



PCTI

Revista Científica de Divulgación, Publicación cuatrimestral

Se pueden reducir los riesgos sísmicos?

Sustentabilidad y seguridad alimentaria en el sistema productivo maíz en Chiapas.
La Red Interuniversitaria de Ingeniería Sísmica, para la reducción del riesgo sísmico en México.
Reducción de la vulnerabilidad sísmica en viviendas guerrerenses con base en el comportamiento observado durante el sismo de diciembre del 2011 en Zumpango, Guerrero.
Identificación de biomarcadores proteómicos del intestino del mosquito *Anopheles albimanus* transmisor de la malaria en México, infectado con *Plasmodium berghe*



CONVOCATORIA DE ADMISIÓN 2019

DIRECTORIO

DIRECTOR GENERAL Y EDITOR

Dr. Héctor Nolasco Soria
 hnolasco@pcti.mx
 hnolasco2008@hotmail.com
 pctihnolaco@gmail.com

SUSCRIPCIONES Y CIRCULACIÓN

M.en C. Laura Patricia Alzaga Mayagoitia
 lauraalzaga@hotmail.com

COMITÉ REVISOR

Dr. Fernando Vega Villasante
 Universidad de Guadalajara

Dra. Olimpia Carrillo Farnés
 Universidad de La Habana

M.enC. Laura Alzaga Mayagoitia
 INTERCACTI

OFICINAS

Guasinapí No. 180, Esq. Aquiles Serdán
 Col. Guaycura
 La Paz, Baja California Sur
 México, 23090
 Tel: (612) 124 02 45

La Academia Mexicana de Ciencia, Tecnología e Innovación, A.C. (AMECTIAC) es una organización integrada por mexicanos comprometidos, de todo el territorio nacional, que aportan su experiencia académica, científica, tecnológica y de gestión, para la propuesta de políticas públicas nacionales, regionales y estatales orientadas al fortalecimiento de los sistemas de ciencia, tecnología e innovación, que impulsen la generación y aplicación de conocimiento para el desarrollo sustentable de México y sus regiones, con una visión de largo aliento.

En cumplimiento con la Cláusula Quinta inciso A y Cláusula Sexta, de sus Estatutos, la AMECTIAC

Convoca

A empresarios, académicos, investigadores, divulgadores y gestores científicos y tecnológicos que trabajen o hayan trabajado en el sector educativo, científico, tecnológico, industrial y de innovación en México, a presentar solicitud de admisión para ser miembros Regulares de la AMECTIAC.

De acuerdo a la Cláusula Sexta, inciso b:

Para ser candidato a miembro regular de la AMECTIAC se requiere:

- i). Que la candidatura sea propuesta por escrito al Secretario de la AMECTIAC.
- ii). Que indique las razones por las cuáles considera su ingreso a la AMECTIAC.
- iii). Que la solicitud sea acompañada del curriculum vitae del candidato y documentos principales que avalen su CV (en formato electrónico) y de una carta del candidato en que éste manifieste su anuencia de ser candidato, especialidad y disposición para el cumplimiento del objeto de la AMECTIAC.

Para la presentación de solicitudes, los candidatos deberán requisitar los formatos 1. Carta de candidatura, 2. Descripción de la especialidad, y enviarlos junto con el CV y Documentos selectos de su CV a la Dra. Amy Arellano Huacuja, Secretaria de la AMECTIAC y al Dr. Hiram Medrano Roldán, Director de Admisión y Membresía, a los correos: hiramdurango@yahoo.com.mx, amy@prodigy.net.mx.

Durango, Durango, 30 de Abril de 2019.

Atentamente,

Dr. Hiram Medrano Roldán
 Director de Admisión y Membresía

Sustentabilidad y seguridad alimentaria en el sistema productivo maíz en Chiapas.	1
La Red Interuniversitaria de Ingeniería Sísmica, para la reducción del riesgo sísmico en México .	5
Reducción de la vulnerabilidad sísmica en viviendas guerrerenses con base en el comportamiento observado durante el sismo de diciembre del 2011 en Zumpango, Guerrero.	9
Identificación de biomarcadores proteómicos del intestino del mosquito <i>Anopheles albimanus</i> transmisor de la malaria en México, infectado con <i>Plasmodium berghei</i> .	13

Foto de portada: María Eugenia Estrada Álvarez

CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN PARA EL DESARROLLO DE MÉXICO, es una publicación cuatrimestral editada por Héctor Gerardo Nolasco Soria, Director General del Programa de Ciencia, Tecnología e Innovación para el Desarrollo de México, Guasinapí No. 180, esq. Aquiles Serdán, Col. Guaycura, La Paz, Baja California Sur, 23090, México, Tel. 612 124 02 45, <http://pcti.mx>, hnolasco2008@hotmail.com, Editor Responsable: Héctor Nolasco Soria. Reserva de Derechos al uso exclusivo No. 04-2010-052411265700-102, ISSN 2007-1310. Responsable de la última actualización de este número, Dr. Héctor Nolasco Soria, Guasinapí No. 180, esq. Aquiles Serdán, Col. Guaycura, La Paz, Baja California Sur, 23090, México, Tel. 612 124 02 45, fecha de la última modificación 30 de abril de 2019. Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del Editor de la Publicación. La información, imágenes, opinión y análisis contenidos en esta publicación son responsabilidad de los autores.

Sustentabilidad y seguridad alimentaria en el sistema productivo maíz en Chiapas

María Eugenia Estrada Álvarez

Universidad Autónoma de Chiapas. Facultad de Contaduría y Administración CI

quenyalvarez@hotmail.com

Abstract

From observing the productivity and competitiveness challenges facing producers to supply domestic demand for food, the aim of this investigation was to determine the sustainability of corn-tortilla chain in the Frailesca region in Chiapas. The quantitative approach yielded information on the cultivation and production structure and the qualitative approach, the opinion and feelings of the actors. The results show the deteriorating peasant agricultural sector, the inability to food supply and environmental degradation because of the intensive use of imported pollutants agrochemicals, putting food security and quality of life of farmers at risk.

Keywords: food security, sustainability, corn tortillas.

Resumen

A partir de observar los retos de productividad y competitividad que enfrentan los productores para abastecer la demanda interna de alimentos, el objetivo de la presente investigación fue identificar aspectos vinculados a la sustentabilidad del sistema maíz-tortilla, en la región Frailesca de Chiapas. El método cuantitativo permitió conocer la estructura productiva del cultivo, mientras que el cualitativo, la opinión y el sentir de los actores. Los resultados muestran el franco estancamiento del sector agrícola campesino, la incapacidad para el abasto de alimentos y el deterioro del ambiente ante el uso intensivo de agroquímicos contaminantes importados, poniendo en riesgo la seguridad alimentaria y calidad de vida de los productores.

Palabras clave: seguridad alimentaria, sustentabilidad, maíz-tortillas.

Área temática: Área 5. Ciencias sociales.

Problemática

El maíz es el cultivo más importante en cuanto volumen de producción, superficie sembrada y número de productores, además de ser el alimento básico para la mayoría de la población en México (Appendini 2001, Esteva 2003); sin embargo, el desmantelamiento y privatización del aparato estatal de apoyo a la producción y distribución de maíz, financiamiento y servicios sectoriales, han agudizado la limitada capacidad del sector agrícola para cubrir la creciente demanda del mercado doméstico en México. La situación que se agravó con la apertura comercial signada en el Tratado de Libre Comercio con América del Norte (TLCAN) y la consecuente eliminación de los aranceles, así como el incremento de las importaciones, con el argumento de que “es más barato importar que producir el grano” (Appendini 2001), dejando a un lado la calidad de los alimentos, los efectos adversos en la producción agrícola, el abandono del campo y la pérdida de empleos e ingresos para el sector.

El presente proyecto pretende analizar la relación de los elementos indicadores de la sustentabilidad en el sistema productivo y alimentario maíz en la región Frailesca de Chiapas, para conocer su capacidad de cubrir la demanda interna de alimentos en México, generar ingresos y bienestar de vida a los productores. Su importancia se vislumbra en la identificación de elementos a considerar en la formulación de políticas públicas, programas de acción y acciones conjuntas que contribuyan a la mejora de la seguridad alimentaria en México de modo sustentable, más allá de la visión productivista.

Usuarios

Los usuarios propuestos son las dependencias federales como la Secretaría de Agricultura y

Ciencia, Tecnología e Innovación para el Desarrollo de México

Desarrollo Rural (SADER), dependencias estatales y municipales encargadas del desarrollo agropecuario, socioeconómico y productores en el sector agrícola.

Proyecto

El objetivo planteado consideró conocer la relación de los elementos indicadores de la sustentabilidad en el sistema productivo y alimentario maíz en la región Frailesca de Chiapas (Fig. 1), con el fin de explicar su contribución a la demanda interna de alimentos en México, generación de ingresos y calidad de vida a los productores. Se basó en el concepto de sustentabilidad y sus elementos indicadores, tales como, la conservación del ambiente, de los recursos genéticos, del uso de técnicas apropiadas; y en la perspectiva económica, el incremento de los rendimientos del grano, la obtención de mayores tasas de rentabilidad y bienestar para los productores (Von der Weid, 1994).

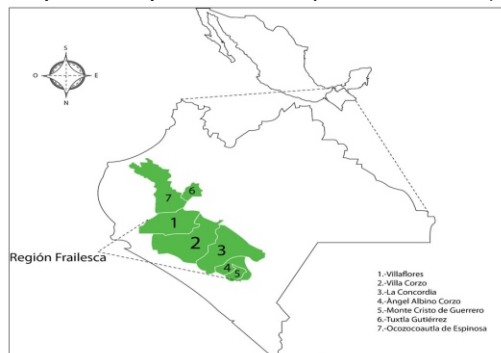


Figura 1. Ubicación de la región Frailesca
(Fuente: María Eugenia Estrada Álvarez)

La investigación científica realizada fue de tipo explicativa, dado que se interesó en favorecer la explicación de la dinámica que impera en el sistema productivo. El diseño de investigación fue mixto, con elementos cuantitativos para conocer las características económicas de la trayectoria del cultivo –volumen, superficie, rendimientos, precios– consultándose diferentes bases de datos estadísticos, como los del Instituto Nacional de Geografía y Estadística (INEGI), del Sistema de Información Agrícola y Pecuaria (SIAP) de la SAGARPA. En la investigación cualitativa, la aplicación de entrevistas a profundidad permitió conocer el comportamiento habitual de los actores en sus respectivos ambientes naturales; se recopiló

información sobre formas de pensar, sentir, historia productiva, la tecnología empleada, las formas de comercialización, los apoyos recibidos y sus experiencias en el proceso de transferencia de tecnología agrícola.

En el período 2001-2012, la superficie de cultivo presentó tendencia negativa del 61.5%, ya que pasó de 144,169 a 55,537 ha; el volumen de producción disminuyó cerca del - 52.8 %, en el período 2001-2007 (de 378,256 a 199,760 toneladas); con una ligera recuperación a 241,936 toneladas en 2011, en comparación al 2001, las variaciones en el volumen de producción a pesar de la disminución en la superficie de cultivo, tienen estrecha relación con el incremento de los rendimientos por hectárea, de 2.6 a 4.0 t·ha⁻¹ (Tabla 1), se observa un aumento del 91%. La tendencia negativa se atribuye a los cambios en la política pública, sin considerar las consecuencias de promover el abandono del cultivo de maíz. En 1995, se eliminaron los subsidios a la producción y comercialización de maíz, mientras en 2008 el Gobierno de Chiapas decide la promoción de plantaciones de piñón (*Jatropha curcas*) para la producción de biodiesel; propuso apoyar a los productores participantes con un pago único de \$6,310/ha (120 días de salario mínimo) que provendría del programa ProArbol de la Comisión Nacional Forestal (SEMARNAT, 2007). Para recibirlo deberían tener una plantación con un mínimo de 1,600 plantas/ha, (SEMARNAT, 2007 y 2008). Además, los promotores del proyecto estimaban que los productores obtendrían de sus plantaciones de piñón un ingreso de \$16,000 a \$35,000 por hectárea al año (Gobierno del Estado de Chiapas, 2009 y 2010). A lo anterior, se suma los cambios en las condiciones climatológicas, acidez y desertificación de las tierras, ante el creciente uso de agroquímicos y fertilizantes nitrogenados. Los costos de producción también influyen, con insumos importados, cotizados en divisas extranjeras y se relacionan con los bajos precios de venta -determinados en el mercado especulativo internacional al incremento exponencial de las importaciones de maíz a bajos precios -derivados de la política- de apertura comercial y la desregulación del mercado, dependencia de las importaciones, y en general, un contexto

macroeconómico adverso. Para los productores empresariales, cuyo objetivo es abastecer al mercado en condiciones rentables, el uso intensivo de paquetes tecnológicos que contienen agroquímicos -semillas, fertilizantes y pesticidas de patente y marcas registradas- les representa una fórmula para aumentar el volumen de producción, atenuar los riesgos de las cambios climáticos -sequías o exceso de lluvias- y plagas; en contraparte, han sustituido significativamente el uso de las técnicas y conocimientos tradicionales de cultivo, la conservación y uso de semillas criollas y el uso de fertilizantes y plaguicidas naturales. El monocultivo del maíz, además de la pérdida de material genético, ha eliminado el sistema de milpa, de origen prehispánico, en donde el maíz se siembra como cultivo principal, junto con otros cultivos como el frijol y la calabaza, que en conjunto son fuente importante de abasto de alimentos para autoconsumo y fuente generadora de ingresos adicionales.

Tabla 1. Producción de maíz en la Frailesca

Año	Superficie (ha)	Producción (ton)	Rendimientos (ton/ha)
2001	144,169	378,256	2.62
2002	157,660	428,150	2.72
2003	136,405	389,402	2.86
2004	95,069	289,758	3.05
2005	87,645	287,062	3.28
2006	96,688	294,786	3.05
2007	43,287	165,454	3.82
2008	44,627	185,019	4.15
2009	49,118	167,965	3.42
2010	53,731	219,481	4.08
2011	54,338	241,937	4.45
2012	55,537	199,760	3.6

Fuente Elaboración propia con datos del SIAP,

Los datos revelan que el 96% de los entrevistados en la localidad conocen los problemas de erosión, contaminación de los mantos freáticos y salud asociados al manejo inadecuado de plaguicidas; no obstante, la negación del peligro y la minimización de los riesgos son una constante. Solo por citar un ejemplo, la falta de uso de equipos de protección adecuada al aplicar los agroquímicos y la disposición inadecuada de los envases, es casi una generalidad. Alo anterior, se suma la falta de dinero para la compra de semillas y agroquímicos, que excluye a los agricultores en cada ciclo de cultivo y los obliga a buscar otras fuentes de ingresos.

En relación a la comercialización, la producción de maíz para el mercado en las localidades de Villaflores, VillaCorzo, Angel Albino Corzo, de la región Frailesca, se presenta como una de las opciones más importantes; sin embargo, los productores enfrentan grandes retos de competitividad y exclusión ante el incremento exponencial de las importaciones. Considerando como periodo base de comparación, los años 1961-1970, con 145 mil toneladas importadas; ya para el periodo 2001-2011, se compraron 6,743 toneladas, que contabilizan un incremento del 4,650%, el histórico de las importaciones se resume en la Tabla 2.

Tabla 2. Volumen de importaciones de maíz

Período	Volumen de producción (miles de)	% incrementos periodo base*
*1961-1970	145	
1971-1982	1,445	997
1983-1993	2,885	1,990
1994-2000	4,352	3,001
2001-2011	6,743	4,650

Fuente: elaboración propia con datos FAO (2011)

Los precios bajos impulsan la preferencia hacia el grano importado y deprimen los precios en el mercado local. Por ejemplo, el Grupo MASECA (considerada como una gran empresa global, líder en la industria de la harina y principal proveedor del insumo básico a la industria de la tortilla) compra aproximadamente 160 mil toneladas al año, de la producción Chiapaneca, que cubren un 20% de los requerimientos de la planta procesadora de harina, localizada en Chiapas; el resto, es decir, el 80% proviene de Sinaloa o del extranjero (Ramírez, 2012). Una variable multidimensional que amenaza la seguridad alimentaria en torno a la producción de maíz en la región Frailesca, es la sustentabilidad. Los altos costos sociales, económicos y ambientales de la producción, derivan del uso indiscriminado y poco controlado de agroquímicos, degradan los recursos naturales, contribuyendo a la limitada rentabilidad del sistema, e incluso obliga a replantear la importancia

Ciencia, Tecnología e Innovación para el Desarrollo de México

de producir nuestros propios alimentos en condiciones sustentables, a dirigir los esfuerzos de la nación para recuperar la autosuficiencia y soberanía alimentaria, y así, coadyuvar a la disminución de dependencia alimentaria. Tal evidencia, concuerda con lo reportado por Oliva (1998), Galdámez y col. (2008) y Escobar y col. (2011), quienes sugieren que las prácticas agrícolas en diversas localidades de la región Frailesca, Chiapas, son riesgosas para la salud de los pobladores y potencialmente nocivas para el ambiente, ya que utilizan una gran variedad de plaguicidas y fertilizantes nitrogenados. Los agricultores conocen los riesgos y asumen como normal su uso, porque dependen de ellos para la producción; sin embargo, los costos sociales o ambientales asociados al manejo de estas sustancias no son tomados en cuenta. Por otro lado, Ballinas (2011) y Balboa (2011) confirman que la crisis de la actividad agrícola es uno de los factores que manifiestan la imposibilidad de retener la fuerza de trabajo en la región productora.

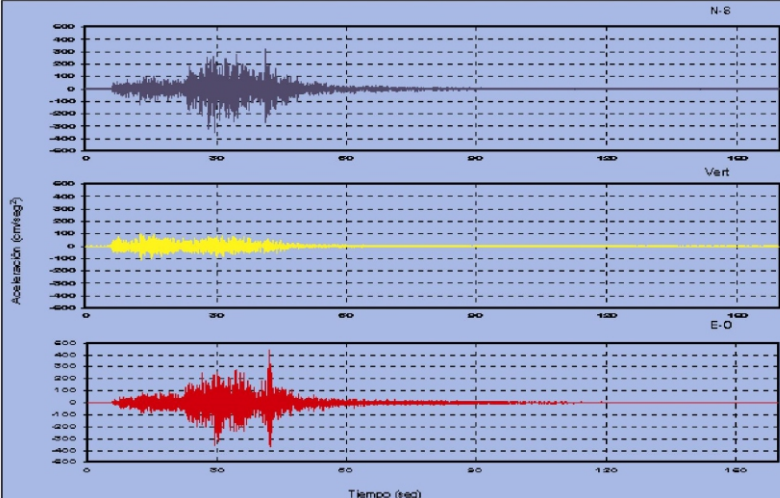
Los productores de maíz sin tierra y jornaleros, en la búsqueda de mejores condiciones de vida, arrendan su fuerza de trabajo en actividades no agrícolas, u otros empleos en el sector servicios y la construcción. Incluso, en los últimos 15 años se ha ocasionado un éxodo hacia otras ciudades de Chiapas y Estados Unidos; situación que tiene a los productores y a la agricultura en un franco deterioro y abandono, además de que las grandes empresas, nacionales y extranjeras, han tomado el control del mercado interno de los alimentos (Villafuerte y García 2008). En conclusión, los hallazgos de este trabajo confirman que el sistema productivo maíz no contribuye a la sustentabilidad y, cada vez, a medida que se adoptan paquetes tecnológicos con visión más productivista se amenaza la seguridad alimentaria.

Impacto socioeconómico

Considerando los recursos productivos y los recursos naturales con los que cuenta el estado de Chiapas, es posible advertir un nicho de mercado enfocado a la producción de maíz de especialidad (maíz criollo y/o azul), que pudiera constituirse en alternativa para los productores minifundistas segregados del ámbito empresarial, valorando la semilla criolla y contribuyendo con la seguridad alimentaria. En este sentido, para que el campo chiapaneco pueda cumplir su papel estratégico como proveedor de alimentos y servicios ambientales, es necesario organizar y privilegiar el consumo de la producción nacional, incrementar las capacidades y habilidades de gestión y conocimiento del mercado entre los productores; plantear soluciones asociadas a las condiciones geográficas, económicas, culturales, demandas y potencialidades particulares de los actores regionales. En la medida que los aspectos anteriores sean considerados por generadores de políticas públicas (policy-makers), se contribuirá a la mejora de la seguridad alimentaria en México, de modo sustentable.

Referencias

- Appendini, K. (2001). De la milpa a los tortibonos la reestructuración de la política alimentaria en México. El Colegio de México, Instituto de Investigaciones de las Naciones Unidas para el Desarrollo Social, México.
- Balboa, F. (2011). "Algunas causas económicas de la migración internacional en Chiapas", en López, Jorge Alberto y Oscar Peláez (coords.), *Migración, Pobreza y Acción Pública en Chiapas*, Universidad Autónoma de Chiapas, México, p. 87-110.
- Ballinas, G. (2011). "Crisis del maíz y flujos migratorios en el ejido El Parral, municipio de Villa Corzo", en López Jorge Alberto y Oscar Peláez (coords.), *Migración, Pobreza y Acción Pública en Chiapas*, Universidad Autónoma de Chiapas, México, p. 63-110.
- Escobar, D., Caballero, A. & Rendón, J. (2011). Prácticas de utilización para plaguicidas en la localidad Nueva Libertad, La Concordia, Chiapas. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, Pub. Esp., Núm 1, p. 19-30.
- Esteva, G. (2003). "Los árboles de las culturas mexicanas", en Esteva Gustavo y Catherine Marielle (coords.), *Sin Maíz no hay país*. Consejo Nacional de la Cultura y las Artes, División General de Culturas Populares e Indígenas, México, D.F., México, pp. 17-36.
- FAO (2011) Consulta de bases de datos de producción mundial y comercio internacional de Maíz. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) <http://apps.fao.org/faostat>.
- Galdámez, J., E. Aguilar A. Gutiérrez, S. Mendoza y F. B. Martínez (2008). *evolución y perspectivas de la producción de maíz en el estado de Chiapas*, II Seminario de Cooperación y Desarrollo en Espacios Rurales Iberoamericanos Sostenibilidad e Indicadores. Almería, México, p. 14-15.
- Oliva Velas, A. (1998). *Mercado de crédito agropecuario*. Tesis de Doctorado en Economía con Especialidad en Economía Agrícola, UNAM, septiembre, pp.270
- Ramírez, J. (2012). Entrevista al Ingeniero gerente de comercialización agrícola de la planta Molinos Azteca, Ocozacoatlán de Espinosa, Chiapas, realizada en noviembre 2012.
- SAGARPA (2011). SIAP. Cierre de la Producción Agrícola por estado. Consultado el 2 junio de 2012 en <http://www.siap.gob.mx/index.php/agricultura/produccion-anual/cierre-de-la-produccion-agricola-por-estado.html>
- SEMARNAT (2007) "Acuerdo por el que se expiden las Reglas de Operación del Programa ProArbol de la Comisión Nacional Forestal" en *Diario Oficial* 28 diciembre 2007 (Cuarta Sección). Secretaría de Medioambiente y Recursos Naturales SEMARNAT; en: <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/4/365Reglas%20de%20Operaci%C3%B3n%20Pro%C3%81rbo%202008.pdf>
- SEMARNAT (2008) "Acuerdo por el que se establecen las Reglas de Operación del Programa ProArbol 2009" en *Diario Oficial* 31 diciembre 2008 (Cuarta Sección) Secretaría de Medioambiente y Recursos Naturales en: <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/4/365Reglas%20de%20Operaci%C3%B3n%20Pro%C3%81rbo%202008.pdf>
- Villafuerte, D. y Ma. Del C. García (2008). Algunas causas de la migración internacional en Chiapas. En *Economía y Sociedad*, Vol. XIV, Núm 21 ás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, p.41-58.
- Von der Weid, J.M. (1994) Agroecología y agricultura sustentable. En: *Agroecología y Desarrollo*, Núm. 7. <http://www.clades.cl/revistas/7/rev7art2.htm; 2 junio 2012>



La Red Interuniversitaria de Ingeniería Sísmica para la reducción del riesgo sísmico en México

Jorge Alfredo Aguilar Carboney¹, Jaime Juárez Botello², Fernando Vera Badillo³, José Alonso Figueroa Gallegos¹, Robertony Cruz Díaz¹, Raúl González Herrera⁴, Carlos Narcía López⁴ y Ricardo Suarez G. Suarez Gómez¹

¹UNACH. Facultad de Ingeniería, ²Instituto Tecnológico y de Superiores de Monterrey-Campus Puebla, ³Universidad La Salle,

⁴UNICACH, Facultad de Ingeniería. jaguilar@unach.mx

Abstract

The objective was to present the development of the Interuniversity Group of Earthquake Engineering (GIIS), integrated by 13 Mexican universities, whom from a collaborative strategy, training and institutional networking over nearly twenty years has developed research projects that have impacted on improving standards in structural engineering in urban areas of high seismic risk of central and southern Pacific Mexican zones, as studies for seismic micro-zonation in Chilpancingo, Guadalajara, Puebla and Tuxtla Gutierrez, among others. One of its most important achievement is the creation of the Inter-University Network of Seismic Instrumentation (RIIS), whose principal results are basic tools to improve building regulations for seismically safer cities.

Keywords: RIIS, GIIS, earthquake risk, seismic instrumentation.

Resumen

El objetivo fue presentar el proceso de integración del Grupo Interuniversitario de Ingeniería Sísmica (GIIS), conformado por 13 universidades mexicanas, quienes a partir de una estrategia de colaboración, capacitación y vinculación interinstitucional, a lo largo de casi veinte años, han desarrollado proyectos de investigación con impacto en la mejora de la normatividad en ingeniería estructural en zonas urbanas de alto riesgo sísmico del centro y Pacífico sur de México, como los estudios realizados para la micro-zonificación sísmica en Chilpancingo, Guadalajara, Puebla y Tuxtla Gutiérrez, entre otros. Uno de sus logros más relevantes es la creación de la Red Interuniversitaria de Instrumentación Sísmica (RIIS), cuyos resultados son herramientas básicas para mejorar los reglamentos de construcción y tener ciudades sísmicamente más seguras.

Palabras clave: RIIS, GIIS, riesgo sísmico, instrumentación sísmica.

Área temática: Área 7. Ingenierías.

Problemática

La problemática que se atiende es la alta actividad sísmica de México, particularmente en las zonas centro y Pacífico sur. La RIIS establecida por el GIIS, ha atendido la problemática, a través de la mejora de los reglamentos de construcción en materia de diseño sísmico para que estos sean más congruentes con las características regionales y el comportamiento local de los suelos.

Usuarios

Los trabajos desarrollados por el GIIS han sido empleados por dependencias federales como la Secretaría de Gobernación (SEGOB), entidades federales, estatales y municipales de protección civil, instituciones de educación superior, centros de investigación, investigadores, estudiantes interesados en esta área temática, de manera indirecta, la sociedad en general.

Proyecto

El concepto del Grupo Interuniversitario de Ingeniería Sísmica (GIIS), como red académica, nace por iniciativa del maestro Jesús Iglesias Jiménez, a principios de la década de los 90's del siglo pasado, como consecuencia de un proyecto de zonificación sísmica de la ciudad de Chilpancingo, Guerrero, impulsado por investigadores de la Universidad Autónoma

Ciencia, Tecnología e Innovación para el Desarrollo de México

Metropolitana (UAM) y la Universidad Autónoma de Guerrero (UAG). En ese entonces, no se contaba con estudios suficientes para evaluar el riesgo sísmico de ciudades del interior del país, que han tenido un crecimiento demográfico acelerado, con una infraestructura que requiere de normatividad técnica acorde con las condiciones del riesgo sísmico regional (Esteva, 1988). Uno de los aspectos fundamentales para estos estudios es la instrumentación sísmica de las zonas de interés, mediante equipos acelerométricos para el registro de aceleraciones sísmicas fuertes a nivel de terreno y en edificaciones, una herramienta básica para determinar la sismicidad local y los espectros de diseño sísmico adecuados para el diseño más confiable de las estructuras (Fundación ICA, 1988).

Para abordar el problema de zonificación, se definieron dos líneas de investigación: Por un lado, el análisis de sismicidad y peligro sísmico regional. Por otro lado, una línea que tiene que ver con el estudio de la vulnerabilidad de las construcciones. En este esquema se integraron grupos conformados por profesores investigadores y estudiantes de licenciatura y posgrado de las universidades participantes. Este mismo esquema de trabajo se replicó para las ciudades de Morelia, Puebla, Toluca, Tuxtla Gutiérrez, Tapachula y Guadalajara. El GIIS fue formalmente constituido en 1994, mediante convenio aún vigente, por la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), la Universidad Autónoma de Guerrero (UAG), la Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla (UPAEP), la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM), la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH), la Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH) y el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Occidente (ITESO). En años recientes se integraron la Universidad La Salle (ULSA), la Universidad Veracruzana (UV), la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH), la Universidad de Colima (UC) y la Universidad de Guanajuato (UG) (Fig. 1).

El GIIS es una red de cooperación académica cuyo objetivo fundamental es aprovechar el personal académico, la infraestructura y la experiencia de las

instituciones participantes, con el fin de colaborar en el desarrollo de programas y proyectos de investigación, docencia y difusión en Ingeniería Civil, especialmente en el área de Ingeniería Sísmica y Estructural, donde la participación de estudiantes es un aspecto básico, dando pie a la formación de nuevos cuadros de investigación. Uno de los proyectos fundamentales del GIIS es la conformación de la Red Interuniversitaria de Instrumentación Sísmica (RIIS), que se implementó para obtener información de la sismicidad de las zonas estudiadas, necesaria para actualizar los parámetros de diseño sísmico de los Reglamentos de Construcción locales en los centros urbanos de mayor riesgo sísmico en el país.

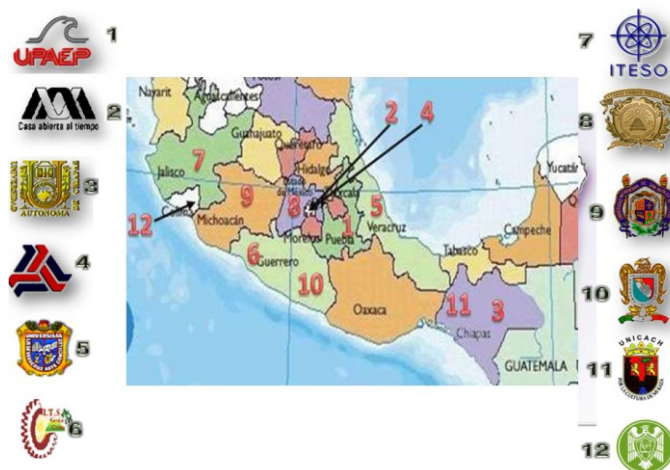


Figura 1. Instituciones integrantes de la RIIS.

La metodología de trabajo ha sido basada en la colaboración académica que contempla capacitación, mediante la organización de seminarios periódicos interinstitucionales, sobre temas de ingeniería estructural y sísmica; formación de recursos humanos promoviendo la integración de investigadores y estudiantes integrantes de la red a los posgrados especializados, en México y el extranjero; y el compromiso de compartir los créditos de los trabajos que se generan entre las instituciones que participan, divulgándolos para que sean empleados para beneficio de la sociedad. Después de más de 15 años de trabajo, en la RIIS participan profesores e investigadores de 13 universidades, contando con 35 estaciones de registro sísmico distribuidas en el país (Fig. 1). Los equipos en

operación en las estaciones son acelerómetros digitales tipo ETNA y SSA-2 Kinematics, instalados para medición de aceleraciones en campo libre a nivel de terreno. La RIIS es operada por investigadores de cada institución participante. Localmente se procesan las señales y se emiten boletines de eventos importantes. La coordinación técnica de la red se encarga de hacer el filtrado final y registrar los eventos en una base de datos disponible a investigadores del área, fundamentalmente para proyectos de zonificación sísmica y comportamiento sísmico de estructuras, tanto en el ámbito académico como profesional.

Los principales resultados del trabajo de investigación de la red, se han centrado en actividades de zonificación sísmica y propiedades dinámicas del suelo, así como, la evaluación de riesgo y vulnerabilidad sísmica, catálogos de sismos mayores, intercambio académico de investigadores, profesores y estudiantes, apoyo y cooperación a las autoridades civiles con respecto a la normativa vigente, entre otras. En la Figura 2 se muestra un mapa de isoperiodos del suelo en la zona urbana de Tuxtla Gutiérrez. Este tipo de trabajo es parte fundamental de la zonificación sísmica de esa zona para definir las normas de seguridad estructural en la zona.

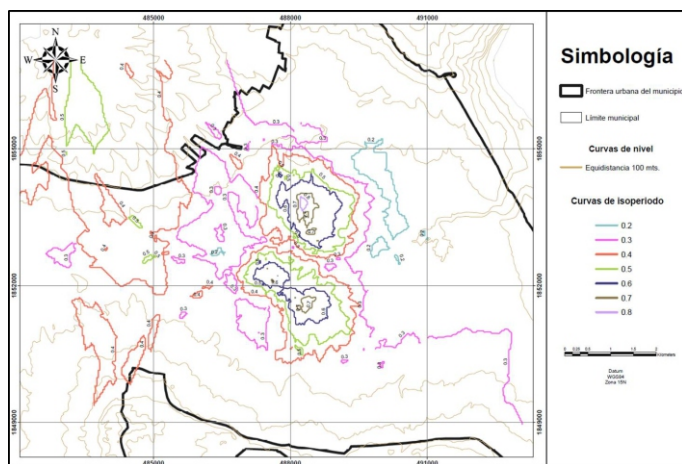


Figura 2. Mapa de isoperiodos del suelo en la zona urbana de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas (IPCPMIRD, 2012).

Algunos trabajos importantes sobre instrumentación sísmica y sus aplicaciones son los presentados por

Aguilar et al. (1996); Aguilar et al. (1997); Alcántara et al. (1999); Narcía et al. (2006); González-Herrera et al. (2012), entre otros. Se han realizado aportaciones a la actualización de los reglamentos de construcción de las ciudades de Chilpancingo, Guadalajara, Puebla, Morelia, Toluca, Veracruz, Ciudad de México, Tuxtla Gutiérrez y Tapachula.

El procesamiento y análisis de eventos sísmicos registrados han permitido evaluar las características dinámicas de los diferentes suelos en las zonas instrumentadas (Juárez et al 2012). Se tienen registros muy importantes como el obtenido el 20 de octubre de 1995, en la estación central del Campus I de la UNACH. Este registro es hasta la fecha, uno de los eventos instrumentalmente registrados en forma digital con mayor aceleración de terreno en la historia sísmica de México (Fig. 3). En los años recientes, los trabajos de la red han derivado en diversos trabajos de los investigadores involucrados, quienes han incursionado en la instrumentación de edificios y estructuras especiales. La RIIS es miembro del Comité Técnico de la Base Mexicana de Datos de Sismos Fuertes, y ha aportado datos sustanciales para enriquecer el conocimiento de la sismicidad de las zonas de gran riesgo sísmico, particularmente en la zona del Pacífico Sur Mexicano. Los trabajos de investigación desarrollados en el seno de la GIIS han propiciado la formación de grupos de investigación especializados en las instituciones participantes, con colaboración de estudiantes de licenciatura y posgrado, siendo unos de los productos más importantes, los numerosos trabajos de tesis. Este esfuerzo ha incidido en el fortalecimiento de los cuerpos académicos y las competencias locales y regionales relacionadas con esta especialidad. La participación de profesores de la Facultad de Ingeniería de la UNACH y la UNICACH en el GIIS y la RIIS, ha contribuido en el desarrollo de las líneas de investigación de ingeniería sísmica e instrumentación, propiciando proyectos orientados para atender esta problemática. La vinculación de estudiantes en los proyectos ha propiciado el desarrollo de diversos trabajos de tesis, como ejemplos se pueden citar los proyectos de análisis del riesgo sísmico en Tuxtla Gutiérrez y Tapachula,

Chiapas (De la Cruz 2009, Martínez y Toledo 2009), cuyos aportes fueron utilizados para los trabajos de zonificación en estas ciudades. La vinculación de estudiantes ha fomentado el interés en los temas objetivo del GIIS y ha influido en la formación de nuevos especialistas.

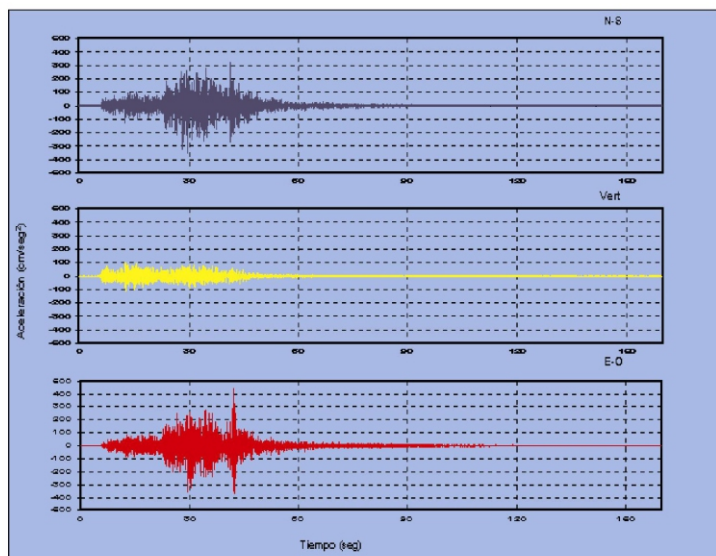


Figura 3, Acelerogramas del sismo del 20 de octubre de 1995 (SMIS, 2000).

En conclusión, la GIIS es un esfuerzo conjunto de cuerpos académicos que ha tenido resultados exitosos en la generación y aplicación del conocimiento de ingeniería sísmica. La experiencia de investigación obtenida en esta área es una fortaleza que puede sustentar las iniciativas para la consolidación de grupos de investigación participantes.

Impacto socioeconómico

Los productos de investigación presentados en foros nacionales e internacionales han tenido relevancia e importancia en la ingeniería sísmica. Existe un acervo importante de investigación tanto del peligro sísmico como de la vulnerabilidad de varias zonas importantes del país que soporta muchos

nuevos proyectos y está disponible para la comunidad académica interesada en estos temas. Adicionalmente, la aplicación de este tipo de investigación puede aportar un alto beneficio socioeconómico para la sociedad al coadyuvar en la reducción del riesgo sísmico de los principales centros urbanos del país. Así mismo, la formación de estudiantes y nuevos cuadros de investigación en el área de la ingeniería sísmica en las diferentes instituciones participantes, objetivo original del GIIS, ha sido uno de sus mejores logros y continúa motivando el trabajo de los académicos. Finalmente, se enfatiza que el GIIS y la RIIS son muestra palpable de que la colaboración académica y el conjunto de intereses colectivos encauzados pueden lograr superar los retos que la investigación debe afrontar en cada región de México.

Referencias

Alcántara L., Quass R., Pérez C., Javier C., Flores J. A., Mena E., López B., Espinosa J. M., González F., Mandinaveitia J. M., Ayala M., Munguía L., Vidal A., Aguilar J. A., Guevara E. (1999). "La base mexicana de datos de sismos fuertes. Software para la obtención de acelerogramas de 1960 a 1997". Disco Compacto. SMIS, México.

Aguilar J. A., Sordo E., Fernandez A., e Iglesias J. (1996). "Inter-University Strong Motion Accelerometer Network". Eleven World Conference on Earthquake Engineering. Acapulco, México. Disco Compacto. ISBN 008 042822 3. Publicado por Pergamon.

Aguilar J. A., Félix I., Sordo, E., e Iglesias, J. (1997). "Acelerogramas obtenidos en la Red Interuniversitaria de Instrumentación Sísmica". Memorias del XI Congreso Nacional de Ingeniería Sísmica, Veracruz. 10 páginas.

De La Cruz, Y. (2009) "Determinación de la Vulnerabilidad Sísmica en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas". Tesis para obtener el grado de Ingeniero Civil. Universidad Autónoma de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. 94 páginas.

Esteva, L. (1988) "Consequences, Lessons, and Impact on Research and Practice". The Professional Journal of the Earthquake Engineering Research Institute. California, USA. Vol. 4, núm. 3, Agosto, pp. 413-426.

Fundación ICA, A.C. (1988). "Experiencias derivadas de los sismos de septiembre de 1985". México, pp. 53-65.

González-Herrera R.; Aguilar-Carboney J. A.; Mora-Chaparro J. C.; Palacios-Silva R. J.; y Figueroa-Gallegos J. A. (2012). "Análisis estadístico del peligro e inferencia del riesgo sísmico en el norte del estado de Chiapas". Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, México. Ingeniería, vol. 16, núm. 1, pp. 58-70.

Instituto de Protección Civil Para el Manejo Integral de Riesgos de Desastres del Estado de Chiapas (IPCPMIRD). (2012). "Microzonificación Sísmica de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas". 163 páginas.

Juárez, J., Vera, F. y Aguilar, J. (2012). "Recopilación Digital de Trabajos y Registros Sísmicos GIIS-RIIS 1994-2012". 150 páginas.

Martínez, M. y Toledo, C., (2009) "Vulnerabilidad Estructural de la Zona Centro de Tapachula". Tesis para obtener el grado de Ingeniero Civil. Universidad Autónoma de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. 82 páginas.

Narcía C., Aguilar J. A., Ramírez M., González-Herrera R., y Cruz R. (2006). "Assessment of the thicknesses of sedimentary layer beneath the city of Tuxtla Gutierrez, Chiapas, Mexico". Centennial Meeting of the Seismological Society of America. San Francisco California, USA. 2 páginas.





Reducción de la vulnerabilidad sísmica en viviendas guerrerenses con base en el comportamiento observado durante el sismo de diciembre del 2011 en Zumpango, Guerrero

Rosa María Loaeza Lozano¹, Roberto Arroyo Matus¹, Sulpicio Sánchez Tizapa¹, C. Patricia Téllez Tapia², y E. Rogelio Guinto Herrera¹

¹Universidad Autónoma de Guerrero, arroyomatus@hotmail.com

²Secretaría de Seguridad Pública y Protección Civil, Gobierno del estado de Guerrero.

Abstract

This article presents a detailed survey of the observed behavior of buildings during the Mexican earthquake of 11th December 2011 (Mw=6.5) that affected both, the north and central Guerrero state regions, including important urban cities, but principally, rural towns near the surrounded epicenter areas. Even though this earthquake can be considered as an intermediate one, there was a high structural damage on some historic buildings and both, masonry and adobe dwellings, but principally, even on new masonry or reinforced concrete structures. Thus, establishing an urgent program for the economical retrofitting and strengthening of buildings located on both, urban and rural zones is indeed urgent and necessary. Furthermore, in order to guarantee a safer building earthquake-proof behavior, additional undertakings are also proposed.

Keywords: earthquake-proof structures, structural design, earthquakes.

Resumen

En este artículo se presenta una revisión del comportamiento observado en edificaciones durante el sismo del 11 de diciembre de 2011 en Guerrero, México (Mw=6.5) que afectó su región central y norte, incluyendo centros urbanos importantes, pero principalmente poblaciones rurales aledañas al epicentro. Aun cuando la magnitud del sismo puede ser considerada como mediana, se produjo daño estructural severo en algunas edificaciones históricas, en viviendas de adobe y mampostería y sobre todo, en edificaciones de mampostería y concreto reforzado recientes. Se establece la imperiosa necesidad de instituir un programa de

rehabilitación y refuerzo tanto en zonas urbanas, como en zonas rurales de alto nivel de rezago social; así mismo, en la implementación de acciones en las obras en proceso de construcción.

Palabras clave: sismo-resistencia, diseño estructural, terremotos.

Área temática: Área 7. Ingenierías.

Problemática

El sismo del 11 de diciembre de 2011 en Guerrero, México (Mw=6.5) afectó la región central y norte del estado, incluyendo centros urbanos importantes, pero principalmente poblaciones rurales aledañas al epicentro, con daños muy severos, aun cuando este fenómeno fue de mediana magnitud. Por lo anterior, se requiere proponer estrategias preventivas para reducir el daño de este tipo de infraestructura ante eventos sísmicos futuros.

Usuarios

Las dependencias federales como la Secretaría de Gobernación (SEGOB), Entidades federales, estatales y municipales de protección civil, Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), instituciones de educación superior, centros de investigación, investigadores estudiantes, interesados en esta área temática y la sociedad en general.

Proyecto

Por su ubicación geográfica, en una de las brechas sísmicas de mayor peligro a nivel mundial, el estado de Guerrero se considera uno de los estados mexicanos con gran potencial de liberar súbitamente la energía acumulada por más de un siglo (Cárdenas et al 2007). Este estado se encuentra expuesto a sismos no sólo por la subducción debido al movimiento relativo de la placa de Cocos por debajo de la Norteamericana, sino también a sismos corticales de pequeña y mediana profundidad. En un lapso de 60 años, los sismos del 28 de julio de 1957 ($M_w=7.7$), 14 de marzo de 1979 ($M_w=7.6$), 25 de octubre de 1981 ($M_w=7.4$), 7 de junio de 1982 ($M_w=7.7$), 21 de septiembre de 1985 ($M_w=7.6$) y 14 de septiembre de 1995 ($M_w=7.4$), ocurrieron dentro del territorio guerrerense, todos con magnitudes de momento (M_w) superiores a 7 (Ortiz et al 2000). Una de las poblaciones urbanas que presenta el mayor riesgo sísmico es precisamente la capital, Chilpancingo, donde las aceleraciones del terreno se espera pudieran ser superiores al 70% de la aceleración de la gravedad (CFE 2008) y en la que se ha detectado vulnerabilidad estructural elevada (Arroyo 2011).

El día sábado 10 de diciembre de 2011, a las 19:47:26 hora local (UTC-6) ocurrió un sismo en los alrededores de la hidroeléctrica "El Caracol" ubicada a 62 km al noroeste de Chilpancingo, Guerrero, México (Fig. 1). El epicentro se ubicó a 18.04° latitud norte y 99.80° longitud oeste, teniendo una profundidad focal de 64.9 km (USGS, 2011). De acuerdo con la Agencia Geológica de los Estados Unidos (USGS, por sus siglas en inglés), la magnitud sísmica (M_w) del evento principal fue mediana, de 6.5. De acuerdo al Sistema Estatal de Protección Civil (SEPC 2012), este sismo produjo la muerte de 4 personas. Además, de un total de 81 municipios, 22 presentaron afectaciones de infraestructura en los sectores de vivienda, educativo, salud y monumentos históricos (Tabla 1). El costo estimado de las reconstrucciones ascendió a 70 millones de pesos (SEPC 2012).

El objetivo de este estudio es establecer

medidas racionales de rehabilitación y recomendaciones técnicas para mejorar el desempeño estructural ante sismos, basadas en la determinación del nivel de daño registrado en viviendas y edificaciones.

La metodología consistió en aplicar el método de evaluación estructural de nivel 1 y 2, el cual se basa en una inspección técnica *in situ* y en la determinación de coeficientes de resistencia con base en el Método Sísmico Simplificado (Arroyo 2011). Los principales daños se presentaron en la región centro y norte del estado de Guerrero, principalmente en las ciudades de Chilpancingo, Zumpango, Iguala, y en Apaxtla, siendo la última, una población rural situada a 20 km del epicentro. A raíz de este evento, diversos grupos de investigadores, técnicos e ingenieros de la práctica del estado de Guerrero, realizaron 14 visitas de campo en Apaxtla, Zumpango, Iguala y Chilpancingo para evaluar y concentrar información en un reporte técnico, sobre el comportamiento estructural observado de las viviendas de adobe, de mampostería y de edificios de concreto reforzado que resultaron dañados tras este evento (Arroyo 2011).

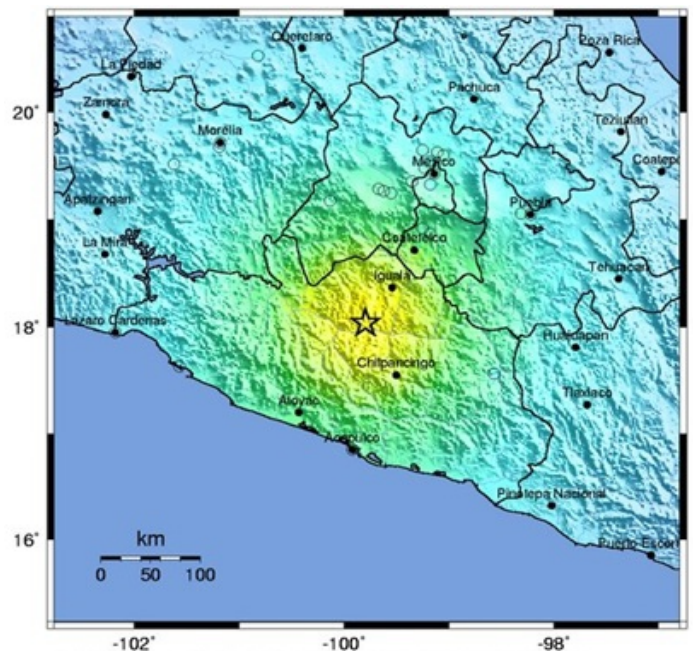


Figura 1. Ubicación del evento principal del sismo del 11 de diciembre de 2011 (USGS, 2011). Proyección: WGS_1984_UTM_Zone_13N.

Como resultado de la inspección técnica en Apaxtla, Gro; se detectaron daños severos en 5 viviendas de mampostería y 63 viviendas de adobe. De estas últimas, 35% presentaron agrietamiento en esquinas debido al amarre deficiente entre los muros, con grietas desde el techo hasta la cimentación (Figura 2). Además, el 24% presentó grietas en esquinas de aberturas. El 9% tuvo grietas verticales en el centro de los muros. En el caso de las ciudades de Chilpancingo, Iguala y Zumpango se observaron daños en viviendas de mampostería a base de tabique recocido y edificaciones de concreto reforzado en las que se presentaban densidades bajas de muros (58%), principalmente en planta baja; o entrepisos excesivamente débiles (24%), y golpeteo entre estructuras colindantes (13%).

Por ejemplo, el edificio del Museo Regional de Chilpancingo, de un solo entrepiso, posee una escasa densidad de muros en la dirección norte-sur, y un terremoto en 1906 provocó el colapso parcial de la unión que conforma la esquina noroeste; en el encuentro de las alas norte y poniente. En 2011 se pudo corroborar daño significativo en esa zona, pero también algunos graves en el pasillo central del edificio.

El edificio del Palacio de la Cultura, fue construido a principios de 1970 en el zócalo de Chilpancingo. La estructura original, de estilo modernista, fue concebida con flexibilidad elevada. En 1984 se iniciaron las obras para modificar el estilo arquitectónico original por un estilo romano más robusto y acorde con la arquitectura de los edificios contiguos al zócalo. A raíz de los terremotos de 1985 y 1995, los daños de la estructura fueron severos, recomendándose la demolición de los tres últimos entrepisos y la reparación integral de los daños (Arroyo 2011). Sin embargo, aun cuando la masa de la estructura disminuyó drásticamente, el sismo de diciembre de 2011 volvió a evidenciar su vulnerabilidad: Algunas de las trabes principales del tercer entrepiso experimentaron daño severo por torsión, con anchos de grietas de entre 0.8 y 2.4 mm. El templo católico de Santa María de la Asunción, fue construido a mediados del siglo XVI. Tiene un gran valor histórico pues fue sede del Primer Congreso de Anáhuac, encabezado por el Gral. José María

Morelos y Pavón. La estructura original, a base de adobe, se colapsó de manera parcial y se demolió tras el terremoto de 1902. Algunos años después se inició la construcción, en el mismo lugar, del templo actual. La torre izquierda se derrumbó parcialmente con el sismo de 1957 y con el sismo de 1985, la torre derecha sufrió daños graves, por lo que fueron reparadas tras esos eventos. En el sismo de 2011 se presentaron agrietamientos en las bases y en las claves de los arcos de los campanarios. Aparecieron fuertes agrietamientos en el frontispicio y en la bóveda de la nave principal.

El caso del edificio del Palacio de Justicia, localizado en el Zócalo de Chilpancingo, es un ejemplo muy representativo de que edificios similares concebidos a principios de los setenta del siglo pasado, eran y siguen siendo a la fecha muy vulnerables y excesivamente flexibles. Aun cuando su apariencia exterior fue modificada en 1984 con columnas circulares aparentes del doble del diámetro de las columnas originales, el desempeño de este edificio durante el sismo de 2011 no fue satisfactorio pues presentó daños severos en varios muros de mampostería.

Por otro lado, en varios edificios de Iguala, Zumpango y Chilpancingo se observaron agrietamientos moderados y severos entre la dala de cerramiento y el tabique, lo cual denota la fuerte intensidad de la componente vertical de la aceleración sísmica registrada. Se registraron 685 viviendas y 40 edificios escolares con patrones de agrietamiento diagonal severo, así como 4 hospitales y 5 centros de salud con daños severos por cortante en muros de mampostería, en algunos casos inadmisibles.

Tabla 1 Estimación de daños en la infraestructura física del Estado de Guerrero (SEPC 2012)

Sector	Afectaciones	Costo de la reconstrucción ¹ (Miles de pesos)	Aportación federal (%)	Aportación estatal (%)	Observaciones
Vivienda	685	\$18,600	50	50	Cuenta con seguro para desastres
Educativo	30 escuelas federales y 10 estatales	\$9,400	95.74	4.26	No está asegurado
Salud	9 unidades médicas, 5 centros de salud y 4 hospitales	\$16,000	50	50	No está asegurado
Monumentos Históricos	3 Museos y 33 templos	\$260,002	100	0	60% no está asegurado
¹ Monto estimado					

Ciencia, Tecnología e Innovación para el Desarrollo de México

El análisis de la información recabada permite concluir la urgencia de implementar un proyecto de tipo social a nivel federal que abata la alta vulnerabilidad de la vivienda a base de mampostería a través de un programa de refuerzo y rehabilitación de bajo costo, pero de alta efectividad. Un programa que garantice una mayor ductilidad y resistencia en los muros de este tipo de vivienda. El empleo de mallas a base de tela de gallinero y aplanados de alta calidad puede lograr este objetivo. En el caso de las estructuras con elementos de concreto reforzado, se detectaron algunas deficiencias estructurales y procesos constructivos inapropiados. Por estos motivos, es sumamente importante garantizar que las dependencias municipales encargadas de la autorización de las nuevas construcciones o de la rehabilitación y refuerzo de las existentes, sometan a una revisión estricta a la información técnica que acompaña a las solicitudes de licencia de construcción.

En el caso de las edificaciones existentes, debe aplicarse una evaluación básica preventiva que permita definir su nivel de seguridad estructural actual y la necesidad de emprender o no un proceso de rehabilitación y/o refuerzo. El pobre desempeño sísmico de algunas edificaciones, construidas principalmente de forma reciente, sugiere adecuaciones no precisamente a la normatividad sino a la forma en que ésta se aplica y se le da seguimiento actualmente. Entre los cambios necesarios que se proponen se encuentran:

- 1) Acatar, durante el proceso de diseño, análisis, construcción y mantenimiento de las edificaciones, las recomendaciones de la norma de construcción vigente,
- 2) Incorporar, por parte de las autoridades de desarrollo urbano municipal y estatal, la exigencia de una supervisión detallada, registrada en bitácora, durante la construcción de todo tipo de edificación;
- 3) Exigir adicionalmente, al término de una obra -y como requisito para autorizar su ocupación-, una póliza de seguro ante sismo. De esta forma, el personal técnico de las aseguradoras verificaría adicionalmente que la edificación cumpla con estándares de calidad y seguridad estructural mínimos.



Figura 3. Agrietamiento en vivienda guerrerense de adobe

Impacto socioeconómico

La implementación de los programas de rehabilitación, supervisión detallada y aseguramiento de las edificaciones, que se proponen en este estudio, pueden coadyuvar en el abatimiento del alto nivel de vulnerabilidad sísmica actual de las viviendas desplantadas en zonas con alto peligro sísmico. Asimismo, la estrategia de mitigación, puede limitar la probabilidad de que se presenten daños importantes en eventos sísmicos futuros y disminuir el atraso socioeconómico que este tipo de fenómenos induce en el tejido social. La propuesta puede replicarse en todas las zonas con potencial sísmico importante de México.

Referencias.

- Cárdenas, A., Cruz, J. L., Estrada, J. A., Gutiérrez, Á., Rodríguez, I., Bernardino, Y. T. L., Yañez, A. (2007). Reporte preliminar del sismo del 13 de abril de 2007, Guerrero, México. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, 59(1), pp. 71-81.
- Arroyo, R. (2011). Reporte preliminar de daños del sismo de Zumpango, Gro del 10 de diciembre de 2011. Serie: Reportes internos de investigación. Unidad Académica de Ingeniería, Universidad Autónoma de Guerrero. Chilpancingo, México, 6 pp.
- CFE (2008). Manual de Obras Civiles. Diseño por sismo. Comisión Federal de Electricidad, México, pp 21-33.
- Ortiz, M., Singh, S. K., Kostoglodov, V., & Pacheco, J. (2000). Source areas of the Acapulco-San Marcos, Mexico earthquakes of 1962 (M 7.1; 7.0) and 1957 (M 7.7), as constrained by tsunamis and uplift records. Geofísica Internacional, México, 39(4), pp. 337-348.
- SEPC (2012). Reporte de daños producidos a la infraestructura del estado de Guerrero por el sismo de diciembre de 2011. Sistema Estatal de Protección Civil. Secretaría de Seguridad Pública y Protección Civil, Gobierno del Estado de Guerrero, México, pp. 1-12.
- USGS (2011). Sismo de Zumpango, México 11 de diciembre de 2011. United States Geological Survey. Consultado el 02/03/2013. Disponible en línea en: http://comcat.cr.usgs.gov/earthquakes/eventpage/pde20111211014725900_54#technical



Identificación de biomarcadores proteómicos del intestino del mosquito *Anopheles albimanus* transmisor de la malaria en México, infectado con *Plasmodium berghei*

Vania Verónica Serrano Pinto

Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.

vserrano04@cibnor.mx

Abstract

The main vector for transmission of malaria in the coasts of Mexico is the *Anopheles albimanus* mosquito. The midgut of disease-transmitting mosquitoes carries out a variety of functions that are related to blood feeding. The objective was to analyze the midgut of *An. albimanus* infected with *Plasmodium berghei* using a proteomic approach to identify proteins over expressed following *Plasmodium* invasion. The two major classes of proteins were overexpressed on the immunity/defense and digestive protease groups.

Keywords: Malaria, proteomics, midgut, *Anopheles albimanus*, *Plasmodium berguei*.

Resumen

El principal vector para la transmisión de la malaria en las costas de México es el mosquito *Anopheles albimanus*. El intestino de los mosquitos transmisores de enfermedades lleva a cabo una variedad de funciones que están relacionadas con la alimentación a base de sangre. El objetivo del estudio fue analizar el intestino de *An. albimanus* infectado con *Plasmodium berghei* utilizando análisis proteómicos para identificar proteínas que se sobre expresan después de la invasión con *Plasmodium*. Las dos principales clases de proteínas sobre expresadas fueron las de inmunidad y defensa y el grupo de proteasas digestivas. **Palabras clave:** Malaria, proteómica, intestino, *Anopheles albimanus*, *Plasmodium berguei*.

Área temática: Área 3. Medicina y Ciencias de la Salud.

Problemática

La malaria o paludismo es una de las principales enfermedades transmitida por vector en países

tropicales y subtropicales del mundo. Es un padecimiento de naturaleza infecciosa causada por el protozoo parásito del género *Plasmodium* y transmitida al hombre a través de la picadura del mosquito hembra del género *Anopheles* (Osta et al 2004, Rodríguez et al 2007) (Fig. 1). La malaria infecta entre 350 y 500 millones de personas en el mundo y mata a más de un millón cada año. En el año 2000, se registraron más de 1 millón de casos de malaria en América. Para el año 2011 el número había descendido a menos de 490,000. En México las muertes se redujeron de 439 a 113 durante el mismo período (Boletín de Epidemiología, SSA, México, 2011), y se reportaron logros mediante un programa de "tratamiento focalizado" que consiste en la eliminación de criaderos del vector mediante la remoción de algas filamentosas *Spirogyra* sp. por las comunidades (Rodríguez-López M.H. 1994). En abril de 2013, el Sistema SINAVE/DGE/Secretaría de Salud/Sistema de Notificación Semanal de Casos Nuevos de Enfermedades, informó sobre un total de 123 casos probables de malaria por *Plasmodium vivax*, especie predominante en nuestro país (Uribarren-Berrueta 2014). No obstante los grandes avances alcanzados, alrededor del 30% de la población de 21 países endémicos de América, sigue expuesta a un riesgo de contagio y el 8% se considera de "alto riesgo" (OMS 2012). Durante muchos años se han realizado diversas estrategias de prevención y control de esta enfermedad en México. Sin embargo, a pesar del enorme esfuerzo que se ha realizado para desarrollar vacunas en humanos para controlar este problema, la resistencia de los mosquitos a los insecticidas, así como de los

parásitos a los fármacos anti-palúdicos, no han permitido una solución eficaz, por lo que es urgente desarrollar nuevas estrategias de prevención y control (Mendis et al 2001), en este sentido, una posibilidad es conocer las moléculas que permiten el desarrollo del parásito en el mosquito vector, para proponer proteínas candidatas a ser modificadas mediante la transgénesis orientadas a bloquear el desarrollo del parásito (Ito et al 2002, Kaslow 2002).



Figura 1. Mosquito del género *Anopheles* spp.

Usuarios

La Secretaría de Salud (SS) Federal, el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), el Seguro Popular, el Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE), la Secretaría de Bienestar (SEDESOL), las Secretarías de Salud de los Estados y la sociedad en general.

Proyecto

El principal vector para la transmisión de la malaria en las costas de México, infectado por el protozoario parásito *P. vivax*, es el mosquito *Anopheles albimanus*. Las hembras del mosquito *Anopheles* son las únicas que se alimentan de sangre, elemento necesario para el proceso de vitelogénesis (Osta et al 2004, Xu et al 2006); por lo tanto, son también las responsables de la transmisión de la enfermedad. La sangre se digiere en el intestino de este mosquito y es el primer lugar de interacción con el parásito. En este sitio, mediante la activación de diversos mecanismos del sistema inmune innato, se bloquea casi por completo el desarrollo del parásito debido a la lisis en el epitelio del intestino y a la

melanización temprana de los oquistes. No obstante, algunos oquistes sobreviven en el lumen y en el epitelio del intestino del vector (Collins 1994), por lo que es indispensable eliminarlos. En mosquitos se tienen identificadas tres vías de transducción de señales relacionadas con inmunidad, las vías Toll, IMD y la vía JAK/STAT. La información relacionada con las proteínas responsables de la respuesta inmune en mosquitos es limitada (Dimopoulos et al 1998), debido a lo cual, la determinación de la función de estas proteínas podría contribuir al entendimiento de las respuestas selectivas de la inmunidad innata en este insecto, con la finalidad de bloquear el desarrollo del parásito dentro del mosquito. Para cumplir con esta meta, es indispensable identificarlas, así como entender el mecanismo por el cual el parásito es eliminado. Con base en lo anterior, investigadores en Enfermedades Transmitidas por Vectores del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, La Paz, B.C.S. y del INSP en Cuernavaca, Morelos, realizamos un estudio para identificar las proteínas que participan en la susceptibilidad o resistencia del mosquito *An. albimanus* durante la infección con *Plasmodium*, para lo cual se tuvo como objetivo principal analizar el intestino del mosquito infectado con *P. berghei*, utilizando análisis proteómicos para identificar las proteínas que se sobre expresan después de una alimentación con sangre infectada con este protozoario.

La metodología utilizada para la identificación de las proteínas, incluyó la alimentación de los mosquitos con sangre de ratón no infectada e infectada con *P. berghei*, siguiendo el procedimiento descrito por Rodríguez y col. (2002). Se realizaron las disecciones de 200 mosquitos (de 3 días post-emergencia) y se separaron en dos grupos: Grupo experimental 1- 100 mosquitos alimentados con sangre de ratón sin infectar (Control). Grupo experimental 2- 100 mosquitos alimentados con sangre de ratón infectada con *P. berghei*. La disección se efectuó a las 24 horas post-alimentación. Posteriormente se realizó la limpieza y la cuantificación de las muestras. Por medio de la electroforesis de doble dimensión, se obtuvieron las

proteínas sintetizadas durante el reto inmune. La primera dimensión o isoelectroenfoco, se llevó a cabo con la finalidad de separar las proteínas con base en su punto isoeléctrico (pI) y la segunda dimensión, mediante la electroforesis en geles de poliacrilamida SDS-PAGE al 12.5%, permitió separar las proteínas con base en su peso molecular (kDa). Los geles fueron teñidos con azul de Coomassie y escaneados. El análisis de los geles se realizó mediante el programa (Image Master 2D Platinum, Amersham Biosciences) (Serrano-Pinto et al 2010). Los spots de proteínas obtenidos en los geles, fueron cortados, digeridos con tripsina y analizados por medio de espectrometría de masas (Electrospray). La identificación de los péptidos fue reportada en términos de probabilidad con el programa Xcalibur (Thermo Fisher Scientific) en un sistema PC con Windows NT para obtener las secuencias de los péptidos sintetizados, que luego fueron comparadas contra las secuencias de proteínas homólogas en las bases de datos Swissprot y Non-redundant del NCBI (<http://blast.ncbi.nlm.nih.gov/>), de proteínas de *An. gambiae* (<http://www.anobase.org/>) y en el MSBLAST (<http://dove.embel-heidelberg.de/Blast2/msblast.html>), lo que permitió conocer el nombre y la función de cada una de las proteínas.

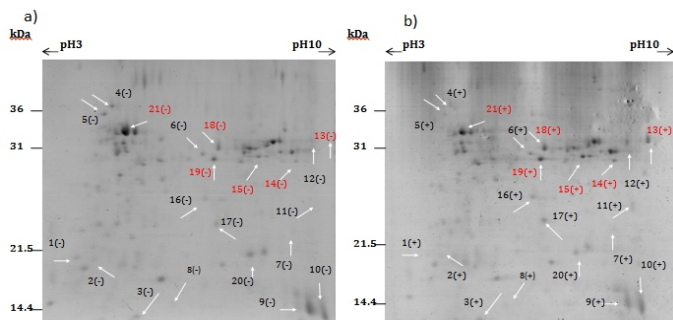


Figura 1. Visualización de las proteínas diferenciales analizadas por electroforesis bidimensional del intestino del mosquito hembra *Anopheles albimanus* alimentado con: (a) sangre de ratón no infectada; (b) sangre de ratón infectada con el protozooario *Plasmodium berghei*. Proteínas inmunes sobre expresadas en color rojo: Spot 19- Proteína Serpina (SRPN11) ; spot 14- Proteína similar a Spaetzle (Spaetzle-like protein); spot 13- Proteína en la región, repeticiones ricas en leucina (Protein in the region, Leucine-rich repeats (LRRs) por sus siglas en

inglés); spot 18- Proteína ECSIT- Señalización intermedia evolutivamente conservada en Toll (Evolutionarily Conserved Signaling Intermediate in Toll (ECSIT) por sus siglas en inglés); spot 15- Serina tipo proteasa (Serine type protease); spot 21- Serina proteasa similar a Tripsina (Trypsin-like serine protease).

Como parte de los resultados más relevantes, se identificaron aproximadamente 200 spots de proteínas bien diferenciados. Se identificaron 21 spots de proteínas que presentaron mayor expresión en volumen en las muestras de mosquitos infectados con *Plasmodium* (Fig. 2). Se identificaron 19 proteínas conocidas y 2 nuevas proteínas. Las diferentes categorías funcionales de las proteínas sobre expresadas en el intestino del mosquito se observan en la figura 3. Las dos clases principales de proteínas sobre expresadas, fueron la de inmunidad y defensa (34.78%) y el grupo de las proteasas digestivas (15.21%) (Serrano-Pinto et al 2010). Algunos de los péptidos identificados tuvieron similitud con las proteínas inmunes y proteasas digestivas de *An. gambiae* (Gorman et al 2000). Varias de estas proteínas como la proteína similar a Spaetzle un homólogo del ligando que activa el receptor Toll, la proteína Señalización intermedia evolutivamente conservada en Toll (ECSIT, por sus siglas en inglés) y una proteína adaptadora que sirve de puente para TRAF6 MEKK- 1 en la vía Toll (Kopp et al 1999) fueron inducidas en el intestino del mosquito en presencia de *Plasmodium*, lo que sugiere que la Vía Toll también media la respuesta antiplasmodial en este mosquito. La proteína en la región, repeticiones ricas en Leucina ((LRRs) por sus siglas en inglés), presente también en la vía Toll, tiene un papel clave en las reacciones inmunes (Osta et al 2004). La familia de los receptores Toll incluye a las moléculas transmembrana del compartimento extracelular, donde se produce el contacto y el reconocimiento de patógenos microbianos, y el compartimento intracelular, donde se inician las cascadas de señalización que conducen a respuestas celulares (Vasselon y Detmers 2002). Se identificaron además diversas proteasas que fueron inducidas durante la infección de *P. berghei* (precursor de tripsina-3, quimiotripsina 1, proteasa tipo serina, y la serina

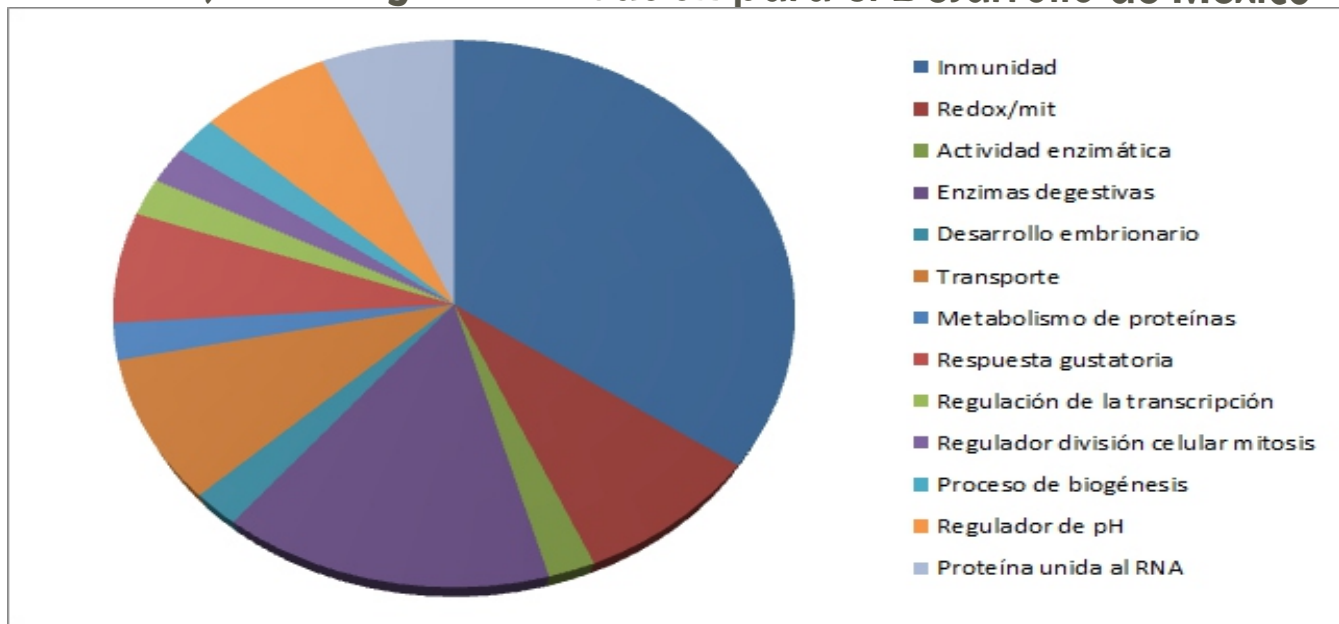


Figura 3. Diferentes categorías funcionales de las proteínas sobre expresadas en el intestino del mosquito hembra *Anopheles albimanus* infectado con el protozoario *Plasmodium berghei*.

proteasa similar a tripsina). La inducción del péptido Serpina (SRPN11) en las muestras infectadas en el presente estudio, sugiere que puede estar involucrado en la regulación de la respuesta inmune de *An. albimanus* a la infección debido a que la activación de las cascadas proteolíticas están reguladas por serpinas (inhibidores de la serina proteasa) (Danielli et al 2003, Vlachou et al 2005).

En conclusión, con base en el análisis de estas proteínas y de sus funciones, se aporta nuevo conocimiento sobre mecanismos moleculares del desarrollo de *P. berghei* en *An. albimanus* que podrán ser utilizadas para establecer moléculas blanco que permitan el bloqueo del desarrollo del parásito en su vector mediante el silenciamiento de los genes que sintetizan a estas proteínas al inyectar RNA de interferencia (RNAi) en estos organismos, lo que puede servir como base para el desarrollo de mosquitos transgénicos resistentes a la transmisión.

Impacto socioeconómico

En todo el país se trabaja en establecer campañas efectivas de erradicación y manejo de este vector, orientadas a minimizar en lo posible el impacto negativo que se genera en el humano por esta enfermedad, sin descartar los altos costos anuales asignados para su control, por lo que este estudio servirá para establecer las bases para el

desarrollo de nuevas estrategias de manejo y control que llevarán al objetivo final de erradicación de esta enfermedad en México y en otros países donde *An. albimanus* es el vector..

Referencias

- Boletín de Epidemiología, SSA, México, 2011.
 Collins, F.H., 1994. Prospects for malaria control through the genetic manipulation of its vector. *Parasitol. Today* 10, 370–376.
 Danielli, A., Kafatos, F.C., Loukeris, T.G., 2003. Cloning and characterization of four *Anopheles gambiae* serpin isoforms, differentially induced in the midgut by *Plasmodium berghei* invasion. *J. Biol. Chem.* 278, 4184e4193.
 Dimopoulos G., Seeley D., Wolf A. and Kafatos F.C. 1998. Malaria infection of the mosquito *Anopheles gambiae* activates immune-responsive genes during critical transition stages of the parasite life cycle. *EMBO J*, 17:6115-6123
 Gorman, M.J., Andreeva, O.V., Paskewitz, S.M. 2000. Molecular characterization of five serine protease genes cloned from *Anopheles gambiae* hemolymph. *Insect Biochem. Mol. Biol.* 30, 35-46.
 Ito, J, Ghosh, A, Moreira, L, Wimmer, E. A., Jacobs-Lorena, M. 2002. Transgenic anopheline mosquitoes impaired in transmission of a malaria parasite. *Nature*. 417: 452-455.
 Kaslow, D.C. 2002. Transmission-blocking vaccines. *Chem. Immunol.* 80:287-307.
 Kopp, E., Medzhitov, R., Carothers, J., Xiao, Ch., Douglas, I., Janeway, C.A. Ghosh, S. 1999. ECSIT is an evolutionarily conserved intermediate in the Toll/IL-1 signal transduction pathway. *Genes & Develop.* 13, 2059–2071.
 Mendis K, Sina BJ, Marchesini P, Carter R. 2001. The neglected burden of *Plasmodium vivax* malaria. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 64: 97-106.
 OMS. 2012. Organización Mundial de la Salud. Estadísticas Sanitarias Mundiales 2012.
 Osta, M.A., Christophides, G.K., Vlachou, D., Kafatos, F.C. 2004. Innate immunity in the malaria vector *Anopheles gambiae*: comparative and functional genomics. *J. Exper. Biol.* 207, 2551-2563.
 Rodrigues, J., Agrawal, N., Sharma, A., Malhotra, P., Adak, T., Chauhan, V.S., Bhatnagar, R.K., 2007. Transcriptional analysis of an immune-responsive serine protease from Indian malarial vector, *Anopheles culicifacies*. *BMC Mol. Biol.* 15, 8e33.
 Rodríguez, M.C., Margos, G., Compton, H., Ku, M., Lanz, H., Rodríguez, M.H., Sinden, R., 2002. *Plasmodium berghei*: routine production of pure gametocytes extracellular, gametes, zygotes and ookinetes. *Exp. Parasitol.* 101, 73e76.
 Rodríguez-López MH, Loyola-Elizondo EG, Betanzos-Reyes AF, Villarreal-Treviño C, Bown DN. 1994. Control focal del paludismo. *Gaceta Médica de México*, 130: 313-319.
 Serrano-Pinto, V., Acosta M., Luciano-Bazán, D., Hurtado-Sil, G., Ferreira-Batista, C., Martínez-Barnetche, J., Lánz-Mendoza, H. 2010. Differential expression of proteins in the midgut of *Anopheles albimanus* infected with *Plasmodium berghei*. *Insect Biochem. Mol. Biol.* 40(10): 752-758. Doi: 10.1016/j.ibmb.2010.07.011.
 Uribarren Berrueta, T. 2014. Paludismo o Malaria. Departamento de Microbiología y Parasitología, Facultad de Medicina, UNAM.
 Vasselon, T and Detmers, P.A. 2002. Toll Receptors: a Central Element in Innate Immune Responses. *Infect Immun.* 70(3): 1033–1041.
 Vlachou, D., Schlegelmilch, T., Christophides, G.K., Kafatos, F.C., 2005. Functional Genomic analysis of midgut epithelial responses in *Anopheles* during *Plasmodium* invasion. *Current Biol.* 15, 1185e1195.
 Xu, W.Y., Huang, F.S., Hao, H.X., Duan, J.H., Qiu, Z.W., 2006. Two serine protease from *Anopheles dirus* hemocytes exhibit changes in transcript abundance after infection of an incompatible rodent malaria parasite, *Plasmodium yoelii*. *Vet. Parasit.* 139, 93e101.

Instrucciones de autor

CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN PARA EL DESARROLLO DE MÉXICO

Revista científica de divulgación, ISSN 2007-1310, Indizada al LATINDEX

Los artículos científicos, de divulgación, que se publican deben estar basados en cualquiera de los siguientes casos: 1. Investigación orientada. 2. Desarrollo tecnológico. 3. Innovación. 4. Formación de recursos humanos. 5. Infraestructura científica y tecnológica. 6. Divulgación científica y tecnológica. 7. Políticas públicas para el desarrollo de México, basado en el conocimiento.

Aunque el artículo trate una temática local debe presentarse en el contexto nacional o al menos regional.

Se publican DOS tipos de artículos:

I. Artículos en extenso

II: Artículos de Tesis de Posgrado (instrucciones de autor en <http://pcti.mx>)

I. Artículos en extenso:

Los artículos deberán tener 5 cuartillas (24 líneas, 260 palabras por cuartilla, aproximadamente) de texto, Times New Roman de 12 puntos, con interlínea doble y con márgenes de 2.5 cm. **Sin demérito de su calidad científica, los textos deben ser escritos en lenguaje para todo público.** Los documentos deben contener las referencias científicas más importantes (mínimo 5, máximo 10), referidas en el texto y listadas en la bibliografía. En un archivo anexo enviar tres figuras a color (gráficos, fotografías, esquemas, dibujos y como última opción tablas cortas). Las figuras o tablas deben estar referenciadas en el texto y deben tener un pie de figura o tabla explicativo, descrito de forma breve y de fácil comprensión.

Los documentos deben tener siguientes secciones y orden:

Título.

Autor/Institución .

Resumen (Objetivo, metodología, resultados relevantes, conclusiones, en 6-10 líneas).

Palabras clave

Abstract (6-10 líneas)

Key Words

Área temática

Problemática que atiende

Usuarios/beneficiarios

Introducción

Objetivos

Materiales y métodos

Resultados relevantes

Discusión

Conclusiones

Impacto socioeconómico. **La extensión del texto, hasta esta sección debe ser de 7 cuartillas.** Referencias en una hoja adicional. Las Figuras y/o Tablas (3 en total, en formato vertical-Portrait) van en hojas adicionales.

Elementos adicionales a considerar en los artículos sometidos para publicación.

Ilustraciones. Las ilustraciones —incluye fotografías— se entregarán digitalizadas en 427 x 640 pixeles, con un tamaño mínimo de 15cm en su lado mayor. El material gráfico —dibujos o esquemas—, deberán ser elaborados en Corel Draw u otro programa similar y en cualquiera de los siguientes formatos: tif o jpg. No se aceptan imágenes que provienen de Internet, sin la autorización expresa del autor de la imagen, y sin que tengan la calidad requerida. En total las imágenes, gráficos y tablas referidas en el texto no deben ser mayores a tres. **Nota:** se recomienda enviar una ilustración de alta definición 683 x 1024 pixeles, para usarse como portada en la versión electrónica en el portal del PCTI. La fotografía o imagen debe ser llamativa y sobre la temática del artículo.

Tablas. Se recomienda usarlas de manera excepcional. De haberlas, deberán ser referidas en el texto, tener únicamente los datos imprescindibles, con el propósito de que el lector las comprenda con facilidad. Cada una de las tablas deberá contener un número de identificación, numeradas en forma consecutiva, con un título descriptivo. De ser necesario, se incluirá al pie una nota explicativa. Las tablas deben enviarse además en archivo Excel.

Referencias bibliográficas. Las referencias generales, destinadas a ampliar en su conjunto la información que se proporciona al lector, no requieren ser citadas en el texto. Las específicas, que destacan algún punto de particular importancia, deberán ser únicamente las 10 más importantes y citadas en el texto por el primer apellido del autor y del coautor (de existir) seguido(s) por el año de publicación escrito entre paréntesis, como en: Martínez (2009), o en López y Martínez (2009). Si hubiera más de dos autores, la referencia se hará como en el caso anterior, pero señalando únicamente el apellido del primer autor, seguido de la expresión y cols., en el texto, como en Martínez y cols. (2010) o si va en paréntesis se usa et al (Martínez et al 2010). Las citas se separan por una coma (Martínez 2009, López y Martínez 2009). Si es necesario diferenciar dos o más trabajos del mismo autor publicados en un mismo año, se utilizarán letras minúsculas consecutivas al lado del año, en letra cursiva, como en: Martínez (2010a), Martínez (2010b). El número de referencias no deberá ser mayor a 10. Las fichas bibliográficas correspondientes a las referencias generales y específicas se agruparán al final del artículo, en orden alfabético y de acuerdo con el apellido del primer autor.

Los artículos y anexos deberán ser enviados (en el formato electrónico requerido) al Editor de la revista, acompañados de una carta (en formato electrónico) del autor de correspondencia solicitando su publicación. Con el objeto de facilitar la labor de corrección y la comunicación con el autor, las páginas del artículo deberán estar numeradas. Las propuestas de artículo deben de enviarse exclusivamente por vía electrónica a: hnoasco2008@hotmail.com

ÁREAS TEMÁTICAS:

Área 1: Físico-Matemáticas y Ciencias de la Tierra.

Área 2: Biología y Química.

Área 3: Medicina y Ciencias de la Salud.

Área 4: Humanidades y Ciencias de la Conducta.

Área 5: Ciencias Sociales.

Área 6: Biotecnología y Ciencias Agropecuarias.

Área 7: Ingenierías.



PCTI

Ciencia, Tecnología e Innovación para el Desarrollo de México.



La ciencia, la tecnología e la Innovación al servicio de la sociedad mexicana

Órgano Oficial de Divulgación
de la AMECTIAC



Contacto: hno lasco2008@hotmail.com, hno lasco@pcti.mx