO antes de transcurridos los 30 minutos, hasta disminuir paulatinamente a un valor de 36.87 mg O₂/L correspondiente a un rango de remoción del 89.68%.

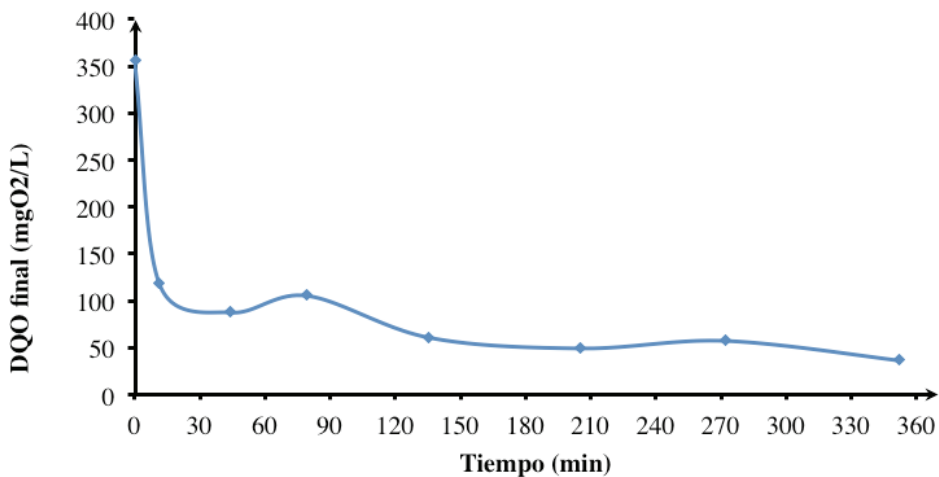


Figura 3. Evolución del proceso Fenton para una muestra de agua residual con DQO inicial de 357.14 mg O₂/L

Se determinó que 120 minutos fue el mejor tiempo de reacción en el rango estudiado, ya que la remoción promedio se mantiene aproximadamente constante conforme aumenta el tiempo de reacción.

4. Conclusiones

El proceso Fenton es eficaz en la remoción de materia orgánica contenida en aguas residuales de la industria termoeléctrica que emplea fuel oil como combustible, ya que logra disminuir significativamente la DQO de estas aguas contaminadas a valores que están muy por debajo del permitido dentro del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ). Según la norma técnica refe-

rida en la Ordenanza 213, el valor límite es de 123 mg O₂/L. La aplicación de este proceso de oxidación avanzada no requiere el aporte de energía extra para obtener amplias remociones de carga orgánica en las aguas residuales de estudiadas, pudiéndose trabajar a presión y temperatura ambiente.

Agradecimientos

Laboratorio de Química Ambiental de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Central del Ecuador, Laboratorio Químico y al área de Gestión Ambiental de la Unidad de Negocio Termo-Pichincha de CELEC.

Referencias bibliográficas

- 1 Alvarez, C. A., Pérez, C., & Velando, A. (2007). Effects of acute exposure to heavy fuel oil from the Prestige spill on a seabird. *Aquatic Toxicology*, 84(1), 103-109.
- 2 Manahan, S. (2007). *Introducción a la Química Ambiental*. Barcelona: Reverté.
- 3 Bautista, P. (2008). Tratamiento de aguas residuales de la industria cosmética mediante el proceso Fenton y con el sistema Fe²⁺-Al₂O₃/H₂O₂. Madrid, España. Recuperado el 30 de Marzo de 2009 de <http://digitool-uam.greendata.es>.
- 4 Arroyave, J., Garcés, L., & Cruz, A. (2006). Fotodegradación del Pesticida Mercted Empleando Fotofenton con Lámpara de Luz Ultravioleta. *Revista Lasallista de investigación*, 3(2), 9-24.
- 5 Brillas, E., Sirés, I., & Oturan, M. (2009). Electro-Fenton Process and Related Electrochemical Technologies Based on Fenton's Reaction Chemistry. *Chemical Reviews*, 109(12), 6570-6616.
- 6 Barbusinski, K., & Filipek, K. (2001). Use of Fenton's Reagent for Removal of Pesticides from Industrial Wastewater. *Polish Journal of Environmental Studies*, 10(4), 207-211.
- 7 Méndez, R., Refugio, G., Castillo, E., & Sauri, M. (2010). Tratamiento de lixiviados por oxidación Fenton. *Ingeniería e Investigación*, 30(1), 80-85.
- 8 Blanco, J. (2009). Degradación de un efluente real textil mediante procesos Fenton y Foto-Fenton. Barcelona, España. Recuperado el 11 de abril de 2010 de <http://upcommons.upc.edu>
- 9 Beltran de Heredia, J., Torregrosa, J., Dominguez, J., & Partido, E. (2005). Degradation of wine distillery wastewaters by the combination of aerobic biological treatment with chemical oxidation by Fenton's reagent. *Water Science and Technology*, 51(1), 167-174.
- 10 Vergara, J., Silva, S., & Trejo, M. d. (2008). Degradation of Corn Oil Wastes By Fenton Reaction and Under Mildly Basic Media in the Presence of Oxidants Assisted with sun Light. *American Journal of Environmental Sciences*, 4(6), 602-607.
- 11 APHA, AWWA, & WEF. (2005). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. Washington D.C.: American Public Health Association.
- 12 Montgomery. (2003). *Diseño y análisis de experimentos (Segunda edición)*. México: Limusa Wiley.
- 13 Gutiérrez, H. (2004). *Análisis y Diseño de Experimentos*. Guadalajara: McGraw-Hill.

Prevalencia de dengue en pacientes sintomáticos que acuden al Instituto Nacional de Higiene "Leopoldo Izquieta Pérez" de la ciudad de Puyo (primer semestre del 2010)

ANDREA PAULINA VELASTEGUÍ SÁNCHEZ^{1*}, ÁNGEL HERNÁN TOBAR SALTOS²,
EDGAR VICENTE MORA BRITO³, WILFRIDO TORRES ALVARADO⁴, ISABEL FIERRO AGUAS¹
¹Facultad de Ciencias Químicas-Universidad Central del Ecuador. Ciudadela Universitaria y Gatto Sobral.
²INH IIP Pastaza. ³Hospital Provincial Puyo. ⁴SNEM Pastaza.
* Correspondencia: pauly_2112@hotmail.com.

Recibido: 09 marzo 2012 / Aceptado: 18 octubre 2012

Resumen

El objetivo del presente estudio fue determinar la prevalencia del dengue en pacientes sintomáticos que acudieron al Instituto Nacional de Higiene "Leopoldo Izquieta Pérez" de la ciudad de Puyo y su relación con las condiciones climáticas en el período comprendido entre enero y mayo de 2010, a través de un estudio transversal-descriptivo. Durante los meses de estudio, acudieron un total de 490 pacientes provenientes de diversas localidades, se registró información de datos demográficos tales como: el género, edad, lugar de residencia por barrios de la ciudad de Puyo y de otras localidades. El diagnóstico serológico de laboratorio se realizó mediante la técnica de micro ELISA, en donde se obtuvieron 326 casos positivos para anticuerpos IgM y 164 negativos. Se calculó la prevalencia de dengue de acuerdo a los resultados obtenidos, siendo del 66,5% con un intervalo de confianza al 95% [62,1% - 70,7%]. El estudio demostró que las condiciones climáticas no son estadísticamente significativas ($P>0,05$) como determinantes para el aumento de casos de dengue, sugiriendo más bien que éstos pueden estar relacionados a otros factores. El 84,6% de los casos positivos fueron habitantes de la ciudad de Puyo, de los cuales el 44,2% se concentró en los barrios: "Obrero", "Ciudadela del Chofer" y "Vicentino", zonas geográficamente ubicadas en el norte de la ciudad y aledañas entre sí. Concluimos que la infección por dengue en la ciudad de Puyo constituye un problema emergente que debe ser atendido oportunamente por las autoridades de salud.

Palabras clave: Dengue, anticuerpos IgG e IgM.

Prevalence of dengue in symptomatic patients who come to the National Institute of Hygiene "Leopoldo Izquieta Pérez" of the city of Puyo, (first half of 2010)

Abstract

The objective of this study was to determine the prevalence of dengue fever in symptomatic patients who went to the National Institute of Hygiene "Leopoldo Izquieta Pérez" of the city of Puyo and its relationship with the climatic conditions in the period between January and May of 2010, through a cross-sectional study-descriptive. During the months of study, went a total of 490 patients from various locations, was recorded information of demographic data such as: gender, age, place of residence by neighborhoods of the city of Puyo and other locations. The serological diagnosis of laboratory was carried out through the technique of micro ELISA, where he obtained 326 positive cases for IgM antibodies and 164 negative. It is estimated the prevalence of dengue according to the results obtained, being of 66.5 percent with a range of confidence in the 95 per cent [62.1% - 70.7%]. The study showed that the climatic conditions are not statistically significant ($P>0.05$) as crucial to the increase in cases of dengue fever, but that may be linked to other factors. The 84.6 percent of positive cases were inhabitants of the city of Puyo, of which the 44.2% concentrated in the neighborhoods "Obrero", Ciudadela del Chofer" and "Vicentino", neighborhoods geographically located in the North of the city and are surrounding

among themselves. We conclude that the infection by dengue in the city of Puyo constitutes an emerging problem that needs to be addressed appropriately by health authorities.

Key words: Dengue, IgG and IgM antibodies.

1. Introducción

En el año 2010, la epidemia nacional de dengue, involucró a la ciudad de Puyo, convirtiéndose en un problema local de salud pública que merece ser estudiado lo suficiente para establecer el comportamiento del brote y aportar con información real que permita mejorar el abordaje hacia el control de la enfermedad.

El dengue es la enfermedad ocasionada por el arbovirus con mayor morbilidad y mortalidad en el mundo. Aproximadamente, la mitad de la población mundial vive en países donde es endémico y se estima que anualmente ocurren cerca de 50 millones de casos de dengue, los que originan aproximadamente 24.000 muertes. [1]

En la mayoría de los países, la transmisión de la enfermedad y la frecuencia de sus epidemias ha aumentado, debido al rápido crecimiento de las poblaciones urbanas con malos servicios de saneamiento, falta de recursos adecuados para el almacenamiento de agua y desechos de basura, condiciones óptimas para la propagación del *Aedes aegypti*. [2]

El aumento del número de casos ocurre durante la estación de lluvia dado el incremento de la población del *Aedes aegypti*. Los pacientes son generalmente jóvenes y niños/as, debido a que la mayoría de adultos/as ya ha sufrido la enfermedad y han desarrollado inmunidad contra el serotipo presente.

El dengue es un problema creciente para la salud pública mundial debido a varios factores: el cambio climático, el aumento de la población mundial en áreas urbanas de ocurrencia rápida y desorganizada, la insuficiente provisión de agua potable que obliga a su almacenamiento en recipientes caseros habitualmente descubiertos, la inadecuada recolección de residuos y la gran producción de recipientes descartables que sirven como criaderos de mosquitos, al igual que los neumáticos desechados. A esto se suman: el aumento de viajes y migraciones, las fallas en el control de los

vectores, y la falta de una vacuna eficaz para prevenir la enfermedad. [2]

Por ello, el objetivo de esta investigación, fue determinar la prevalencia de dengue en pacientes sintomáticos que acuden al Instituto Nacional de Higiene "Leopoldo Izquieta Pérez", de la ciudad de Puyo, cantón Pastaza.

2. Parte experimental

El estudio se realizó con todas aquellas personas que acudieron al Instituto Nacional de Higiene "Leopoldo Izquieta Pérez" de la ciudad de Puyo, durante los meses de enero a mayo de 2010. Con los pacientes que se presentaron durante este tiempo, se procedió a cumplir con ciertos criterios previos a la obtención de la muestra de sangre, que incluyeron: datos informativos del paciente (nombres completos, edad, sexo), lugar de residencia (zona urbana o rural), domicilio exacto (calles y teléfono, para sectorizar los focos infecciosos en la ciudad), signos y síntomas actuales (días febriles, temperatura, náuseas, dolor retro ocular, muscular, cefalea, letargia, gingivorragia, petequias), luego de dicha recolección, se procedió a la toma de muestra.

Se incluyó en el estudio a todos los/as pacientes con síntomas febriles, de cualquier edad y sexo, que acudieron con un previo diagnóstico clínico (evaluados por un médico al Instituto) para realizarse la prueba confirmatoria serológica de dengue. La prevalencia de la enfermedad se estimó de acuerdo a los resultados de la prueba de diagnóstico de anticuerpos IgG e IgM, con un intervalo de confianza de 95%.

Cada muestra de suero se analizó siguiendo el procedimiento, normas y estándares propios de la técnica de microelisa. La variable del estudio fue detectar la presencia-ausencia de anticuerpos IgM contra el virus del dengue. Los sueros humanos investigados se consideraron positivos, si el título de anticuerpos IgM superaba el valor de corte (Cut off) calculado, con más

de 1 U/ml de concentración de anticuerpos, debido a que estos anticuerpos IgM, expresan infección reciente mientras que los IgG, son anticuerpos de memoria.

Para determinar la relación entre condiciones climáticas-aumento de casos de dengue, se realizó un análisis estadístico utilizando una prueba paramétrica t de Student, con una prueba de Levene para la igualdad de varianzas y prueba t para la igualdad de medias, buscando establecer si son o no significativas.

Adicionalmente, se realizó una comparación de títulos de anticuerpos de memoria en pacientes positivos y negativos, utilizando un análisis estadístico para muestras independientes con comparación de medias.

Todas las pruebas estadísticas fueron interpretadas de acuerdo al valor P al 95% de intervalo de confianza (I.C.). Para el análisis de los datos se utilizaron los paquetes estadísticos SPSS® versión 1.8 y Epi Info® versión 3.3.2 para Windows.

3. Resultados y análisis

De las 490 muestras analizadas, se encontraron un total de 326 muestras positivas de acuerdo al siguiente criterio: se consideró como muestra positiva si el título de anticuerpos IgM superaba el valor de corte (Cut off) calculado, con más de 1 U/ml de concentración de anticuerpos, debido a que los anticuerpos IgM, expresan infección reciente mientras que los IgG, son anticuerpos de memoria.

3.1 Cálculo de la prevalencia

La prevalencia de dengue se calculó en base a los resultados obtenidos de la prueba de diagnóstico por microELISA de dengue, realizada a pacientes sintomáticos que acudieron al Instituto Nacional de Higiene "Leopoldo Izquieta Pérez", de la ciudad de Puyo, durante el periodo de enero a mayo de 2010, siendo del 66,5% con un intervalo de confianza al 95% de [62,1% - 70,7%] Tabla 1.

Tabla 1. Prevalencia de dengue total

Diagnóstico Infección Dengue IgM	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado	I.C. 95%
Negativo	164	33,5%	33,5%	29,3% - 37,9%
Positivo	326	66,5%	100,0%	62,1% - 70,7%
Total	490	100,0%	100,0%	

IC: Índice de confianza al 95%

ELABORACIÓN: Paulina Velasteguí,

FUENTE: Investigación Directa

De acuerdo a los registros de precipitación, temperatura y humedad del INAMHI, zona Norte-Pastaza y los casos positivos de dengue diagnosticados en el INH durante el estudio, se realizó un análisis estadístico utilizando una prueba paramétrica t de Student, con una prueba de Levene para la igualdad de varianzas y prueba t para la igualdad de medias, con una significancia de $P > 0,05$. Tabla 2.

Tabla 2. Tabla de relación entre prevalencia de dengue y condiciones climáticas

Parámetros climáticos	Diagnóstico IgM Infección de dengue	Media (±DE)	p-Valor
PRECIPITACION MEDIA (mm)	Positivo	393,357(±76,45)	0,180*
	Negativo	383,601±(74,83)	
TEMPERATURA MEDIA (°C)	Positivo	23,168±(0,27)	0,145*
	Negativo	23,206±(0,26)	
% HUMEDAD MEDIA (%)	Positivo	86,61±(0,89)	0,125*
	Negativo	86,49±(0,83)	

N° CASOS DENGUE POSITIVO= 326

N° CASOS DENGUE NEGATIVO= 164

* p= NS

De esta forma, no se encontró diferencia estadística significativa ($P > 0,05$) en relación a las condiciones climáticas con el aumento de prevalencia de dengue, por lo tanto, se rechaza la hipótesis que sostiene que: "Existe una mayor prevalencia de dengue relacionada a las condiciones climáticas en la época invernal en los pacientes sintomáticos que acuden al Instituto Nacional de Higiene "Leopoldo Izquieta Pérez" de la ciudad de Puyo, cantón Pastaza"; por lo que, las poblaciones son las mismas y las condiciones climáticas no son determinantes para el apareamiento de casos de dengue.

3.2 Análisis de los valores de anticuerpos IgG en los pacientes que acudieron al INHLIP durante el estudio

De los títulos de anticuerpos IgG obtenidos en pacientes positivos y negativos, se encontró que la respuesta de anticuerpos de memoria en pacientes positivos es el doble que la que tuvieron los pacientes negativos para infección reciente de dengue, de acuerdo a un análisis estadístico para muestras independientes con comparación de medias en donde se obtuvo una significancia de $P < 0,05$. Tabla 3.

Tabla 3. Valores de IgG en los pacientes analizados

IgG	Pacientes analizados (IgM)		Anticuerpos IgG	
		N	Media (\pm DE)	p-Valor
	Positivos	326	2,226(\pm 1,50)	0.00*
	Negativos	164	1,181(\pm 1,38)	0.00*
	TOTAL	490		

N° casos dengue positivo= 326
N° casos dengue negativo= 164
* $p < 0,05$

De esta forma, se determinó que existe diferencias estadísticas altamente significativas ($P < 0,05$) entre los títulos de anticuerpos IgG de los pacientes que resultaron positivos a la prueba de infección reciente de dengue (IgM), y los anticuerpos de los pacientes negativos, en donde, los pacientes positivos manifestaron altos títulos de anticuerpos IgG en relación a los negativos, indicando que la exposición posterior al virus del dengue, da lugar a la activación de linfocitos B de memoria y a una respuesta humoral más intensa y rápida. [3]

4. Discusión

Durante el año 2010, el dengue se ha presentado como una enfermedad muy conocida en la localidad y que fue padecida por un alto porcentaje de la pobla-

ción superando altamente el número de casos reportados en años anteriores.

Se determinó una prevalencia del 66,5% con un I.C. 95% [62,1% - 70,7%], en pacientes sintomáticos que acudieron al INHLIP durante el periodo enero-mayo de 2010, utilizando una prueba de diagnóstico de micro ELISA para anticuerpos IgG e IgM. La prevalencia está relacionada a los 326 pacientes que resultaron positivos para anticuerpos IgM de un total de 490 individuos.

El porcentaje de prevalencia encontrado es alto, destacando que este resultado, es un valor de los casos confirmados por el INHLIP durante el estudio, pero no significa la prevalencia en general de la provincia de Pastaza, debido a que no todas las personas infectadas con dengue acudieron al mismo para realizarse la prueba confirmatoria durante este período.

Debemos considerar que la prevalencia del virus en el Ecuador es de 75%, lo cual representa a 10.253 casos de dengue padecidos en el país, según datos del Ministerio de Salud. Esta es la razón por la cual constituye un problema emergente de salud pública. [4]

Se encontró que las condiciones climáticas durante los meses de enero-mayo de 2010 no varían. Respecto a los valores de temperatura y humedad, éstos permanecen constantes, mientras que en lo que se refiere a la pluviosidad, las lluvias se incrementan notablemente a partir del mes de abril y mayo [5]. El análisis estadístico entre las condiciones climáticas y la prevalencia de dengue no es significativo ($P > 0,05$), por lo que aquellas, no son un determinante para la aparición de casos de dengue, enfermedad que puede estar más bien relacionada a otros factores: geográficos, culturales, de saneamiento, de abastecimiento o almacenamiento inadecuado de agua potable, migraciones y turismo en la provincia. [6] Se debe considerar también que la región y la provincia poseen dos estaciones climáticas permanentes: húmeda y semi húmeda, por lo que existen lluvias durante todo el año, y el *Aedes aegypti*, vector del dengue, puede reproducirse en cualquier momento.

En cuanto a la relación de anticuerpos de memoria en pacientes positivos y negativos, la respuesta de anticuerpos IgG en los pacientes positivos fue altamente superior a la de los negativos. Esto tiene una explicación

inmunológica ya que las respuestas de anticuerpos a una exposición primaria se deben a la activación de linfocitos B vírgenes que expresan IgM no estimulados previamente, mientras que las secundarias se deben a la estimulación de clones expandidos de linfocitos B de memoria que expresan IgG. Por lo tanto, la respuesta secundaria aparece más rápidamente que la respuesta primaria, y en la respuesta secundaria, se sintetizan cantidades mayores de anticuerpos. [3]

De esta forma, se encontró que existieron pacientes que expresaron anticuerpos de memoria IgG, lo cual significa que estos individuos ya estuvieron alguna vez expuestos al virus del dengue y desarrollaron anticuerpos, lo cual probablemente pasó como una infección inadvertida y asintomática; por lo tanto, estos pacientes constituyen una población en riesgo de padecer dengue hemorrágico en posteriores ocasiones.

5. Conclusiones

- La prevalencia de dengue en pacientes sintomáticos que acudieron al Instituto Nacional de Higiene

"Leopoldo Izquieta Pérez", de la ciudad de Puyo, durante el periodo enero-mayo del 2010, fue del 66,5%.

- El dengue es la arbovirosis con mayor morbilidad y mortalidad en el mundo convirtiéndose en un problema creciente para la salud pública nacional y mundial.
- Las condiciones climáticas no fueron un determinante para el aumento de prevalencia de dengue en los pacientes sintomáticos que acudieron al IN-HLIP durante el estudio.
- La respuesta de anticuerpos de memoria en pacientes positivos es superior a la respuesta de los negativos debido a previas exposiciones al virus del dengue por parte de estos pacientes.
- En el año 2010, el dengue afectó a gran parte de la población, convirtiéndose en una enfermedad emergente para las autoridades de salud en la provincia.

Referencias bibliográficas

- 1 GUHA, S., Schimmer, B. (2005) Dengue fever: new paradigms for a changing epidemiology. *Emerg Themes Epidemiol*; 2: 1
- 2 FERNANDEZ, R. (2004) *Medicina Tropical. Patologías Tropicales: aspectos científicos, sociales y preventivos*. Tercera Edición. Guayaquil-Ecuador.
- 3 ABBAS, A. (2009) *Inmunología celular y molecular*. Sexta Edición. Editorial Elsevier. Capítulo 10. Activación de los linfocitos B y producción de anticuerpos. Pág. 215-218. Capítulo 14. Mecanismos efectores de la inmunidad humoral. Pág. 321-323
- 4 Ministerio de Salud Pública. (2007). Boletín para el manejo de emergencia de dengue en el Ecuador
- 5 INAMHI (2010). Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. Estación Meteorológica Puyo-Pastaza. <http://www.inamhi.gov.ec>
- 6 NELSON, M. J. (2006). *Aedes aegypti: Biología y Ecología*. Organización Panamericana de la Salud. REF: PNSP/86-93. Washington, D.C: 50

Aislamiento e identificación de metabolitos secundarios mayoritarios presentes en el extracto metanólico de *Sapium lateriflorum* (Euphorbiaceae)

JONATHAN VERDEZOTO ^o, *

^o Universidad Central del Ecuador

*Correspondencia: jonatv@hotmail.com

Recibido: 24 febrero 2012 / Aceptado: 28 mayo 2012

Resumen

La especie *Sapium lateriflorum* Hemsl, fue considerada para esta investigación debido al escaso conocimiento que se tiene de su composición química y del género al cual pertenece.

Al extracto metanólico, obtenido de las partes aéreas (ramas y hojas) de *Sapium lateriflorum*, se le realizó una separación líquido-líquido, con diclorometano y con una solución de metanol-agua (65:35). A cada una de las dos fases obtenidas de la partición, se fraccionó posteriormente mediante cromatografía en columna. Los compuestos aislados, una vez purificados, se identificaron mediante sus características físicas y espectroscópicas. Los compuestos obtenidos de la fase orgánica (diclorometano), son: sitostenona, lupeol, β -sitosterol, vomifoliol, y un ácido graso.

Palabras clave: *Sapium lateriflorum*, sitostenona, β -sitosterol, lupeol, vomifoliol, Euphorbiaceae.

Isolation and Identification of the majority secondary metabolites present in methanolic extract of *Sapium lateriflorum* (Euphorbiaceae)

Abstract

The species *Sapium lateriflorum* Hemsl., was considered for this research, due to the scanty knowledge about the chemical composition from this species and the genus to which it belongs.

The methanolic extract from the aerial parts (branches and leaves) of *Sapim lateriflorum*, was subjected to liquid-liquid separation, with dichloromethane and a solution of methanol-water solution (65: 35). Each one of the phases obtained from the partition was purified through column chromatography. Compounds purified from the organic phase (dichloromethane), were identified spectroscopically as sitostenone, lupeol, β -sitosterol, vomifoliol, and a fatty acid.

Key words: *Sapium lateriflorum*, sitostenone, β -sitosterol, lupeol, vomifoliol, Euphorbiaceae.

1. Introducción

El conocimiento de los componentes naturales de las plantas resulta ser de gran interés medicinal, agrícola y alimentario, desde que la persona ha hecho uso de ellas para cubrir algunas de sus necesidades vitales, esto hace del estudio de plantas, un valioso aporte a los conocimientos que sobre ellas se han venido acumulando a lo largo del tiempo, desde que las utilizaron los pueblos ancestrales.

Las especies vegetales incluidas en la familia Euphorbiaceae tienen alto aprecio popular, ya que entre ellas se encuentran plantas ornamentales (como la nochebuena), medicinales (como el ricino), comestibles (como la chaya), entre otras. Esta familia ha resultado ser fuente promisoría de metabolitos con propiedades medicinales. La composición fitoquímica de las diversas especies de Euphorbiaceae es poco conocida, y debido a que se han encontrado metabolitos de importancia farmacológica, estas plantas ameritan ser analizadas con dedicación; siendo el estudio de *Sapium lateriflorum*, un gran aporte al conocimiento científico de las especies correspondientes al grupo de las euforbiáceas.

El género *Sapium*, es un grupo que se ha estudiado poco y en estudios previos, se han aislado derivados de forbol que en algunos casos han demostrado ser bioactivos [1, 2].

Análisis químicos previos sobre *Sapium lateriflorum* indican que el lupeol (2) y el vomifoliol (5) son sustancias que se encuentran presentes en los extractos de menor polaridad según el Instituto de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México, Laboratorio 1C.

El interés de aislar e identificar los metabolitos secundarios mayoritarios presentes en el extracto metanólico de las partes aéreas (hojas y ramas) de *Sapium lateriflorum* (Euphorbiaceae), surge del conocimiento creciente de que muchos de los metabolitos secundarios de organismos, incluyendo plantas, cumplen importantes funciones biológicas y ecológicas, principalmente, como mensajeros químicos y compuestos de defensa [3, 4].

2. Parte experimental

Población y muestra

El extracto metanólico seco, usado en la presente investigación, está disponible en el laboratorio 1C del Instituto de Química de la UNAM y proviene del seca-

do a la sombra, a temperatura ambiente, y trituración de las partes aéreas de la planta recolectada el año 2007 en la localidad de "San Juan Chancalaíto", que está situada en el Municipio de Palenque (Estado de Chiapas), México. La planta se identificó con el código MEXU 39267 por el biólogo Esteban Manuel Martínez Salas, del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México y está depositada en el Herbario Nacional de la UNAM.

El extracto fue preparado a partir de 1.1 Kg de hojas y ramas secas. Después de triturar el material, se sometió a maceración con hexano durante 24 horas por dos veces consecutivas. Del extracto recuperado por filtración, se evaporó el disolvente a presión reducida y calentamiento suave. Después de eliminar el hexano del residuo vegetal, se adicionó acetato de etilo y se repitió el procedimiento de filtración y eliminación del disolvente. Dicho residuo se maceró nuevamente con metanol, siguiendo el mismo procedimiento. Finalmente, se obtuvieron 45.6 g de extracto hexánico seco; 17.34 g de extracto de acetato de etilo seco y 28.1 g de extracto metanólico seco.

Técnicas e instrumentos analíticos

Las destilaciones al vacío se hicieron en sistemas evaporadores rotatorios de marca BUCHI. El aparato empleado para determinar los puntos de fusión fue Cole-Parmer y las mediciones no están corregidas. Las muestras fueron identificadas mediante los espectros de RMN de ^1H y de ^{13}C obtenidos utilizando los espectrómetros Varian Unity 300 (300/75 MHz), Bruker Avance III (400/100MHz) y Varian Unity Plus (500/125 MHz). Todos los espectros fueron tomados a 20°C utilizando como disolvente cloroformo deuterado (CDCl_3) y tetrametilsilano (TMS) como estándar interno; los desplazamiento químicos (δ) están expresados en partes por millón (ppm) y las constantes de acoplamiento (J) se reportan en Hertz (Hz).

Las cromatografías en capa fina (CCF) se realizaron en placas de aluminio recubiertas de gel de sílice (Merck 60 F₂₅₄). Las cromatografías en columna fueron desarrolladas usando gel de sílice (malla 230-400). Los eluyentes utilizados estaban conformados por disolventes orgánicos puros y mezclas en proporciones adecuadas de: hexano, diclorometano, acetato de etilo, acetona, metanol. La visualización de los compuestos en las placas CCF se llevó a cabo bajo lám-

para SPECTROLINE de luz UV de onda corta y onda larga (254 nm y 365 nm); posteriormente, las placas se revelaron químicamente utilizando sulfato cérico amoniacal con calentamiento, realizado con ayuda de una secadora industrial. Los espectros de masas se obtuvieron en espectrómetros JEOL-AX505HA.

2.1.1 Partición del extracto

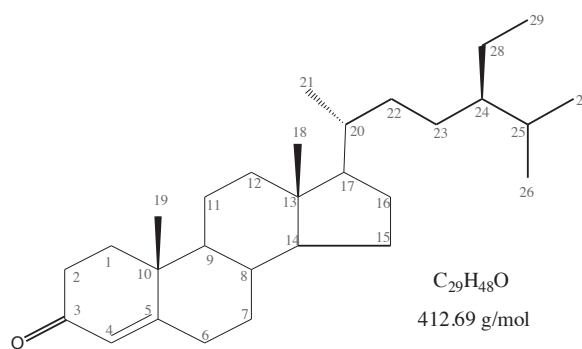
El extracto metanólico seco, de las hojas y ramas de *Sapium lateriflorum* (28.1 g ya disponibles en el laboratorio), se disolvió en metanol y se extrajo con diclorometano (fase orgánica). Para esto se disminuyó la miscibilidad del metanol agregando agua hasta obtener una relación metanol/agua 65:35.

Después de hacer pruebas de separación mediante CCF, se determinó que la fase hidro-alcohólica no era apropiada como tal, por lo que se derivatizó una porción de dicha fase con la intención de mejorar su separación cromatográfica al disminuir la polaridad de grupos hidroxilo de los compuestos presentes, utilizando anhídrido acético en piridina, obteniéndose 1.5 gramos de porción acetilada.

2.1.2 Elucidación estructural

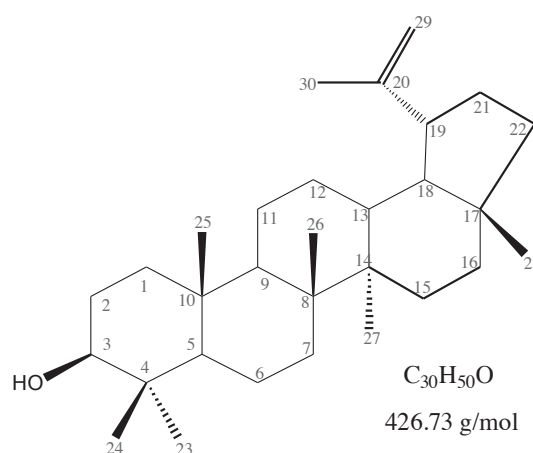
Las estructuras fueron finalmente confirmadas por sus espectros y propiedades físicas, comparándolas con muestras de referencia disponibles en el laboratorio. Las asignaciones de los desplazamientos químicos se hicieron por comparación con los datos previamente reportados y las reglas de desplazamiento químico.

Sitostenona (1) con pf 96-98 °C (lit p.f. 97-99 °C [5]); **Rf** (Hex:AcOEt 8:2) = 0.60; **EM** *m/z* (% intensidad relativa): 412(M^+ ,40), 397(9), 370(12), 288(19), 271(12), 229(35), 187(8), 173(9), 147(25), 124(100); **RMN-¹H** (400 MHz, CDCl₃) δ 5.72 (1H, s, H-4), 2.33 (4H, m, H-2, H-6), 2.08 – 1.98 (3H, m, H-1, H-12), 1.88 – 1.82 (2H, m, H-7, H-15), 1.18 (3H, s, H-19), 0.92 (3H, d, *J* = 6.6 Hz, H-21), 0.84 (3H, d, *J* = 7.1 Hz, H-26), 0.81 (3H, s, *J* = 6.9 Hz, H-27), 0.71 (3H, s, H-18); **RMN-¹³C** (101 MHz, CDCl₃) δc 36.27 (C-1), 34.03 (C-2), 199.85 (C-3), 123.90 (C-4), 171.90 (C-5), 34.15 (C-6), 32.20 (C-7), 35.78 (C-8), 53.97 (C-9), 38.76 (C-10), 19.97 (C-11), 39.78 (C-12), 42.54 (C-13), 56.03 (C-14), 24.34 (C-15), 28.35 (C-16), 56.15 (C-17), 12.12 (C-18), 21.18 (C-19), 35.84 (C-20), 17.54 (C-21), 33.11 (C-22), 26.21 (C-23), 45.98 (C-24), 29.29 (C-25), 19.17 (C-26), 18.85 (C-27), 23.22 (C-28), 12.12 (C-29).



Estructura química de Sitostenona (1)

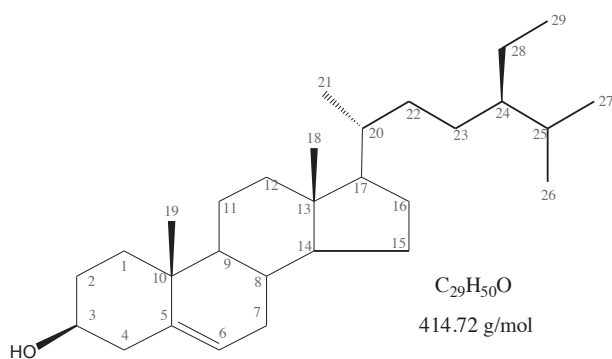
Lupeol (2) con pf 186 a 188 °C (lit. 212-214 °C [6]); **Rf** (Hex:AcOEt 8:2) = 0.44; **EM** *m/z* (%) 426(82), 409(23), 218(60), 207(90), 189(100); **RMN-¹H** (400 MHz, CDCl₃) δ 4.69 (1H, m, H_b-29), 4.57 (1H, m, H_a-29), 3.19 (1H, dd, *J* = 11.2, 5.0 Hz, H-3), 1.68 (3H, s, H-30), 1.03 (3H, s, H-26), 0.97 (3H, s, H-23), 0.94 (3H, s, H-27), 0.83 (3H, s, H-25), 0.79 (3H, s, H-28), 0.76 (3H, s, H-24); **RMN-¹³C** (101 MHz, CDCl₃) δc 38.86 (C-1), 27.59 (C-2), 79.14 (C-3), 39.01 (C-4), 55.45 (C-5), 18.47 (C-6), 34.43 (C-7), 40.98 (C-8), 50.59 (C-9), 37.32 (C-10), 21.08 (C-11), 25.29 (C-12), 38.20 (C-13), 42.98 (C-14), 27.57 (C-15), 35.73 (C-16), 43.15 (C-17), 48.13 (C-18), 48.45 (C-19), 151.11 (C-20), 30.00 (C-21), 40.15 (C-22), 28.14 (C-23), 15.52 (C-24), 16.27 (C-25), 16.13 (C-26), 14.70 (C-27), 18.15 (C-28), 109.48 (C-29), 19.46 (C-30).



Estructura química de Lupeol (2)

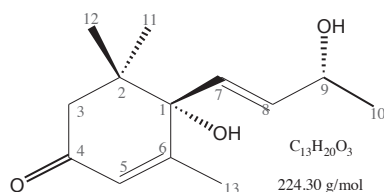
β-Sitosterol (4) con pf 128 a 131 °C (lit. 130–134 °C [7]); **Rf** (Hex:AcOEt 8:2) = 0.28; **EM** (intensidad relativa, %): *m/z* 414 (M^+) (100), 396 (49.9), 381 (24.3),

329 (28.0), 303 (32.3), 273 (32.7), 255 (69.3), 213 (37.9), 159 (42.9), 145 (45.1); **RMN-¹H** (400 MHz, CDCl₃) δ 5.35 (1H, d, J = 5.2 Hz, H-6), 3.53 (1H, m, H-3), 1.01 (3H, s, H-19), 0.92 (3H, d, J = 6.6 Hz, H-21), 0.87-0.80 (9H, m, H-26, H-27, H-29), 0.68 (3H, s, H-18); **RMN-¹³C** (101 MHz, CDCl₃) δ_c 37.41 (C-1), 29.85 (C-2), 71.98 (C-3), 39.93 (C-4), 140.92 (C-5), 121.88 (C-6), 32.07 (C-7), 31.82 (C-8), 50.29 (C-9), 36.30 (C-10), 21.24 (C-11), 40.65 (C-12), 42.46 (C-13), 56.93 (C-14), 24.46 (C-15), 28.40 (C-16), 56.21 (C-17), 12.01 (C-18), 19.19 (C-19), 36.66 (C-20), 18.93 (C-21), 34.11 (C-22), 26.24 (C-23), 46.00 (C-24), 29.31 (C-25), 19.97 (C-26), 19.55 (C-27), 23.22 (C-28), 12.14 (C-29).



Estructura química de β -Sitosterol (4)

Vomifoliol (5) con **pf** 110-111 °C (lit. 107-109 °C [8]); **Rf** (Hex:AcOEt:MeOH 4:5:1) = 0.47; **EM**: m/z (%) 225(1), 206(4), 168(9), 150(9), 135(8), 124(100), 122(7), 111(6), 79(6), 69(4); **RMN-¹H** (300 MHz, CDCl₃) δ 5.90 (1H, m, H-5), 5.81 (2H, m, H-7, H-8), 4.41 (1H, m, H-9), 2.45 (1H, dd, J=0.9, 17.1, H-3a), 2.24 (1H, dd, J=1.2, 17.1, H-3b), 1.89 (3H, d, J=1.5, H-13), 1.67 (2H, sa, -OH), 1.30 (3H, d, J=6.3, H-10), 1.09 (3H, s, H-11), 1.02 (3H, s, H-12); **RMN-¹³C** (75 MHz, CDCl₃) δ_c 79.05 (C-1), 41.15 (C-2), 49.73 (C-3), 197.81 (C-4), 126.97 (C-5), 162.51 (C-6), 129.01 (C-7), 135.75 (C-8), 68.04 (C-9), 23.78 (C-10), 24.05 (C-11), 22.91 (C-12), 18.85 (C-13).



Estructura química de Vomifoliol (5)

3. Resultados y discusión

3.1 Análisis de la fase orgánica (diclorometano)

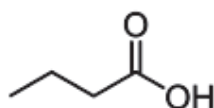
De la partición líquido-líquido a partir del extracto metanólico, se obtuvieron dos porciones. La porción soluble en diclorometano, originó 342 eluatos de 50 mL, reunidos según su similitud cromatográfica desarrollada en placas de CCF, en fracciones nombradas en orden alfabético, a partir de los cuales se lograron aislar los compuestos (1), (2), (3), (4) y (5).

El compuesto (1) se purificó de las fracciones J y K como sólido cristalino, con un rendimiento de 0.1%, con las siguientes propiedades: los espectros de RMN de hidrógeno y de carbono-13, indicaron un compuesto de tipo esteroidal, con señales que resuenan en δ 0.7-2.35, del espectro de RMN-¹H. Las señales de campo alto en el espectro de RMN-¹H (δ < 1) fueron asignados a Me-18 (δ = 0.71, s, 3H), Me-19 (δ = 1.18, s, 3H), Me-21 (δ = 0.92, d, 3H). Además, se presentó una señal singulete en δ 5.72 (1H), coherente con la presencia de un protón vinílico. Se puede ver que la muestra no estaba completamente pura, debido a la aparición de señales a δ 3.5 que podrían ser atribuidos a un grupo hidroxilo (3-OH) y δ 5.1 atribuido a protones vinílicos en la cadena lateral; con áreas de pico demasiado pequeñas para considerarse como parte de la molécula. Desde el espectro RMN-¹³C, fue posible asignar las resonancias que se refieren a un sistema de carbonilo α,β-insaturado en δ_c 199.85 (C-3), 123.90 (C-4), 171.90 (C-5), respectivamente, de la ciclohexanona. Las asignaciones de estas señales estaban de acuerdo con la literatura [11, 12, 5]. Mientras que el espectro de masas de **sitostenona**, mostró el pico de ion molecular M⁺ en m/z 412, y otros iones de fragmentación m/z en 397, 370, 288, 271, 229, 187, 173, 147 y 124; lo que es compatible con la composición molecular de C₂₉H₄₈O. Esto fue confirmado por el análisis de los espectros DEPT, que mostraron seis grupos metilo, once grupos de metileno, ocho grupos metino y en la estructura química se observan cuatro átomos de carbono cuaternarios. Basado en análisis detallado y la comparación de los datos espectrales obtenidos experimentalmente con los de la literatura, la estructura correspondió con **estigmast-4-en-3-ona**, también conocido como estigmastenona [13]. Este compuesto ha sido informado con un punto de fusión de 97-99 °C [5].

El compuesto **2** [C₃₀H₅₀O, (M⁺) 426] exhibió en los espectros de RMN ¹H y ¹³C características de **lup-20(29)-**

en-3 β -ol: δ 4.69 (m), H-29a; δ 4.57 (m), H-29b; δ 3.19 (dd, J= Hz 11.2 y 5.0), H-3; δ c 79.14, C-3; δ c 151.11, C-20; y δ c 109.48, C-29; y señales debidas a siete grupos de metilo terciario, que también coinciden con el esqueleto base de un triterpeno de tipo **lupano**, la estructura fue confirmada por comparación de datos espectroscópicos de este compuesto con las descritas en la literatura para **lupeol** y por su espectro de masas, que muestra fragmentos de iones característicos en m/z 426 M⁺, 218, 207 y 189. Además, en el espectro DEPT-135 se distinguen 24 picos (CH₃, CH₂, CH); de los cuales: once corresponden a carbonos de metileno (CH₂), y según el espectro DEPT-90, seis corresponden a carbonos de metino (CH); por lo tanto, siete son señales debidas a grupos metilo (CH₃), siendo seis carbonos cuaternarios de acuerdo con la estructura molecular de **lupeol**.

En las fracciones **J** y **K**, se evidenció la presencia de un ácido graso (**3**) mediante su espectro de RMN-¹H, en el cual se observa un pico intenso, amplio en aproximadamente δ 1.26 debido a metilenos alifáticos, y señales más pequeñas alrededor δ 5.3 de metinos olefínicos y en δ 0.86 de grupo metilo terminal, en concordancia con las características espectroscópicas reportadas para compuestos lipídicos [9]. Mientras que en el espectro de RMN-¹³C, se observa un pico intenso en δ c 29.79 atribuido a grupos CH₂ [10].



Estructura química general de un ácido graso (**3**)

El compuesto **4** se purificó como cristales a partir de la fracción **M**, obteniéndose un rendimiento de 0.3% en peso. La separación cromatográfica del extracto metanólico de *S. lateriflorum* llevó al aislamiento del compuesto **β -sitosterol** por re-cristalización, el cual fue obtenido como un sólido cristalino, con un intervalo de fusión determinado en 128-131°C (lit., pf 130–134°C [7]). Se compararon los desplazamientos químicos obtenidos con los datos informados para confirmar la identidad de la sustancia. En el espectro de RMN-¹H, se observaron señales típicas de los fitoesteres, como lo son las señales singuletes de dos grupos metilos angulares de las posiciones C-18 y C-19, y se observó el doblete del grupo metilo de posición C-21.

El característico doblete ancho a δ 5.35 muestra un protón olefínico (H-6). El espectro de RMN-¹³C mostró 29 señales, que permitieron confirmar la estructura analizada como **β -sitosterol** (estigmast-5-en-3-ol), por interpretación del análisis espectroscópico, incluyendo EM y RMN-¹H. En el espectro DEPT-135 se observan 26 señales de grupos CH₃, CH y CH₂, de los cuales once corresponden a grupos metileno (CH₂); según el espectro DEPT-90, nueve picos pertenecen a grupos metino (CH), por lo tanto los seis picos restantes se deben a los metilos (CH₃). Que junto con el carbono cuaternario de la posición C-5, concuerdan con la fórmula molecular C₂₉H₅₀O.

El compuesto **5** fue identificado de las fracciones **AE** y **AF**, por comparación de sus datos espectrales con los reportados en la literatura como **vomifoliol**, también conocido como **Blumenol A**. El espectro de masas de vomifoliol mostró el pico de ion molecular en m/z 224 correspondiente a la fórmula C₁₃H₂₀O₃. La fórmula molecular sugirió cuatro insaturaciones en la molécula, dos de los cuales estaban justificadas por el sistema carbonilo α , β -insaturado y se manifiesta claramente por los espectros RMN. Los datos espectrales del compuesto aislado en el presente trabajo fueron compatibles con la estructura de vomifoliol para **5**. Así, el espectro de RMN-¹H de vomifoliol muestra un protón en δ 5.90 (H-C(5); δ c 126.97) y tres protones en δ 1.89 (Me-C(6); δ c 18.85) se mostraron para el grupo Me vinílico situado en el C(β) del sistema de carbonilo α , β -insaturado. Además, estas observaciones junto con los dos dobles de dobles que integra cada una para un protón en δ 2.45 Ha-C(3) y 2.24 Hb-C(3), sugieren un grupo CH₂ ubicado adyacente al grupo carbonilo y conectado a un átomo de carbono tetrasustituido. El espectro de RMN-¹H mostró señales en δ 5.81 que representan un enlace C=C en una cadena abierta con configuración (E). Se observó también un multiplete que integra para un protón en δ 4.41 (H-C(9); δ c 68.04). Además, el espectro de RMN de ¹H tiene dos señales de tres protones cada una en δ 1.02 y 1.09, otra señal de tres protones en δ 1.30 (J=6.3 Hz, Me(10)).

3.2 Análisis de la fase hidro-alcohólica

La fase hidroalcohólica de la partición, después de procesarse a acetilar un gramo para mejorar la separación de sus componentes, originó 178 eluatos de 50 mL, a partir de los cuales no se obtuvieron sustancias con perfiles cromatográficos aislables mediante los métodos empleados.

4. Conclusiones

Los metabolitos aislados se identificaron y caracterizaron mediante métodos espectroscópicos, espectrométricos y por la comparación de sus propiedades físicas con las informadas en la literatura. Los compuestos obtenidos del análisis de la fase orgánica del extracto metanólico de las partes aéreas (ramas y hojas) de *Sapium lateriflorum* fueron cinco sustancias las cuales incluyen un ácido graso y cuatro terpenoides. Del análisis de la porción acetilada de la fase hidro-alcohólica del extracto metanólico de *S. lateriflorum*, mediante cromatografía en columna, no se encontraron

compuestos con un perfil cromatográfico adecuado para proceder a separarlos. Los terpenoides son los metabolitos secundarios presentes mayoritariamente en esta especie, presumiblemente, responsables de la actividad biológica.

Agradecimientos

La presente investigación no hubiera sido posible sin el apoyo del Dr. Fernando Novillo, de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Central del Ecuador y del Dr. Guillermo Delgado, del Instituto de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Referencias bibliográficas

- 1 Chumkaew P., Karalai C., Ponglimanont C. and Chantrapromma K. (2003); Antimycobacterial Activity of Phorbol Esters from the Fruits of *Sapium indicum*; *Journal of Natural Products*, 66, 540-543.
- 2 El-Mekkawy S., Meselhy M., Nakamura N., Hattori M., Kawahata T. and Otake T. (2000); Anti-HIV-1 phorbol esters from the seeds of *Croton tiglium*; *Phytochemistry*, 53, 457-464.
- 3 Caporale L. H. (1995); Chemical ecology view from the pharmaceutical industry; *Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America*, 92, 7582.
- 4 Murphy E. M., Nahar L., Byres M., Mohammad Shoeb, Siakalima M., Rahman M. M., Gray A. I., Sarker S. D. (2004); Coumarins from the seeds of *Angelica sylvestris* (Apiaceae) and their distribution within the genus *Angelica*; *Biochemical Systematics and Ecology*, 32, 203-207.
- 5 Prachayasittikul S., Suphamong, S., Worachartcheewan A., Lawung R., Ruchirawat S., and Prachayasittikul V. (2009); Bioactive Metabolites from *Spilanthes acmella* Murr.; *Molecules*, 14, 850-867; doi:10.3390/molecules14020850
- 6 Aynilian G. H., Farnsworth N. R., Persinos G. J. (1972); Isolation of lupeol from *Cataeva benthamii*; *Journal of Phytochemistry*, 11, 2885-2886.
- 7 McCarthy F. O., Chopra J., Ford A., Hogan S. A., Kerry J. P., O'Brien N. M., Ryan E. and Maguire A. R. (2005); Synthesis, isolation and characterisation of β -sitosterol and β -sitosterol oxide derivatives; *Organic and Biomolecular Chemistry*, 3(16):3059-65.
- 8 Yamano Y. and Ito M. (2005); Synthesis of Optically Active Vomifoliol and Roseoside Stereoisomers; *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*, 53(5) 541-546.
- 9 Su B.-N., Cuendet M., Farnsworth N. R., Fong H. H. S., Pezzuto J. M., and Kinghorn, A. D. (2002); Activity-guided fractionation of the seeds of *Ziziphus jujuba* using a cyclooxygenase-2 inhibitory assay; *Planta Medica*, 68, 1125-1128.
- 10 Gottlieb H. E., Kotlyar V., and Nudelman A. (1997); NMR Chemical Shifts of Common Laboratory Solvents as Trace Impurities; *Journal of Organic Chemistry*, 62, 7512-7515.
- 11 Jamaluddin F., Mohamed S. and Lajis Md. N. (1995); Hypoglycaemic effect of Stigmast-4-en-3-one, from *Parkia speciosa* empty pods; *Food Chemistry*, 54, 9-13
- 12 Seca A., Silva A., Silvestre A., Cavaleiro J., Domingues F. and Neto C. (2000); Chemical Composition of the Light Petroleum Extract of *Hibiscus cannabinus* Bark and Core; *Phytochemical Analysis*, 11: 345-350
- 13 Akihisa T, Kimura Y, Roy K, Ghosh P, Thakur S, and Tamura T. (1994); Triterpene alcohols and 3-oxo steroids of nine Leguminosae seeds. *Phytochemistry* 35: 1309-1313.

Educación al paciente en patologías prevalentes y uso de medicamentos en las comunidades de Guano - provincia de Chimborazo

PAULINA VIVANCO^{1*}, JANETH MONTALVO¹

¹ Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Central del Ecuador

*Correspondencia: paulyviv@hotmail.com

Recibido: 04 febrero 2011 / Aceptado: 30 abril 2012

Resumen

La educación al paciente, dándole la información adecuada sobre la prevención de enfermedades, manipulación y uso racional de medicamentos, es una de las herramientas principales, para combatir los malos hábitos alimenticios, de higiene y automedicación, que son prácticas habituales en las comunidades indígenas de la provincia de Chimborazo-Ecuador.

En este estudio, se realizaron encuestas de diagnóstico sobre los problemas anteriormente expuestos, con el fin de conocer cuáles deberían ser los temas idóneos a tratar en las comunidades escogidas para el proyecto. Luego se estructuró un temario sobre clases de enfermedades prevalentes tales como: Parasitosis, Diarrea, Desnutrición, Infecciones Respiratorias y Dermatitis Alérgica; así como también, sobre asuntos relacionados con medicamentos: concepto básico de medicamento, formas farmacéuticas, manipulación adecuada de medicamentos y uso racional de medicamentos; temáticas que fueron dictadas durante tres meses en dichas comunidades. Dicho temario fue desarrollado de manera paulatina cada semana, e incluía, evaluaciones orales para los padres y madres de familia, y evaluaciones escritas para los infantes.

Posteriormente, cuando se culminó el programa de actividades, se realizó una encuesta final para evaluar, de manera global, los conocimientos adquiridos y el impacto alcanzado en las comunidades con el trabajo realizado.

En el presente proyecto, se trabajó con niños y niñas de 4 a 7 años de edad y con los padres-madres de familia de los mismos, con la finalidad de que el aprendizaje sobre las enfermedades prevalentes de la zona y la manipulación adecuada de medicamentos, sea completo y lo pongan en práctica fácilmente en sus hogares.

La aplicación de este proyecto tuvo resultados positivos y significativos en cuanto al cambio de los malos hábitos de vida y a la inadecuada manipulación de medicamentos por parte de los indígenas pertenecientes a las comunidades donde se trabajó; logrando de ese modo, el objetivo principal de esta tesis, que es educar sobre la prevención de las enfermedades prevalentes de la zona.

Palabras clave: Pueblo indígena, patología, medicamento, enfermedad prevalente.

Patient education in prevalent diseases and medication use in communities Guano - Chimborazo province

Abstract

Patient education, giving appropriate information on disease prevention, handling and rational use of drugs, is one of the main tools to combat unhealthy eating habits, hygiene and self-medication, which are common practices in indigenous communities Chimborazo province.

In this study, we conducted diagnostic surveys, about the matters stated above, in order to know, what should be appropriate to address issues in the communities chosen for the project, then a syllabus is structured classes on prevalent diseases such as the parasites, diarrhea, malnutrition, respiratory infections and allergic dermatitis, and drug-related issues such as: basic concept of medication, dosage forms, proper handling of drugs, Rational Use of Drugs, which were issued for three months in communities.

This agenda was developed gradually each week, in which oral assessments were parents, and written for children.

Later, when he completed the program of activities, we conducted a final survey to assess comprehensively, foreground, and the impact achieved in communities with their work.

In this project, we worked with children from 4 to 7 years old and parents of the same, with the aim of learning about the diseases prevalent in the area and the proper handling of drugs is complete and easily implement in their homes.

The implementation of this project had significant positive results in the change of bad habits, and improper handling of medicines by the Indians from communities in which they worked, thus achieving the main goal this thesis, which was to educate on the prevention of diseases prevalent in the area.

Key words: *Indigenous pathology, medication prevalent disease.*

1. Introducción

Las comunidades indígenas del país viven en condiciones precarias, esto las hace susceptibles a un sinnúmero de patologías leves (digestivas, respiratorias, etc.), pero que se vuelven casos graves o hasta crónicos, cuando no han sido tratados de la manera adecuada y no han recibido atención médica oportuna.

La población de estos lugares, al no tener los recursos económicos suficientes para acceder a una atención médica digna, o en su defecto, a medicamentos con la prescripción adecuada, muchas veces muere por complicaciones de enfermedades que no fueron tratadas a tiempo y apropiadamente.

Al ser muy amplio el número de comunidades afectadas, se tomaron como muestra, para la realización del presente proyecto, tres localidades que son: Santa Rosa, San Rafael y Santa Lucía de Chuquipogyo, pertenecientes al cantón Guano, provincia de Chimborazo.

Los/as indígenas, por vivir en zonas muy alejadas de las grandes ciudades donde no poseen los servicios básicos, corren mayores riesgos de afecciones respi-

ratorias y estomacales, en su mayoría, por falta de educación con respecto a su forma de vida de condiciones poco higiénicas, ya que no cuentan con agua potable; y por otro lado, por la escasa información que tienen acerca de la manipulación de los medicamentos que son prescritos por los médicos de los subcentros de salud zonales, para aliviar sus enfermedades, dichos centros a los cuales esta gente accede con muy poca frecuencia, por la lejanía existente entre éstos y sus comunidades.

2. Metodología

- o Una vez recopilada la información, suministrada por la Dirección Provincial de Salud de Chimborazo (DPSCH) y Puesto de Salud de Tuntatacto, se determinaron las 5 patologías prevalentes en las tres comunidades escogidas.
- o El diagnóstico de la problemática sobre salud y medicamentos en las respectivas comunidades indígenas, se realizó mediante encuestas a la población de dichas comunidades, con un cuestionario que

refleja, la percepción que la gente tiene respecto a las enfermedades que padecen, y cuál es la manipulación que les dan a los medicamentos cuando pueden acceder a ellos.

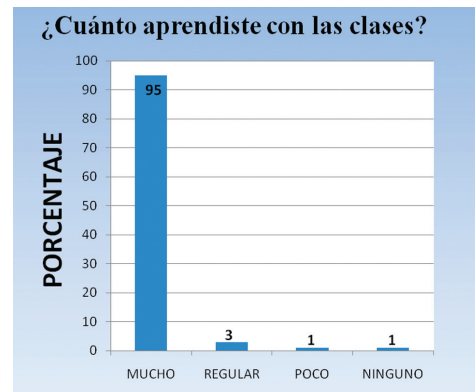
- o La organización de las campañas de educación al paciente en las comunidades indígenas anteriormente citadas, se realizaron con los directores de las escuelitas comunitarias y sus profesores/as, con quienes se acordó trabajar, los días miércoles, con la Comunidad de Santa Lucía, los jueves, con la comunidad de Santa Rosa, y los días viernes, con la comunidad de San Rafael de Chuquipoggyo; además, se acordó que dentro del mismo día, se realizarían las clases para los adultos y los niños, con una duración de dos horas cada clase, una vez por semana, durante un tiempo de tres meses.
- o Luego de la culminación del programa de las clases impartidas, se elaboró una hoja a manera de encuesta, para evaluar el impacto alcanzado y el nivel de conocimiento adquirido. Las encuestas fueron realizadas una semana después de la última clase dictada, de forma individual a cada participante y en los mismos horarios. Cada clase ejecutada, se llevó de manera organizada mediante fichas de Planificación Didáctica.
- o Por pedido de las madres y padres de familia, se entregaron los boletines informativos, al finalizar los tres meses del curso, en una carpeta ordenada de manera ascendente (clase por clase) como respaldo del aprendizaje adquirido.
- o La asistencia de los miembros de las diferentes comunidades indígenas, que se encuentran dentro de este proyecto, se consignó en un formato único realizado por la tesista.

3. Resultados y análisis

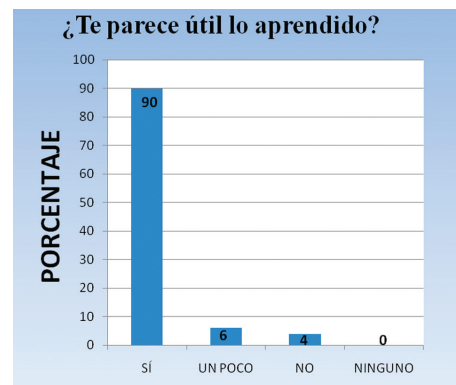
La Encuesta de Impacto se la aplicó a 72 niños de educación inicial, primero, segundo y tercero de educación básica, y a 61 padres y madres de familia.

Análisis de resultados de la encuesta de impacto en los niños/as

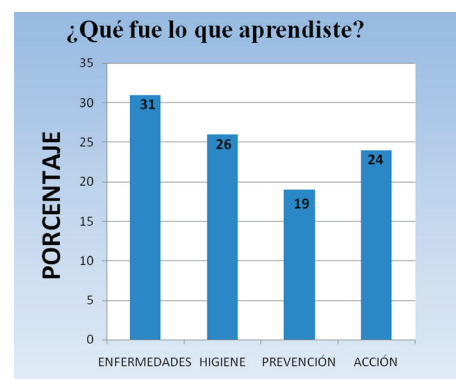
Interpretación de los resultados: De los 72 niños encuestados/as, el 95% considera que han aprendido



mucho con la capacitación recibida; el 3% indica que su aprendizaje ha sido regular; mientras un 1% aprendió poco, y otro 1% restante, no se acogió a ninguna de las respuestas.

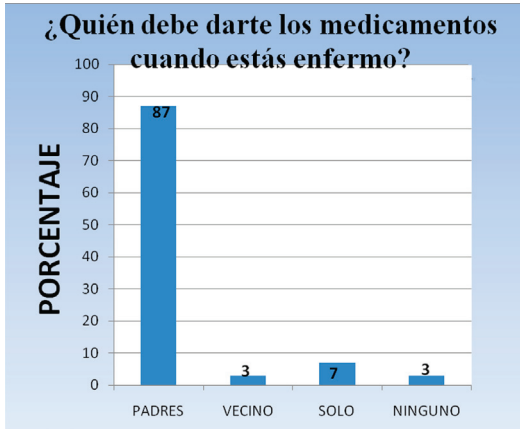


Interpretación de los resultados: De los 72 niños encuestados/as, el 90% considera útiles los conocimientos que adquirieron; el 6% indica que fue poco útil lo que aprendieron; mientras que el 4% considera inútiles los conocimientos adquiridos. Ningún infante se acogió a la última opción.

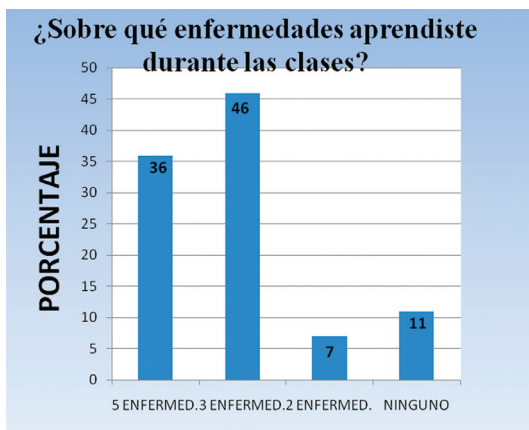


Interpretación de los resultados: De los 72 niños encuestados/as, al 31% le impactó más las clases sobre las enfermedades; el 26% aprendió más acerca de las clases de higiene; el 19% aprendió sobre los métodos de prevención de enfermedades, y al 24% le impactó

más lo que deben hacer cuando tienen una enfermedad.

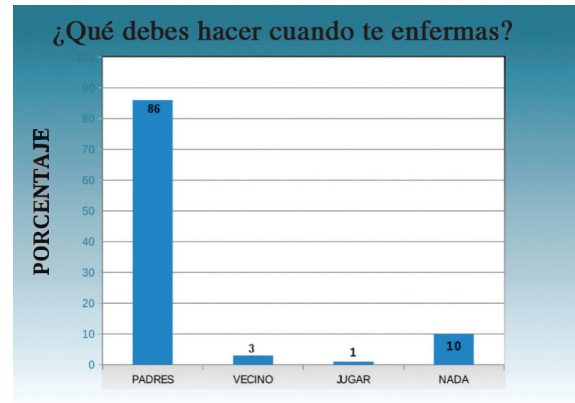


Interpretación de los resultados: De los 72 niños encuestados/as, el 87% comentó que sus padres-madres son quienes les proveen los medicamentos cuando se enferman; el 3% cree que sus vecinos/as pueden administrarles los medicamentos; el 5% considera que se encuentran capacitados para administrarse solos los medicamentos; y el 3% no se acogió a ninguna de las respuestas anteriores.

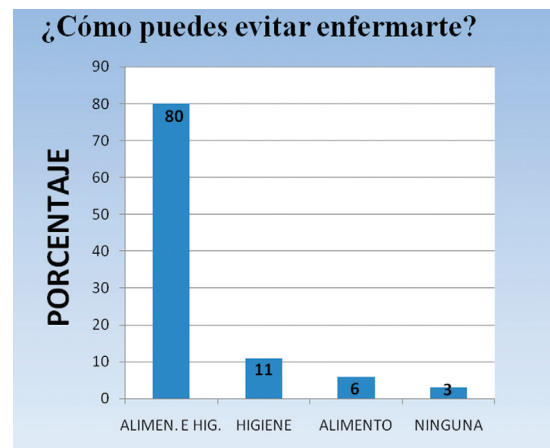


Interpretación de los resultados: El 36% tiene claros sus conocimientos, luego de las capacitaciones, respecto a las cinco enfermedades prevalentes (infecciones respiratorias, diarrea, parasitosis, desnutrición, e infecciones de la piel); el 46% tiene claro el conocimiento adquirido sobre tres de las enfermedades prevalentes (infecciones respiratorias, diarrea y parasitosis), dando como resultado una respuesta regular; el 7% dieron una respuesta insuficiente, ya que solo tenían conocimiento claro de dos de las enfermedades prevalentes, mientras el 11% no escogió ninguna de

las respuestas anteriores, dando como resultado una respuesta incorrecta.

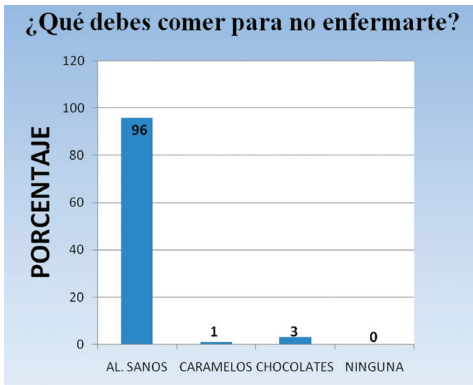


Interpretación de los resultados: De los 72 niños encuestados/as, el 86% considera necesario avisarles a sus padres cuando se sienten enfermos; el 3% piensa que deben avisarles a uno de sus vecinos; el 1% opina que deben jugar cuando están enfermos, y el 10% piensa que no deben hacer nada cuando se encuentran enfermos.

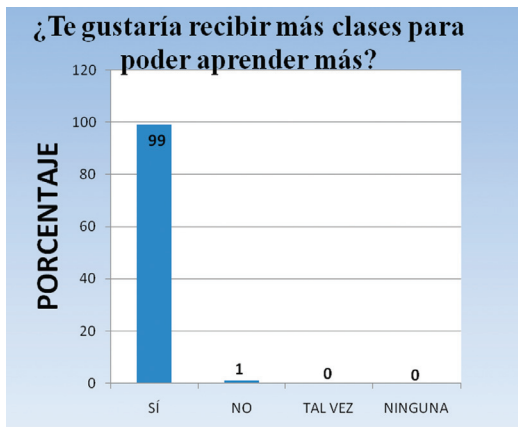


Interpretación de los resultados: De los 72 niños encuestados/as, el 80% dio la respuesta correcta (buena alimentación e higiene); un 11%, opina que solo es necesaria una buena higiene para prevenir enfermedades; el 6% dice que solo una buena alimentación es necesaria para prevenir enfermedades, y el 3% no escogió ninguna de las respuestas anteriores, considerándose una respuesta incorrecta.

Interpretación de los resultados: De los 72 niños encuestados/as, el 96% sabe que, para estar sanos, deben comer frutas, verduras y carnes; el 1% considera que para no enfermarse debe comer chicles y

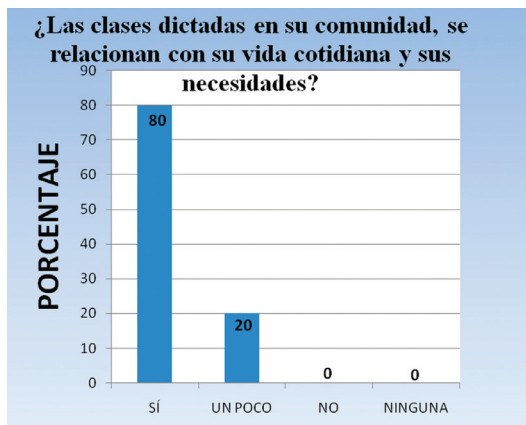


chupetes, y el 3% considera que para encontrarse en buen estado de salud, debe comer chocolates. Ningún participante escogió la última opción.



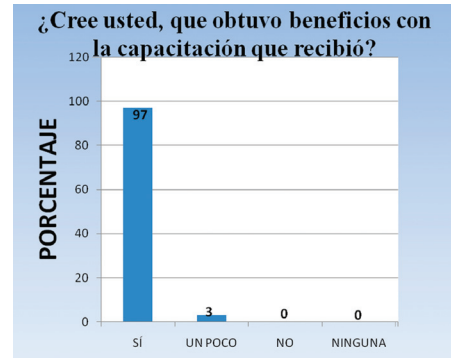
Interpretación de los resultados: De los 72 niños encuestados/as, al 99% le gustaría recibir más clases acerca del tema para aprender, mientras al 1% no le interesa saber recibir más respecto al tema. Nadie escogió las dos opciones restantes.

Análisis de resultados de la encuesta de impacto en madres y/o padres de familia

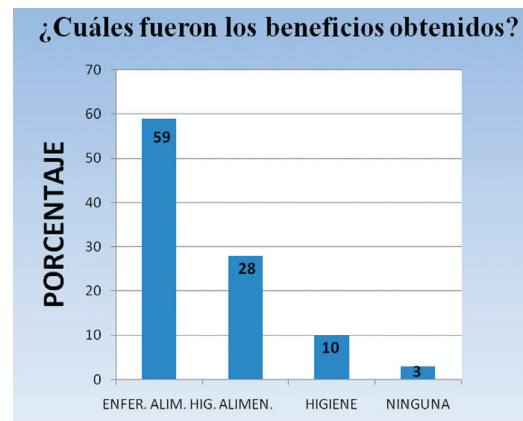


Interpretación de los resultados: De los 61 adultos encuestados/as, el 80% considera que las clases dic-

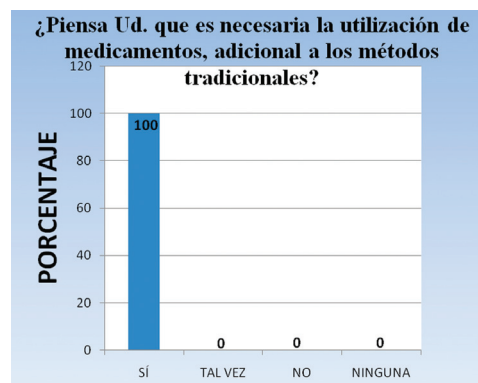
tadas en su comunidad, se relacionan con su vida cotidiana y sus necesidades, y el 20% cree que se relacionan un poco, sin existir personas encuestadas que escojan las dos opciones restantes.



Interpretación de los resultados: De los 61 adultos encuestados, el 97% cree haber tenido beneficios con la capacitación recibida mientras un 3% considera que los beneficios son pocos, sin existir personas que escojan las dos últimas opciones.

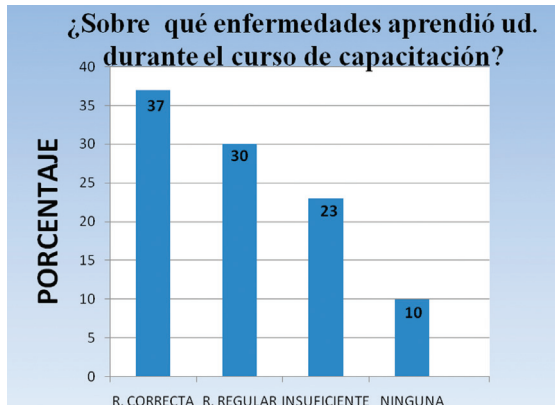


Interpretación de los resultados: De los 61 adultos encuestados/as, el 59% respondió de forma correcta (aprender sobre enfermedades, importancia de la alimentación e higiene), el 28% dio una respuesta regular (escogieron dos de las opciones: aprender sobre

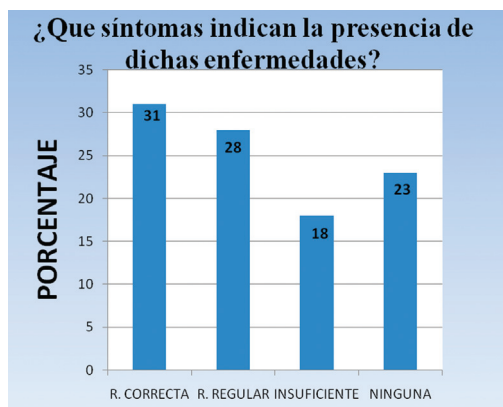


la alimentación e higiene), el 10% escogió solo una de las respuestas, y el 3% no escogió ninguna de las respuestas anteriores.

Interpretación de los resultados: De los 61 adultos encuestados/as, el 100% piensa que es necesaria la utilización de medicamentos para curar enfermedades, adicionalmente a los métodos tradicionales utilizados.

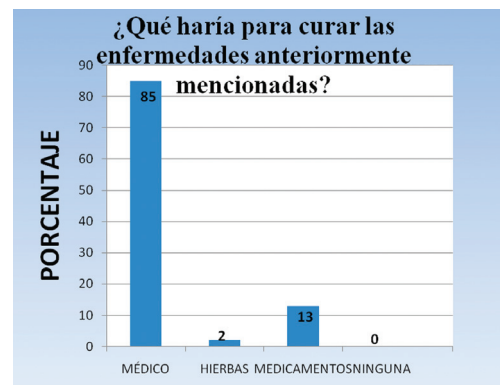


Interpretación de los resultados: De los 61 adultos encuestados, el 37% dio la respuesta correcta (infecciones respiratorias, diarrea, parasitosis, desnutrición, infecciones de la piel), el 30% mostró una respuesta regular (solamente nombraron tres de las enfermedades anteriormente mencionadas), el 23% respondió de forma insuficiente (nombraron una o dos de las enfermedades anteriormente mencionadas), y el 10% restante, escribió una respuesta incorrecta, al no escoger ninguna de las opciones anteriores.



Interpretación de los resultados: De los 61 adultos encuestados/as, el 31% dio la respuesta correcta (dieron dos síntomas de cada una de las enfermedades analizadas. Para la gripe: tos y dolor de garganta; para la parasitosis: cólicos y niños barrigones; para

la diarrea: deposiciones líquidas y frecuentes; para la desnutrición: baja de peso y cansancio; y, para las infecciones de la piel: comezón y descamación). Un 28% dio una respuesta regular (solamente se refirieron a un síntoma de cada enfermedad), el 18% respondió de forma insuficiente (nombraron indistintamente síntomas de algunas de las enfermedades, sin referirse a todas y de manera no específica), mientras el 23% restante, dio una respuesta incorrecta, por no escoger ninguna de las opciones anteriores.

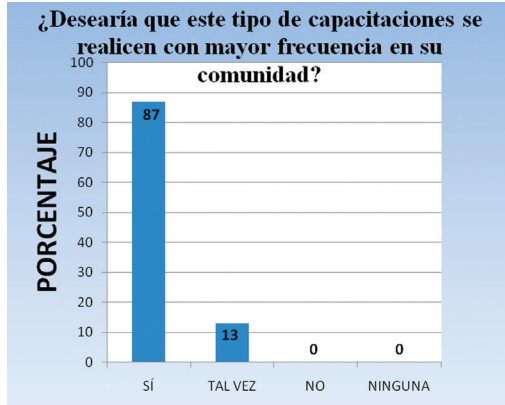


Interpretación de los resultados: De los 61 adultos encuestados/as, el 85% considera necesario, en caso de enfermedad, acudir inmediatamente al médico/a, el 2% prefiere seguir con sus métodos tradicionales de curación (infusiones de hierbas y rituales con animales de campo), el 13% manifiesta que prefieren ir a las farmacias a comprar los medicamentos que les recomienden, y nadie escogió la última opción.

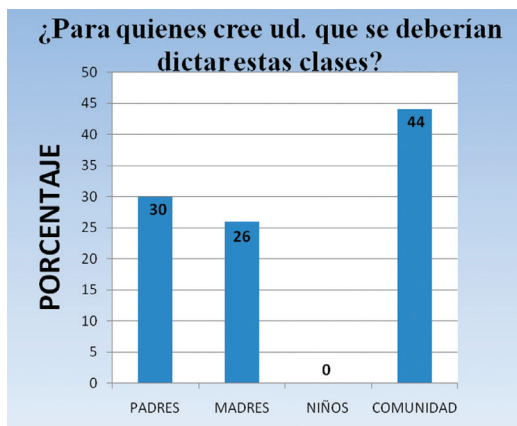


Interpretación de los resultados: De los 61 adultos encuestados/as, el 61% respondió correctamente la pregunta (buena alimentación, buena higiene personal y del entorno, y protección personal a los factores climáticos), el 20% dio una respuesta regular (solo nombraron dos de las medidas preventivas anteriormente mencionadas), el 11% mostró una respuesta insuficien-

te (solo nombraron una de las medidas preventivas), y el 8% escribió una respuesta incorrecta, ya que no escogieron ninguna de las opciones anteriores.



Interpretación de los resultados: De los 61 adultos encuestados/as, el 87% contestó que sí estarían interesados en que se realicen más capacitaciones de este tipo en su comunidad, el 13% opinó que tal vez.



Interpretación de los resultados: De los 61 adultos encuestados/as, el 30%, opina que estas capacitaciones deberían darse a los padres y madres de familia; el 26% opina que solo a las madres de familia, ninguno de los encuestados/as opina que se deberían dar solo a los niños/as, mientras que el 44% cree que es necesario que dichas capacitaciones se realicen para toda la comunidad.

Discusión

- Las madres y/o padres de familia, se encuentran en un número menor al de los alumnos, porque algunos no quisieron de manera voluntaria participar en el proyecto.

- En las comunidades de Santa Rosa y Santa Lucía de Chuquipogyo, existió mucho apoyo y responsabilidad por parte de los integrantes de este proyecto, no siendo así en la comunidad de San Rafael de Chuquipogyo, donde los padres y madres de familia, faltando cuatro semanas para la culminación del proyecto, decidieron no asistir a las capacitaciones, argumentando falta de tiempo, por lo que se retrasó el cronograma de actividades durante dos semanas, recuperando esas clases luego de haber dialogado con los convocados/as.
- Debido a las gestiones realizadas, tanto la Jefatura Política del cantón Guano, como con el Gobierno Parroquial de San Andrés, y dentro de sus posibilidades, ayudaron a las comunidades objeto de estudio, suministrándoles mascarillas para evitar afecciones respiratorias por aspiración de ceniza, debido a la erupción del volcán Tungurahua, y actualmente, están realizando la tramitación necesaria para obtener los recursos y cubrir algunas necesidades de las mencionadas comunidades.

4. Conclusiones

- Se logró educar, con la utilización de material didáctico adecuado y de manera efectiva, al 75% de los adultos y niños de las comunidades en estudio, determinando así un aumento significativo del nivel de conocimientos con respecto a la salud, las enfermedades prevalentes y la importancia de la manipulación y el uso racional de los medicamentos.
- Se determinaron cuáles son las enfermedades prevalentes en cada comunidad, tomando en cuenta los datos recopilados en la DPSCH y el puesto de salud de Tuntatacto, mismos que fueron corroborados por las encuestas de diagnóstico realizadas al inicio del proyecto a todas las personas que participaron en la capacitación.
- Las personas que recibieron la capacitación, aparte de aumentar su nivel educacional, experimentaron una concienciación sobre la salud y lo importante que es prevenir las enfermedades, cambiando algunas costumbres inadecuadas de su estilo de vida (mala alimentación, falta de higiene personal y del entorno, falta de agua potable, escasez de letrinas,

etc.), de acuerdo a lo expresado en las encuestas de impacto, realizadas de manera individual.

- El impacto positivo alcanzado con la realización del proyecto en las comunidades de Santa Rosa,

San Rafael y Santa Lucía de Chuquipogoyo, fue del 82% en los niños/as de entre 4 y 7 años de edad, y del 67% en los adultos/as, obteniendo una efectividad total del proyecto en un rango del 75%, aproximadamente.

Referencias bibliográficas

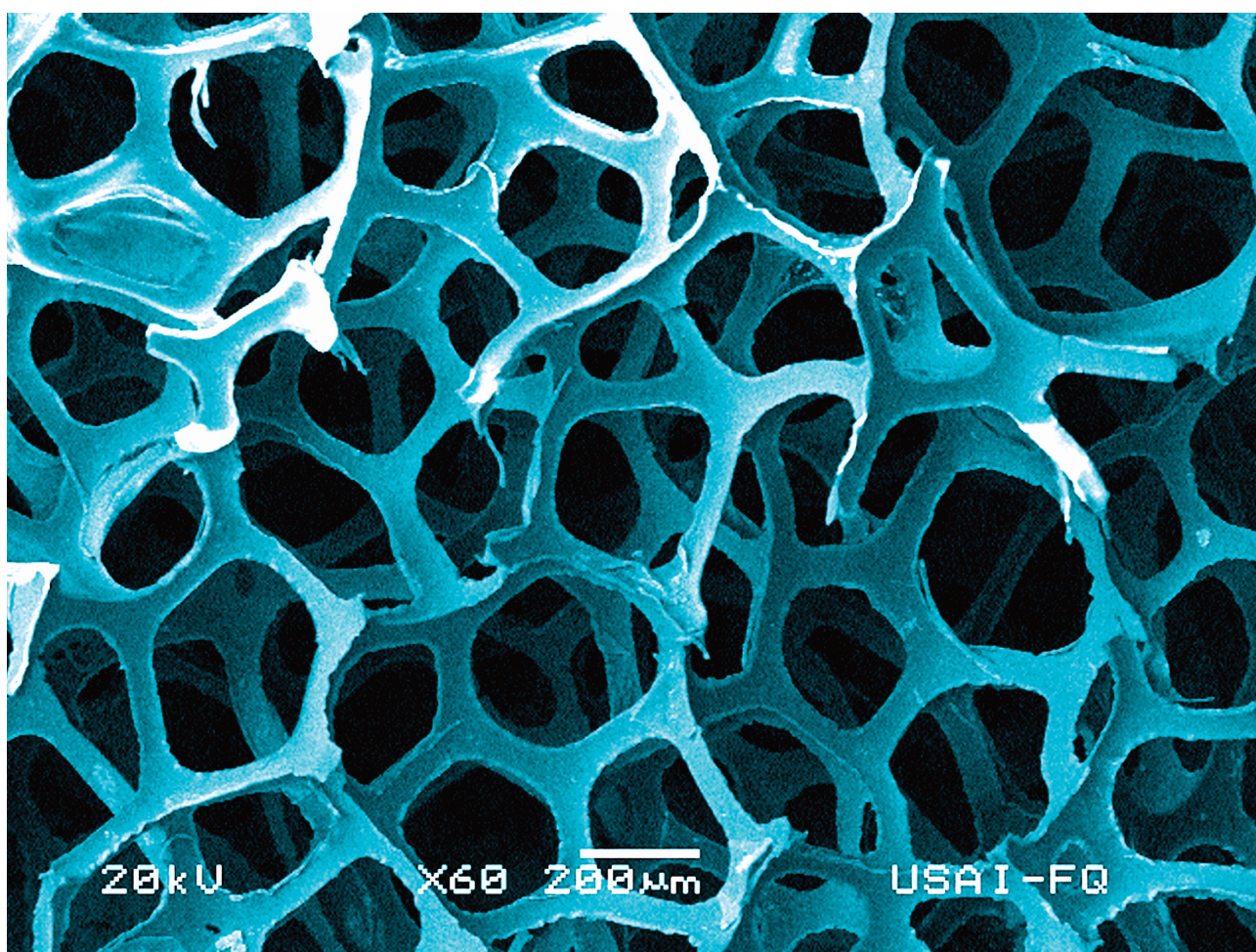
1. ASAMBLEA CONSTITUYENTE (2008) Constitución del Ecuador 2008, Quito – Ecuador, 217 págs.
2. BOWER, B. y WERNER, D. (1993) Aprendiendo a Promover la Salud, Editado por la Fundación Hesperian, Palo Alto - California, Segunda Edición, 640 págs.
3. MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA (2008) Indicadores Básicos de Salud Ecuador 2008, Editado por la Comisión de Indicadores Básicos de Salud y el equipo técnico, Quito – Ecuador, 17 págs.
4. WERNER, D., THUMAN, C. y MAXWELL, J. (2007) Donde no hay doctor, Editorial Pax – México, Distrito Federal – México, Segunda Edición, tercera actualización, 425 págs.
5. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS Y CENSOS (INEC) (2006) La población indígena del Ecuador, Quito, Ecuador, Primera Edición, Talleres gráficos del Inec.

Páginas Web:

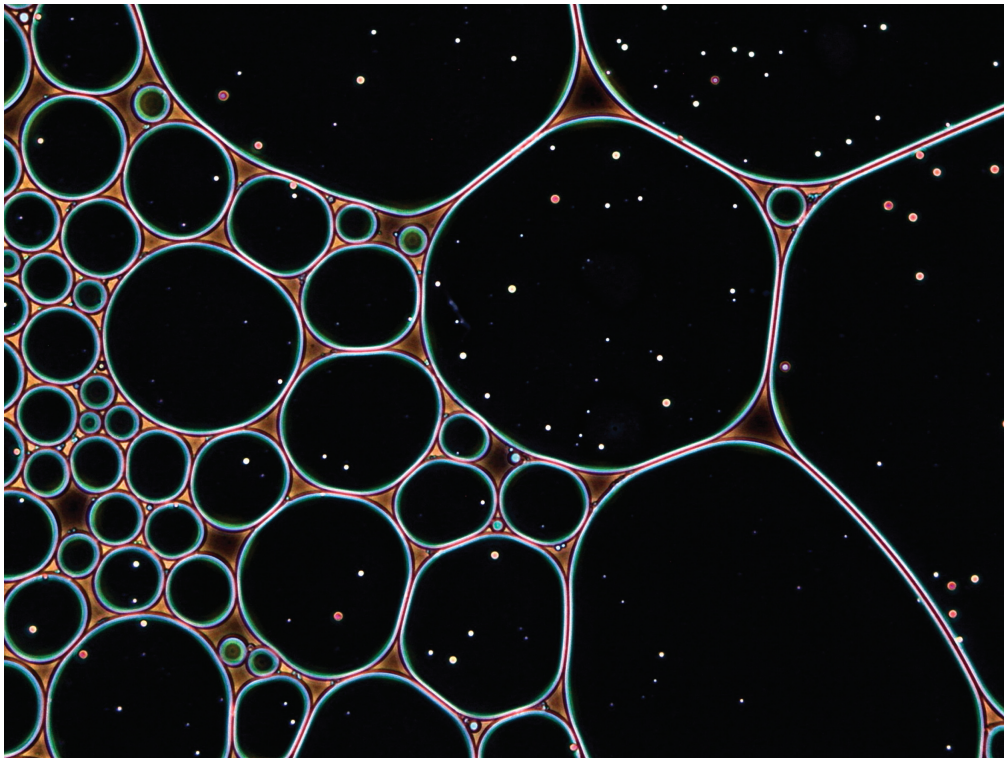
1. Disponible en Internet: www.triasandes.org/index.php?option=comcontent&task=view&id=18&Itemid=136 (citado el 5 de noviembre del 2009; 12h54).
2. Disponible en Internet: http://www.flasco.org.ec/docs/Im_desarrollorural.pdf (citado el 7 de noviembre del 2009; 15h47).
3. Disponible en Internet: http://www.sld.cu/galerias/pdf/servicios/medicamentos/promocion_del_uso_racional_de_medicamentos_1.pdf (citado el 11 de noviembre del 2009; 10h12).
4. Disponible en Internet: <http://www.facmed.unam.mx/deptos/salud/censenanza/spi/fundamentos/navarro.pdf> (citado el 21 de abril del 2010; 11h05).
5. Disponible en Internet: <http://apps.who.int/medicinedocs/en/d/Jh2973s/3.html> (citado el 21 de abril del 2010; 12h01).

Finalistas del Concurso de Fotografía

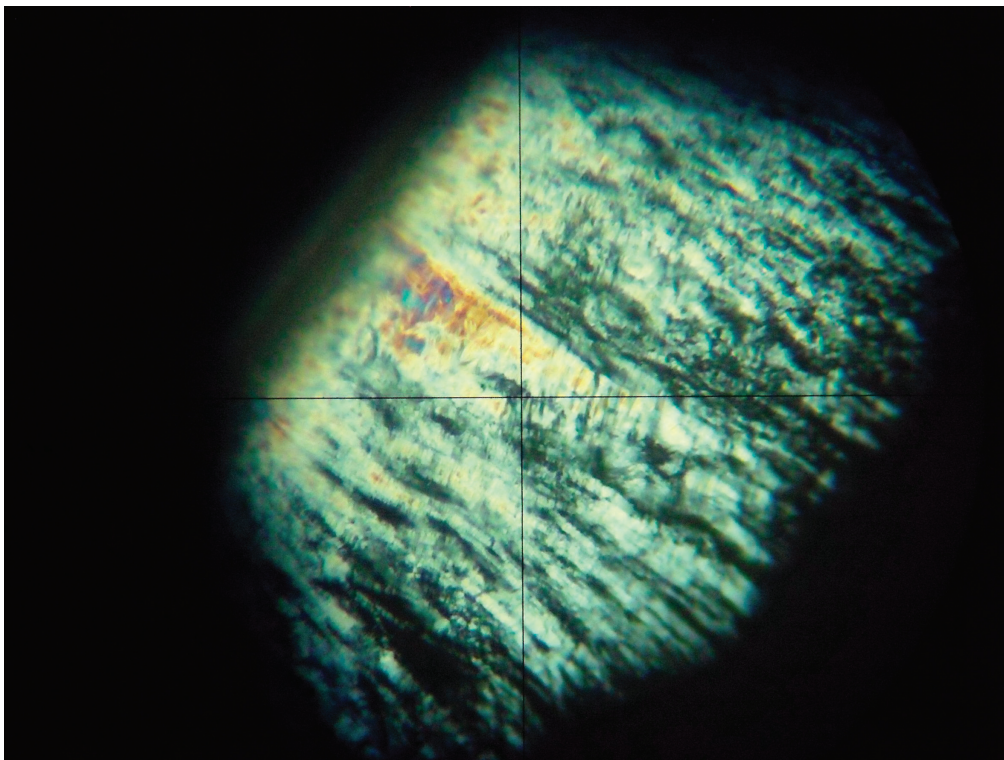
Organizado por la Facultad de Ciencias Químicas
por el Año Internacional de la Química 2011



Microscopía electrónica de barrido de espuma de poliuretano con cobertura de oro,
Autor: Dr. Ronny Flores



Emulsión altamente concentrada de fase interna aceite y fase externa agua con contraste. Autor: Dr. Pablo Bonilla



Cristales líquidos hexagonales liotrópicos anisotrópicos de una mezcla de lecitina-agua-aceite de ricino con polarizador cruzado. Autor: Diego Lucero

Instrucciones para los autores

La revista **QUÍMICA CENTRAL** publica artículos originales en todos los campos de la química que contengan resultados de investigaciones experimentales, teóricas o aplicadas, que no hayan sido publicados anteriormente ni que estén bajo consideración en otras revistas.

Recepción de manuscritos

Los manuscritos se recibirán solamente por vía electrónica, en formato de Microsoft Office Word u Open Office Writer para Windows, al correo del Consejo Editorial (revista.fcq@uce.edu.ec) con un máximo de 5 MB por archivo. Los manuscritos para ser evaluados no deben haber sido anteriormente publicados en ningún medio físico o electrónico. El manuscrito debe ir acompañado de una carta o un texto de correo electrónico solicitando al Consejo Editorial su publicación e indicando que el mismo no ha sido publicado previamente, ni está siendo evaluado para su publicación en otra revista y que todos los autores que aparecen en el manuscrito conocen y aceptan el contenido del mismo.

Revisión y publicación

Cada manuscrito recibido será sometido a un proceso de evaluación por revisores calificados. La identidad de los revisores es confidencial y sus nombres no serán revelados al autor. La decisión sobre la publicación del manuscrito se notificará por correo electrónico a la persona de contacto junto con el informe de los revisores.

Formato del manuscrito

El manuscrito debe ser redactado en tamaño de papel A4 (21x29.7 cm), márgenes derecho, izquierdo, superior e inferior de 2.0 cm. Todo el texto debe estar escrito a doble espacio y alineado a la izquierda. El tamaño de letra debe ser 12 Times, estilo de fuente normal, usar cursiva para los nombres en latín de organismos vivos. No sangrar la primera línea de cada párrafo luego de punto aparte o de un título. No van espacios en blanco entre los párrafos. Deberá emplearse el Sistema Internacional de Unidades (SI), tanto en el texto, cuanto en las figuras y tablas. No utilizar división automática de palabras para separar sílabas. En lo posible no emplear notas al pie de página. Los subtítulos van numerados en negrita Times 12, alineados a la izquierda. Después del número va punto y espacio, la primera letra con mayúscula. El límite del manuscrito es de 5.000 palabras.

Organización del manuscrito

Las secciones del manuscrito son:

- Título
- Nombre(s) del autor(es) y afiliación(es)
- Resumen y palabras claves
- Title
- Abstract y key words
- 1. Introducción
- 2. Parte experimental
- 3. Resultados y discusión
- 4. Conclusiones
- Agradecimientos (opcional)
- Referencias

Título

El título debe ser claro, conciso y escogido cuidadosamente para reflejar el contenido del trabajo reportado. No utilizar abreviaturas.

Nombre(s) del autor(es) y afiliación(es)

Para listar los autores del trabajo, poner el primer nombre y el/los apellido(s) de todos los investigadores que han hecho una sustancial

contribución al trabajo. El nombre del autor principal irá en primer lugar y al final el nombre del tutor, jefe de laboratorio o director del proyecto. Deben omitirse todos los títulos, ocupaciones y grados académicos como: Prof., Coord., Dr., Lcdo., MSc, PhD. Después de los autores poner la afiliación (nombre y dirección de la institución) de cada uno y con letras superíndices relacionar la afiliación con los autores. Señalar el contacto o a quien va dirigida la correspondencia con un asterisco (*) sobre el apellido y agregar el correo electrónico. Si el autor a quien va dirigida la correspondencia ya no está en la institución donde el trabajo fue realizado, colocar la dirección actual como una nota al pie de página marcada con un asterisco (*).

Resumen

Todos los manuscritos deben tener un resumen del trabajo realizado. Contiene una clara indicación del objetivo, los resultados más importantes y las conclusiones para que los lectores puedan determinar si el texto completo será de su interés. Debe estructurarse en un sólo párrafo, no debe exceder las 200 palabras y no debe incluir ecuaciones ni referencias.

Palabras claves: Colocar de tres a cinco palabras claves.

Title

Poner el título del manuscrito en inglés.

A continuación colocar la palabra "**Abstract**" y escribir el contenido del resumen en inglés. Después, escribir "**Key words:**" y poner las palabras claves en inglés.

Introducción

En la introducción debe indicarse claramente el propósito y los objetivos de la investigación. No debe incluirse una revisión extensa de trabajos previos, solamente una revisión bibliográfica relevante. La introducción no debe extenderse más de dos páginas a doble espacio.

Parte experimental

El reporte del trabajo experimental debe incluirse en la sección experimental. Esta sección debe presentar una descripción clara y sin ambigüedades de los materiales, métodos y equipos utilizados con suficiente detalle que permita la reproducción del trabajo por otros investigadores. Debe evitarse descripciones repetitivas de un procedimiento general. La sección debe estar dividida en subsecciones. Debe indicarse explícitamente las precauciones de manejo de material peligroso o de procedimientos peligrosos y, en caso de uso de animales, la aprobación correspondiente por el comité ético local.

Resultados y discusión

La función de esta sección es presentar objetivamente los principales resultados y su interpretación en una secuencia lógica. No debe incluirse detalles experimentales y debe redactarse en tiempo pasado. Se recomienda utilizar material ilustrado como tablas y figuras para mostrar los resultados. No debe presentarse el mismo resultado en tablas y en figuras. Debe indicarse el procedimiento estadístico empleado para analizar los resultados y reportar el nivel de significancia utilizado. Debe relacionarse los resultados del artículo con lo encontrado en otros estudios similares.

Conclusiones

Esta sección resume brevemente las principales conclusiones del trabajo y no debe ser un duplicado de la información del resumen (abstract) ni repetir puntos de la discusión. La conclusión debe estar basada en la evidencia presentada.

Agradecimientos (opcional)

Esta sección puede usarse para agradecer discusiones de otros investigadores o asistencia técnica de personas que no son coautores del trabajo. También, puede agradecerse la asistencia económica o donación de reactivos.

Referencias

Deben listarse y enumerarse todas las referencias bibliográficas en el orden que aparecen en el manuscrito. En el texto del manuscrito, la referencia se cita usando números arábigos entre corchetes [1]. No deberá incluirse en la referencia material bibliográfico que no haya sido señalado explícitamente con un número en el texto. Los nombres de revistas deben ir completos y no abreviados. Para el formato de las referencias utilizar el Administrador Automático de Fuentes de Microsoft Office Word, versión 2007 o superior. En el administrador de fuentes seleccionar el estilo APA (American Psychological Association).

Ecuaciones

Las ecuaciones deben estar enumeradas consecutivamente, con el número entre paréntesis (1) y alineado a la derecha.

Estructuras químicas

Las estructuras químicas deben dibujarse usando cualquier programa para el efecto como: ChemDraw, ISIS/Draw, ChemSketch u otros. Deben utilizarse los parámetros establecidos para publicaciones ACS.

Caracterización de compuestos

Para todos los compuestos nuevos, debe proveerse evidencia que permita establecer su identidad y grado de pureza. La evidencia de la identidad de compuestos nuevos debe incluir espectros de ¹H-RMN, ¹³C-RMN, HRMS o datos de análisis elemental. Para compuestos sintetizados y que han sido previamente reportados en la literatura, debe citarse el método de preparación y los datos de la bibliografía usados para confirmar la identidad del compuesto y debe indicarse las técnicas empleadas para determinar su pureza.

Figuras, esquemas y tablas

Todas las figuras, esquemas y tablas deben mencionarse en el texto en orden consecutivo y numeradas independientemente con números arábigos. Los títulos van en negrita y con mayúscula la primera letra, después del número va punto (Tabla 1.). Luego, sin negrita, la descripción de la figura, esquema o tabla. Las descripciones deben ir justificadas, por debajo de las figuras y esquemas y por encima de las tablas. Los títulos y descripciones deben ser auto-comprensibles, es decir, que expliquen adecuadamente lo que representan. Las figuras, esquemas y tablas se intercalarán en el texto después de su primera mención. Las figuras pueden ser gráficos realizados en Microsoft Office Word, Excel o similares o fotografías en blanco y negro o a color digitalizadas en alta resolución (300 dpi). Los esquemas son las secuencias de una reacción y se realizarán usando cualquier programa para dibujar estructuras químicas (ver Estructuras químicas). Las Tablas estarán en formato de Word o similar y no insertadas como imagen. Para las Tablas utilizar sólo bordes horizontales (superior, inferior y títulos). Diseñar las tablas, esquemas y figuras para que se ajusten al ancho de una (aprox. 8 cm) o dos (aprox. 17 cm) columnas de la revista y comprobar que las leyendas sean legibles.

Bibliografía recomendada:

- Anderson, G. (2004). How to write a paper in scientific journal style and format. Recuperado el 15 de enero de 2010, de sitio Web de Bates College: <http://abacus.bates.edu/~ganderso/biology/resources/writing/HTWtoc.html>
- Coghill, A. M., & Garson, L. R. (Edits.). (2006). The ACS Style Guide: Effective Communication of Scientific Information (Third ed.). New York: Oxford University Press.
- Day, R. A. (2005). Cómo escribir y publicar trabajos científicos (Tercera ed., Vol. 598). (M. Sáenz, Trad.) Washington, DC: Organización Panamericana de la Salud.



Esta edición que consta de 1500 ejemplares en papel couché de 115 grs., se terminó de imprimir el 28 de febrero de 2013, siendo Rector de la Universidad Central del Ecuador el señor Dr. Edgar Samaniego Rojas, y Director de la Editorial Universitaria el señor MSc. Edison Benavides Benítez.
