

EL IMPACTO DE LOS FONDOS MIXTOS EN EL DESARROLLO REGIONAL

VOLUMEN I

DIRECTORIO

Dr. Juan Pedro Laclette

Coordinador General

Fís. Patricia Zúñiga-Bello

Secretaria Técnica

MESA DIRECTIVA

Academia Mexicana de Ciencias	Dr. Arturo Menchaca Rocha
Academia de Ingeniería	Ing. José Antonio Ceballos Soberanis
Academia Nacional de Medicina	Dr. David Kershenobich Stalnikowitz
Asociación Mexicana de Directivos de la Investigación Aplicada y Desarrollo Tecnológico	Dr. Sergio Ulloa Lugo
Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior	Dr. Rafael López Castañares
Confederación de Cámaras Industriales de los Estados Unidos Mexicanos	Ing. Salomón Presburger Slovik
Consejo Nacional Agropecuario	Lic. Juan Carlos Cortés García
Confederación Patronal de la República Mexicana	Lic. Gerardo Gutiérrez Candiani
Cámara Nacional de la Industria de Transformación	Ing. Sergio Cervantes Rodiles
Red Nacional de Consejos y Organismos Estatales de Ciencia y Tecnología	Mtro. Miguel O. Chávez Lomelí
Universidad Nacional Autónoma de México	Dr. José Narro Robles
Instituto Politécnico Nacional	Dra. Yoloxóchitl Bustamante Diez
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN	Dr. J. P. René Asomoza Palacio
Academia Mexicana de la Lengua	Dr. José G. Moreno de Alba
Academia Mexicana de Historia	Dra. Gisela Von Wobeser Hoepfner
Sistema de Centros Públicos de Investigación	
Consejo Mexicano de Ciencias Sociales	Dra. Cristina Puga Espinosa
Investigadora electa	Dra. Leticia M. Torres Guerra
Investigador electo	Dr. Antonio E. Lazcano Araujo
Investigador electo	Dr. Juan José Saldaña González

EL IMPACTO DE LOS FONDOS MIXTOS EN EL DESARROLLO REGIONAL

VOLUMEN I



Foro Consultivo Científico y Tecnológico, AC

Insurgentes Sur No. 670, Piso 9

Colonia Del Valle

Delegación Benito Juárez

Código Postal 03100

México, Distrito Federal

www.foroconsultivo.org.mx

foro@foroconsultivo.org.mx

Tel. (52 55) 5611-8536

Responsables de la edición:

Juan Pedro Laclette

Patricia Zúñiga

Jorge Alberto Romero

Compiladores:

Brenda Figueroa Ramírez

Byndi Olea Bañuelos

Coordinador de edición:

Marco A. Barragán García

Corrección de estilo:

Ma. Areli Montes Suárez

Diseño de portada e interiores:

Víctor Daniel Moreno Alanís

Cualquier mención o reproducción del material de esta publicación puede ser realizada siempre y cuando se cite la fuente.

DR Febrero 2011, FCCyT

ISBN 978-607-95050-7-3 (O.C)

978-607-95050-8-0 (V.I)

Impreso en México

ÍNDICE

VOLUMEN I

► Presentación	11
Presentación.....	13
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.....	15
Foro Consultivo Científico y Tecnológico, AC.....	17
Red Nacional de Consejos y Organismos Estatales de Ciencia y Tecnología, AC	19
► Fondos Mixtos	21
Fondos Mixtos para el Desarrollo Científico y Tecnológico	23
► Casos participantes	35
Introducción: Características de los Casos Participantes	37
► Aguascalientes	49
Creación de un Centro de Investigación y Diseño de Maquinaria Agrícola	51
TECNOMECA AGRÍCOLA, SA	
► Baja California	57
Producción de Productos Acuícolas y Hortalizas Orgánicas con Uso	
Eficiente de Agua.....	59
Acuicultura del Desierto, S de PR de RL	
Altavoz con Micrófono Inalámbrico	65
Plantronics México (Plamex), SA de CV	
Creación de las Salas de Ciencia y Tecnología en El Trompo, Museo	
Interactivo Tijuana. Primera Etapa: Proyecto Ejecutivo. Segunda Etapa:	
Contenidos Museográficos	73
El Trompo, Museo Interactivo Tijuana, AC	

▶ Campeche	85
Estudio Biotecnológico de un Antibiótico de Origen Marino con Acción sobre Bacterias Patógenas Humanas	87
Centro de Investigaciones en Enfermedades Tropicales de la Universidad Autónoma de Campeche	
▶ Chiapas	91
Capacidad Inmunoprotectora de Vacunas Homóloga y Heteróloga contra la Anaplasmosis Bovina en un Área Endémica	93
Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)	
Creación y Fortalecimiento del Laboratorio de Ciencias de la Tierra y Medio Ambiente	103
Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas	
Polo Tecnológico Nacional para el Desarrollo de Investigación y Pruebas Analíticas en Biocombustibles	115
Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez	
▶ Chihuahua	119
Generalización del Club de Ciencias “El Mundo de los Materiales”	121
Centro de Investigación en Materiales Avanzados, SC (CIMAV)	
Las Cactáceas del Estado de Chihuahua: Tesoro Estatal en Peligro de Extinción	129
Universidad Autónoma de Chihuahua	
Conservación de Germoplasma Mexicano de Chile Jalapeño, Producción de Híbridos y Acondicionamiento de su Semilla para el Incremento de la Competitividad del Sistema-Producto Chile en el Estado de Chihuahua	139
Semillas Tierra Blanca, SA de CV	
▶ Coahuila	151
Importancia de la Proporción de Machos con Relación al Número de Hembras Sometidas al Efecto Macho	153
Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”	
Recuperación de Aluminio Secundario durante la Fusión de Chatarras Compuestas en Horno de Doble Cámara	161
CINVESTAV-Unidad Saltillo	

Implementación de un Plan Estratégico de Suplementación Alimenticia para Mejorar la Respuesta Sexual, la Tasa de Gestación y la Supervivencia de las Crías en las Cabras Sometidas al Efecto Macho	167
Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”	
Propuesta para el Desarrollo de un Sistema Estatal de Innovación Impulsor de la Competitividad de Coahuila dentro del Contexto de la Economía y la Sociedad del Conocimiento	175
Corporación Mexicana de Investigación en Materiales, SA de CV	
Colima	185
Catálogo de Riesgos en el Estado de Colima. Zonificación y Análisis de las Principales Amenazas Naturales y Antropogénicas y Estudio de Vulnerabilidad de las Edificaciones Esenciales	187
Observatorio Vulcanológico de la Universidad de Colima	
Determinantes Polimórficos de Obesidad en Población Infantil y Juvenil en el Estado de Colima	199
Centro Universitario de Investigaciones Biomédicas de la Universidad de Colima	
Evaluación Diagnóstica de la Calidad y Disponibilidad del Agua Superficial y Subterránea en el Estado de Colima	215
Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey	
Durango	227
Sistema de Información Geográfica de los Ecosistemas de Zonas Áridas del Estado de Durango	229
Universidad Juárez del Estado de Durango	
Establecimiento de un Proceso Biológico para el Aprovechamiento de Residuos y Mejora de Procesos en el Rastro Municipal de Gómez Palacio, Durango	233
Universidad Politécnica de Gómez Palacio	
Estudio a Escala Piloto sobre la Reducción de la Emisión de Contaminantes al Ambiente durante el Cocimiento de Ladrillo con Materiales Característicos de la Región Lagunera	243
Universidad Politécnica de Gómez Palacio	

Red Internacional de Fortalecimiento Académico e Investigación del Posgrado URUZA-UACH	251
Universidad Autónoma Chapingo, Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas	
Estado de México	267
Vitrificación: Una Solución Inteligente para la Disposición de Residuos Peligrosos	269
Centro de Tecnología Avanzada, AC (CIATEQ)	
Guanajuato	279
Diseño e Implementación de un Sistema de Control de Procesos de Curtido, Acabado Húmedo, Secado y Acabado en Seco	281
Centro de Innovación Aplicada en Tecnologías Competitivas, AC (CIATEC)	
Diseño, Desarrollo e Implementación de un Proceso Automatizado de Formulación de Cuerpos Cerámicos para Aumentar la Calidad en el Proceso de Fabricación de Tejas	295
LAPROBA “El Águila”, SA de CV	
Muelle de Sobrecarga para Vehículos en General	299
Sulastic Rubber Springs	
Desarrollo de Prototipos Necesarios para el Escalamiento de Boya, Botón y Vialita Utilizados en la Seguridad Vial para Exportación a los Estados Unidos. Productos Elaborados con una Tecnología Innovadora de Proceso de Poliolefinas de Alta Densidad	303
HER-SAN, SA de CV	
Guerrero	307
Evaluación de la Calidad de los Insecticidas Utilizados para el Control Químico de Vectores	309
Laboratorio Estatal de Salud Pública “Dr. Galo Soberón y Parra” de la Secretaría de Salud del Estado de Guerrero	
Hidalgo	317
Tratamiento Integral de Residuos Generados en el Rastro Municipal de Pachuca y su Conversión en Productos con Valor Agregado	319
Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, AC	

Proyecto para la Elaboración del Plan Rector para la Prevención del Delito en el Estado de Hidalgo	323
Poder Judicial del Estado de Hidalgo	
Encapsulación de Aceites Esenciales de Cítricos (Aceite Esencial de Naranja) Utilizando el Proceso de Extrusión Termoplástica y Secado por Aspersión, con Biopolímeros (Almidones Modificados) como Materiales Encapsulantes	333
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, Unidad Querétaro	
Sistema de Información Geográfica para el Ordenamiento Territorial de la Región de APAN, Hidalgo	339
El Colegio de Tlaxcala, AC	
Jalisco	355
Tráiler Itinerante de la Ciencia y la Tecnología	357
Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología del Estado de Jalisco	
Programa Avanzado de Diseño de Tecnología de Semiconductores (PADTS)	363
CINVESTAV-Unidad Guadalajara	
Parque de Artes Digitales y Multimedia de Occidente	371
Instituto Jalisciense de Tecnologías de la Información, AC	
Michoacán	381
Revaloración del Patrimonio Cultural Edificado como Elemento de Identidad y Desarrollo de las Comunidades Rurales	383
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo	
Arquitectura y Urbanismo Modernos en Morelia. Instrumento para la Gestión de su Conservación	389
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo	
Directorio	401
Directorio de Empresas, Organismos e Instituciones Educativas Participantes	403

PRESENTACIÓN

PRESENTACIÓN

El Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación (PECiTI) 2008-2012, documento rector de la política científica, tecnológica y de innovación del país, propone fortalecer la apropiación social del conocimiento y la innovación, y el reconocimiento público de su carácter estratégico para el desarrollo integral del país. Un asunto sustantivo es la necesidad de unir los esfuerzos de todos los actores involucrados en el sistema: empresas, instituciones de educación superior y centros de investigación públicos y privados en torno a las acciones conductoras de gobiernos estatales y municipales en alianza con el CONACYT. Esta alianza se manifiesta en los Fondos Mixtos (FOMIX), que son fideicomisos en los cuales concurren los recursos del CONACYT con los aportados por los gobiernos de estados y municipios.

La operación de los FOMIX comenzó en 2002 en un número reducido de entidades. Actualmente este sistema alcanza los 32 estados y dos municipios, habiéndose convertido en un instrumento de apoyo al sistema nacional de financiamiento para la ciencia, la tecnología y la innovación. Su gran virtud es que los objetivos y metas del fondo mixto en cada estado son definidos por las propias autoridades locales, entre las que destacan los Consejos Estatales de Ciencia y Tecnología.

En esta primera recopilación se presentan 72 ejemplos de proyectos que recibieron apoyo financiero, incluyendo algunos netamente aplicados a resolver problemas prácticos en la sociedad y en las empresas, y otros que buscan aumentar el conocimiento a través de una investigación. Se trata de un esfuerzo conjunto del Foro Consultivo Científico y Tecnológico (FCCyT), el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y la Red Nacional de Consejos y Organismos Estatales de Ciencia y Tecnología (REDNACECYT), para ofrecer algunas de estas experiencias que han incidido en el bienestar social de la población, así como en el desarrollo regional de México.

El fomento del desarrollo científico y tecnológico regional a través de los FOMIX, desde sus inicios, ha sido una política compartida entre el CONACYT y las entidades federativas. Los esfuerzos que cada entidad federativa realiza, aun en un ambiente limitado de recur-

Los recursos financieros, han permitido proyectar al FOMIX como uno de los instrumentos más importantes para apoyar la descentralización de las actividades en materia de ciencia, tecnología e innovación en el país.

Los proyectos incluidos en esta publicación responden a la configuración de un esquema de participación que propicia la estrecha relación de trabajo entre los investigadores, las autoridades de diversas instituciones y los ciudadanos, con el fin de desarrollar y consolidar las capacidades científicas y tecnológicas de los estados y municipios, formar recursos humanos especializados, realizar proyectos de investigación y desarrollo tecnológico de alta calidad que respondan y contribuyan a la resolución de problemas locales y regionales, además de promover la divulgación y la apropiación de la ciencia y la tecnología de estados y municipios.

La selección de los 72 proyectos presentados en los dos tomos de esta publicación se hizo de manera coordinada entre el CONACYT, a través de su Dirección Adjunta de Desarrollo Regional, y los Consejos Estatales de Ciencia y Tecnología. Asimismo, gracias al apoyo y gestión del FCCyT, se extendió una invitación a los responsables de dichos proyectos para que enviaran los artículos que aquí se publican, en donde se da cuenta de los pormenores de su ejecución, objetivos, proceso, importancia y actividades desarrolladas de manera posterior al término del apoyo, pero sobre todo, del impacto que han tenido en la aplicación del recurso público para el desarrollo de sus regiones.

Las áreas que abarcan los casos que se presentan son de lo más variado, y van desde la biotecnología y las ciencias agropecuarias hasta proyectos relacionados con las humanidades y las ciencias de la conducta. Lo mismo se trata de investigación aplicada, que de desarrollos tecnológicos, de productos o procesos nuevos.

Así, también, un importante número de instituciones educativas presenta estos proyectos –la gran mayoría–, y en segundo lugar lo hacen empresas, centros de investigación y organismos gubernamentales.

Esperamos que esta publicación sirva como un reconocimiento a la labor de quienes incansablemente se han esforzado en producir conocimiento, y que sea tan sólo el inicio de un largo testimonial que nos informe de más casos exitosos que ayudarán al progreso de México.

Mtro. Miguel Chávez Lomelí

Director General
REDNACECYT

Dr. Juan Pedro Laclette

Coordinador General
FCCyT

Mtro. Juan Carlos Romero Hicks

Director General
CONACYT

CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) tiene por objeto ser la entidad asesora del Ejecutivo Federal y especializada para articular las políticas públicas del Gobierno Federal y promover el desarrollo de la investigación científica y tecnológica, la innovación, el desarrollo y la modernización tecnológica del país. El 29 de diciembre de 1970 el H. Congreso de la Unión dispuso su creación como un organismo público descentralizado de la Administración Pública Federal, integrante del sector educativo, con personalidad jurídica y patrimonio propio que goza de autonomía técnica, operativa y administrativa, cuya sede se sitúa en la Ciudad de México, Distrito Federal.

El eje rector en la materia es el Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación 2008-2012 (PECiTI), el cual propone fortalecer la apropiación social del conocimiento y la innovación, y el reconocimiento público de su carácter estratégico para el desarrollo integral del país, así como la articulación efectiva de todos los agentes involucrados para alcanzar ese fin. Así, se promoverá que los objetivos, estrategias y las acciones del PECiTI generen efectos positivos en la calidad de vida de la población y la atención de problemas nacionales prioritarios.

De ahí que el CONACYT tenga como misión el impulsar y fortalecer el desarrollo científico y la modernización tecnológica de México, mediante la formación de recursos humanos de alto nivel, la promoción y el sostenimiento de proyectos específicos de investigación y la difusión de la información científica y tecnológica.

Le corresponde realizar, entre otras, las siguientes atribuciones:

- Formular y proponer las políticas nacionales en materia de ciencia y tecnología;
- Impulsar la innovación y el desarrollo tecnológico, así como el fortalecimiento de las capacidades tecnológicas de la planta productiva nacional;

- La conducción y operación del Sistema Nacional de Investigadores, y establecer sus objetivos, funciones y forma de organización en las reglas de operación y reglamentación interna;
- Promover la participación de la comunidad científica y de los sectores público, social y privado en el desarrollo de programas y proyectos de fomento a la investigación científica y tecnológica y al desarrollo tecnológico;
- Promover y apoyar el desarrollo de la Red Nacional de Grupos y Centros de Investigación y los proyectos de investigación científica y tecnológica de las universidades e instituciones públicas de educación superior;
- Aportar recursos a las instituciones académicas, centros de investigación y, en general, a personas físicas y morales, públicas, sociales y privadas, para el fomento y realización de investigaciones y desarrollos tecnológicos, en función de programas y proyectos específicos;
- Ejecutar programas y proyectos de cooperación científica y tecnológica internacional, obtener información y dar a conocer las acciones de cooperación científica y tecnológica pactadas y desarrolladas por el CONACYT o por dependencias y entidades que apoyen la formulación e instrumentación de la política nacional de ciencia y tecnología, en coordinación con la Secretaría de Relaciones Exteriores. Tales actividades deberán observar las disposiciones legales aplicables.

De lo anterior se desprende que el CONACYT tiene como meta consolidar un Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología que responda a las demandas prioritarias del país, que dé solución a problemas y necesidades específicos, y que contribuya a elevar el nivel de vida y el bienestar de la población.



FORO CONSULTIVO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO, AC

La Ley de Ciencia y Tecnología, publicada en junio de 2002, planteó modificaciones importantes a la legislación en esta materia, tales como: la creación del Consejo General de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico, la identificación del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) como cabeza del sector de ciencia y tecnología, y la creación del Foro Consultivo Científico y Tecnológico (FCCyT).

El FCCyT está integrado, a su vez, por una Mesa Directiva formada por 20 representantes de la academia y el sector empresarial, 17 de los cuales son titulares de diversas organizaciones mientras que los tres restantes son investigadores electos del Sistema Nacional de Investigadores (SNI).

En este sentido, el FCCyT forma parte del Consejo General de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico encargado de regular los apoyos que el Gobierno Federal está obligado a otorgar para impulsar, fortalecer y desarrollar la investigación científica y tecnológica en general en el país. El FCCyT lleva al Consejo General de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico la expresión de las comunidades científica, académica, tecnológica y del sector productivo, para la formulación de propuestas en materia de políticas y programas de investigación científica y tecnológica.

De acuerdo con la Ley de Ciencia y Tecnología, el FCCyT tiene tres funciones sustantivas:

Su primera función sustantiva es la de fungir como organismo asesor autónomo y permanente del Poder Ejecutivo —en relación directa con el CONACYT, varias secretarías de Estado y el Consejo General de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico—, pero también atiende al Poder Legislativo.

La segunda función sustantiva es la de ser un órgano de expresión y comunicación de los usuarios del sistema de ciencia, tecnología e innovación (CTI). Su objetivo es propiciar el diálogo entre los integrantes del Sistema Nacional de Investigación y los legisladores, las autoridades federales y estatales y los empresarios, con el propósito de estrechar lazos de colaboración entre los actores de la triple hélice –academia-gobierno-empresa.

Es de resaltar el trabajo continuo y permanente con legisladores de los estados de la República, particularmente con los miembros de las comisiones que revisan los asuntos de educación y CTI en sus entidades federativas. Esta relativa cercanía posiciona al FCCyT como un actor pertinente para contribuir, junto con otros, al avance de la federalización y del financiamiento de la CTI. En este sentido, se puede contribuir al trabajo del propio CONACYT, de las secretarías de Economía y de los consejos estatales de Ciencia y Tecnología para conseguir la actualización de las leyes locales, en términos que aumenten su coherencia con la Ley Federal de Ciencia Tecnología e Innovación.

El FCCyT también se ha dado a la búsqueda de mecanismos para la vinculación internacional a través de diversas agencias multilaterales. Todo ello, orientado a una búsqueda permanente de consensos alrededor de acciones y planes que se proponen en el Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación (PECiTI).

En cuanto a la tercera función sustantiva –comunicación y difusión de la CTI–, el Foro hace uso de distintos medios, desde la comunicación directa por medio de foros, talleres y otro tipo de reuniones de trabajo, hasta el uso de los medios de comunicación masiva y de Internet. Para mencionar sólo un ejemplo, nuestro nuevo portal electrónico ofrece ahora una mayor diversidad de servicios a los usuarios, incluyendo una gran variedad de mecanismos (concentrado de noticias de CTI, *Gaceta Innovación*, *Acertadístico*, cifras sobre la evolución en CTI, información sobre las cámaras legislativas y los estados de la República, *blogs*, entre otros) para posibilitar un análisis más preciso de nuestro desarrollo en el ramo. Una señal inequívoca del avance es el aumento en el número de visitas al portal electrónico del FCCyT en más de un orden de magnitud.

En resumen, el FCCyT es una instancia autónoma e imparcial que se encarga de examinar el desarrollo de la CTI en el país. Sin embargo, tenemos el reto de incrementar la conciencia social en esa materia, partiendo siempre de la premisa del compromiso social de la ciencia, ya que el conocimiento *per se* pierde una parte de su valor si no se logra su utilización y su aplicación para mejorar las condiciones y la sustentabilidad de la vida en el país.



RED NACIONAL DE CONSEJOS Y ORGANISMOS ESTATALES DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA, AC

La Red Nacional de Consejos y Organismos Estatales de Ciencia y Tecnología es una Asociación Civil creada en noviembre de 1998, con el propósito de intercambiar experiencias y definir políticas y estrategias para el fortalecimiento de las capacidades locales de fomento a la investigación, desarrollo tecnológico e innovación, en congruencia con las realidades nacionales, regionales y locales.

Está integrada por los consejos y organismos que tienen a su cargo la implementación de políticas públicas para el desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación en las 32 entidades federativas del país.

Misión:

- Impulsar políticas públicas y las mejores prácticas en el desarrollo científico, tecnológico y de innovación, a través de la sinergia de los COECYT's, en vinculación con los sectores social, académico, gubernamental y empresarial para el beneficio de la sociedad mexicana.

Visión:

- Contribuir al desarrollo, en México, de una sociedad del conocimiento a través de la aplicación de la ciencia, tecnología y la innovación para alcanzar el desarrollo sustentable del país.

Oferta de valor:

- Fomentar el fortalecimiento de los sistemas de ciencia, tecnología e innovación de cada entidad federativa, de acuerdo con sus propias visiones, aspiraciones y capacidades.
- Facilitar el intercambio, el análisis, la adecuación y la adopción de las mejores prácticas en cuanto al fomento y el desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación en cada entidad federativa
- Ofrecer una visión de las particularidades regionales de los actores de la ciencia, la tecnología y la innovación, en su acción como interlocutor ante las autoridades federales y ante otros organismos nacionales e internacionales.
- Participar en el establecimiento y seguimiento de políticas nacionales de ciencia, tecnología e innovación.
- Acelerar el desarrollo nacional de la ciencia, la tecnología y la innovación, dirigido al progreso social y económico en forma armónica y sostenible.
- Colaborar en la divulgación de los avances de la ciencia, la tecnología y la innovación para elevar el nivel cultural y las aspiraciones de conocimiento de todos los mexicanos.

Para los integrantes de la REDNACECYT los Fondos Mixtos instrumentados por el CONACYT, en coordinación con los gobiernos de los estados y los municipios, revisten un múltiple interés, no sólo por el hecho de que en la mayoría de los casos son los Consejos Estatales quienes asumen uno de los dos secretariados que apoyan su operación, sino que igualmente son los responsables de la coordinación y concertación al interior de sus entidades federativas respecto de la planeación de su desarrollo.

De ahí el interés por incrementar la visibilidad de los cada vez más evidentes beneficios de este instrumento conjunto federación–entidades/municipios, y particularmente cuando el testimonio proviene de sus sujetos de apoyo.



FONDOS MIXTOS

FONDOS MIXTOS PARA EL DESARROLLO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO



Los Fondos Mixtos son un instrumento de apoyo para el desarrollo científico, tecnológico e innovación estatal y municipal. Son fideicomisos constituidos con aportaciones del Gobierno del Estado o Municipio y del Gobierno Federal a través del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Permiten la confluencia de recursos para fortalecer las acciones en la materia:

- Coadyuvar al desarrollo integral de las entidades federativas, mediante acciones científicas, tecnológicas y de innovación.
- Fomentar y consolidar las capacidades científicas y tecnológicas de los estados.
- Promover la descentralización de las actividades científicas y tecnológicas hacia las entidades federativas.
- Identificar áreas de oportunidad para el desarrollo académico, económico y social de las entidades y municipios.
- Generar propuestas de solución para atender las demandas específicas de los estados en materia de ciencia, tecnología e innovación, con base en convocatorias públicas.

El Fondo Mixto apoya proyectos en las siguientes modalidades:

A. Investigación Científica:

- A1. Realizada con el objeto de generar nuevos conocimiento de frontera en las áreas de interés para el Gobierno del Estado/Municipio.
- A2. Aplicada: Realizada para la adquisición de nuevos conocimientos, dirigida hacia un objetivo o fin práctico, que responda a una demanda específica determinada.

B. Desarrollo Tecnológico:

- B1. Precompetitivo: Realizada para el desarrollo con contenido innovativo de productos o procesos de alta apropiabilidad, para beneficio de una comunidad o grupo social.
- B2. Competitivo: Realizada para el desarrollo con contenido innovador de productos y procesos con un propósito comercial en beneficio de una empresa o grupo de empresas.

C. Creación y Consolidación de Grupos y Redes de Investigación:

Propuestas cuyo objetivo principal sea la formación de recursos humanos de alto nivel, la creación, consolidación y fortalecimiento de grupos de investigación científica y tecnológica y su incorporación en las instituciones de educación superior, en los centros de investigación y/o en las empresas a través de acciones tales como: programas para la formación de cuadros de científicos y tecnólogos de alto nivel, la incorporación de científicos y tecnólogos en grupos o redes existentes, el intercambio de estudiantes, científicos y tecnólogos.

D. Creación y Fortalecimiento de Infraestructura:

Propuestas orientadas principalmente a crear y/o fortalecer la infraestructura científica y tecnológica tales como: creación y/o equipamiento de laboratorios de alta especialidad en instituciones de investigación, creación y/o fortalecimiento de centros o departamentos de desarrollo de productos en empresas, entre otras.

E. Difusión y Divulgación:

Propuestas que persigan la formación de una cultura científica y tecnológica; que promuevan la difusión, nacional e internacional del trabajo de la comunidad científica; que impulsen la realización de actividades y programas que despierten la creatividad y la vocación científico-tecnológica de la niñez y la juventud; que fomenten la creación de una cultura empresarial de aprecio por el desarrollo, la innovación y explotación de desarrollos científicos y tecnológicos.

Para diciembre de 2010 están vigentes 34 Fondos Mixtos, 32 con entidades federativas y 2 con municipios.

El incremento sustancial en el presupuesto de los Fondos Mixtos, en los últimos años, ha tenido diversos impactos, entre ellos, la dinamización en su administración que conlleva a obtener mejores resultados en la aplicación de los recursos.

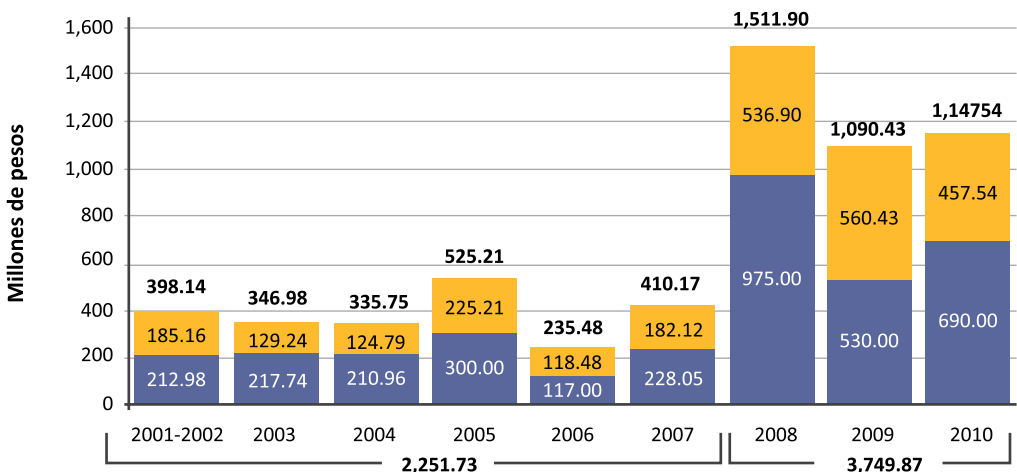
Fondos Mixtos vigentes a 2010



Fondos Mixtos Constituidos

- 32 Estatales
- 2 Municipales

Algunas consideraciones básicas para contextualizar la dinámica de los Fondos Mixtos



Gobiernos de los estados y municipios	42%	2,519.87	Total	6,001.60
CONACYT	58%	3,481.73		

En 2010 se cuenta con 34 Fondos Mixtos, de los cuales 32 son estatales y 2 municipales. De 2002 a 2010 se ha tenido una aportación total de 6.001.6 millones de pesos (58% ha sido aportado por CONACYT y el 42% restante por los gobiernos estatales y municipales).

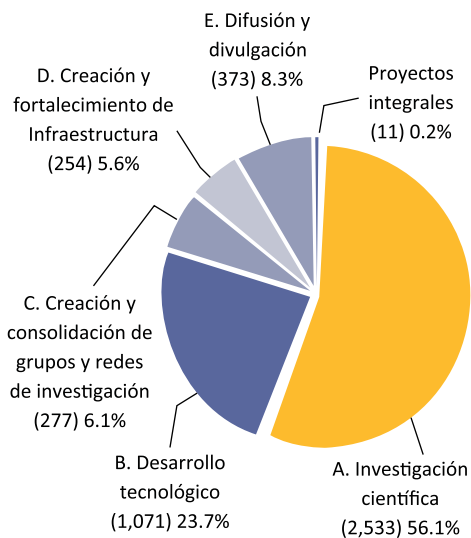
Los FOMIX apoyan proyectos de cinco modalidades distintas: investigación científica; desarrollo tecnológico; creación y consolidación de grupos y redes de investigación; creación y fortalecimiento de infraestructura; difusión y divulgación. Durante el periodo 2002 a 2010, 56.1% de los proyectos han sido de la modalidad de investigación científica, 23.7% de desarrollo tecnológico y 20.2% comprende las tres modalidades restantes. Se destaca que se han apoyado igualmente 11 proyectos integrales, que representan 0.2% del total.

Ayos por Modalidad, cifras acumuladas 2002- 2010		
Modalidades	Proyectos	%
A. Investigación científica	2,533	56.1%
B. Desarrollo tecnológico	1,071	23.7%
C. Creación y consolidación de grupos y redes de investigación	277	6.1%
D. Creación y fortalecimiento de infraestructura	254	5.6%
E. Difusión y divulgación	373	8.3%
Proyectos integrales (Más de una modalidad)	11	0.2%
Total	4,519	100%

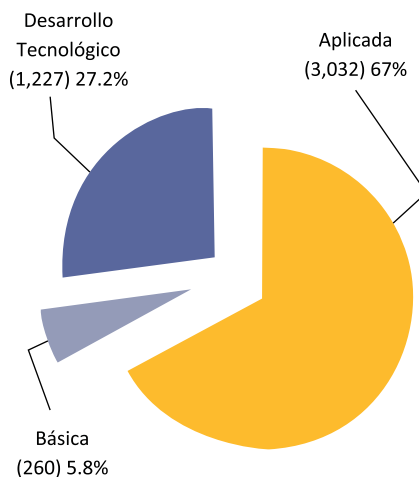
De los 4,519 proyectos apoyados, 67% corresponde a proyectos de investigación aplicada, El 27.2% es de desarrollo tecnológico y 5.8% es de investigación básica. Asimismo, el área del conocimiento que mayor demanda ha presentado es la de Ingeniería e Industria; en ésta se tienen 1,258 proyectos aprobados, los cuales representan 27.84% del total, en segundo lugar se encuentran los proyectos del área biotecnología y agropecuarias con 1,032 proyectos y una participación de 22.84% y en tercer lugar se encuentran proyectos del área de ciencias sociales y económicas, con 489 proyectos y una participación de 10.82%.

Ayos por Tipo de Investigación, cifras acumuladas 2002-2010		
Tipo de investigación	Proyectos	%
Aplicada	3,032	67%
Básica	260	5.8%
Desarrollo Tecnológico	1,227	27.2%
Total	4,519	100%

Apoyos por Modalidad, cifras acumuladas 2002- 2010



Apoyos por Tipo de Investigación, cifras acumuladas 2002- 2010



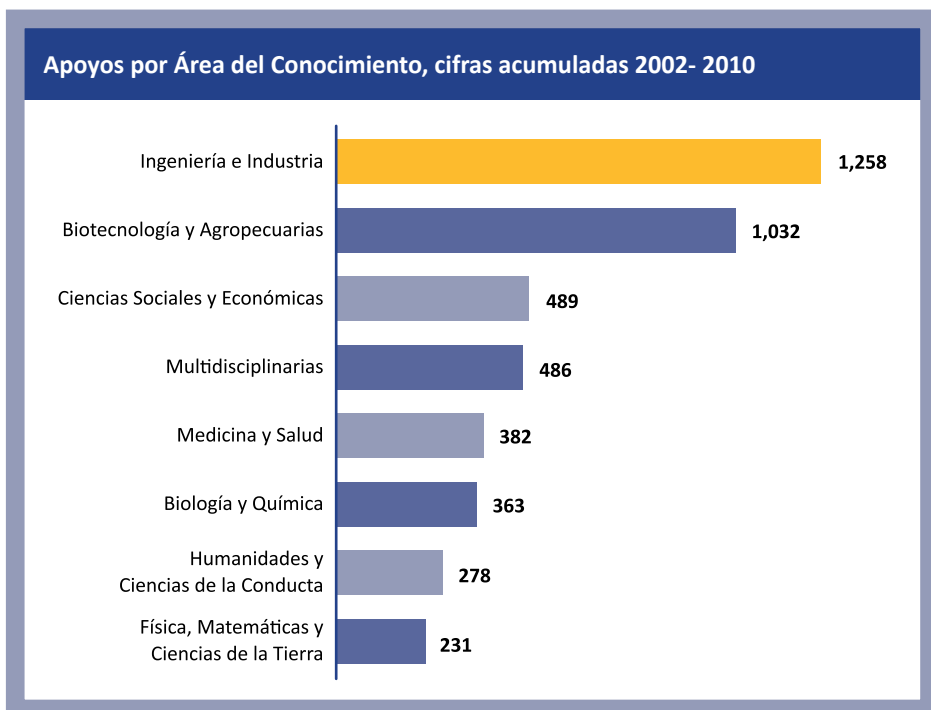
Apoyos por Área del Conocimiento, cifras acumuladas 2002-2010

Área del conocimiento	Proyectos	%
Física, Matemáticas y Ciencias de la Tierra	231	5.11%
Humanidades y Ciencias de la Conducta	278	6.15%
Biología y Química	363	8.03%
Medicina y Salud	382	8.45%
Multidisciplinarias	486	10.75%
Ciencias Sociales y Económicas	489	10.82%
Biotecnología y Agropecuarias	1,032	22.84%
Ingeniería e Industria	1,258	27.84%
Total	4,519	100

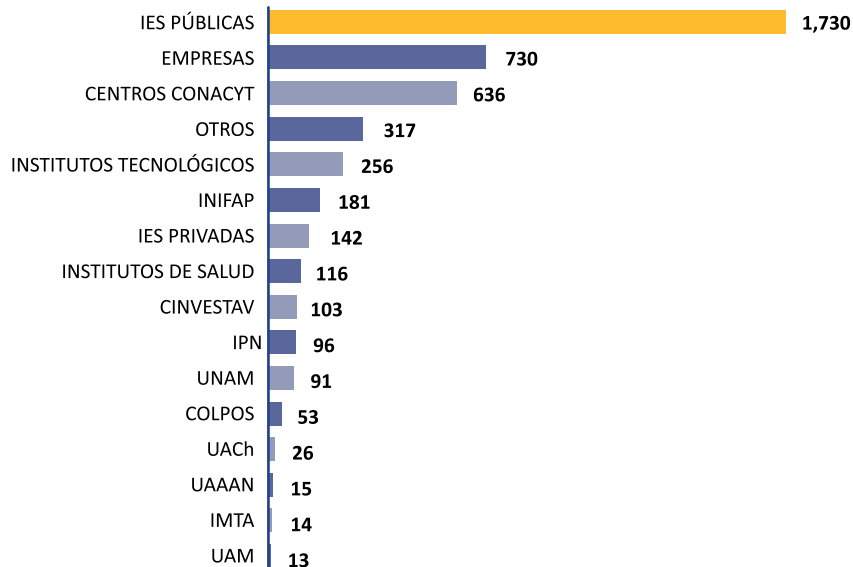
Apoyos por Institución, cifras acumuladas 2002-2010 (continúa...)

Instituciones	Proyectos	%
UAM	13	0.25%
IMTA	14	0.39%

Apoyos por Institución, cifras acumuladas 2002-2010 (termina)		
Instituciones	Proyectos	%
UAAAN	15	0.33%
UACH	26	0.66%
COLPOS	53	1.27%
UNAM	91	2.21%
IPN	96	2.21%
CINVESTAV	103	2.54%
INSTITUTOS DE SALUD	116	2.65%
IES PRIVADAS	142	4.19%
INIFAP	181	3.03%
INSTITUTOS TECNOLÓGICOS	256	5.13%
OTROS	317	5.82%
CENTROS CONACYT	636	16.27%
EMPRESAS	730	12.47%
IES PÚBLICAS	1,730	40.60%
Totales	4,519	100%



Apoyos por Institución, cifras acumuladas 2002- 2010



Por entidad federativa se destacan los estados de Nuevo León con una aportación al fondo de 14.56%, Guanajuato tiene una participación de 8.77% y Jalisco participa con 6.69%. Estos tres estados representan 30% de las aportaciones.

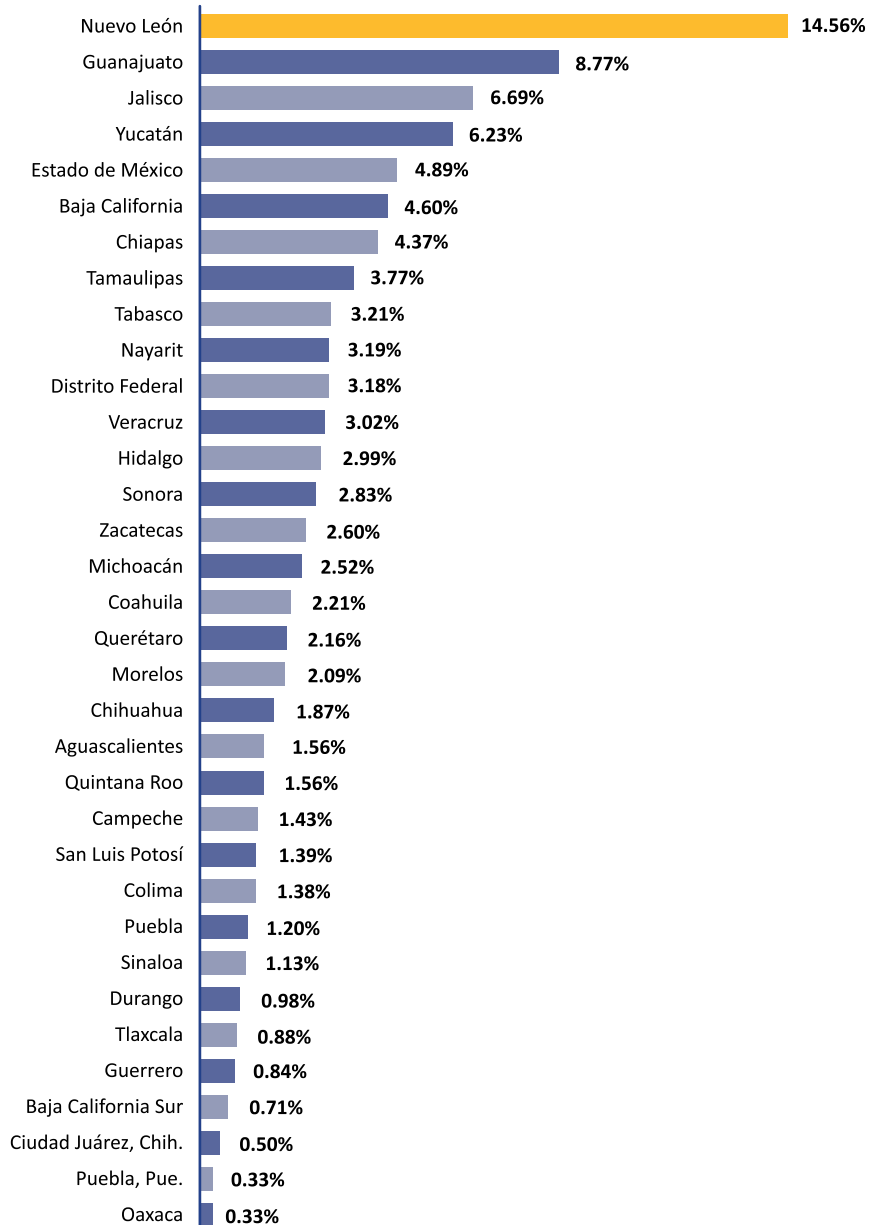
Distribución en Porcentaje de Recursos por Entidad Federativa, cifras acumuladas 2002-2010 (continúa...)


Entidad Federativa	Aportación al Fondo	%
Aguascalientes	93,821,572.00	1.56%
Baja California	276,275,000.00	4.60%
Baja California Sur	42,798,280.00	0.71%
Campeche	85,800,000.00	1.43%
Chiapas	262,060,799.01	4.37%
Chihuahua	112,000,000.00	1.87%
Ciudad Juárez, Chih.	30,000,000.00	0.50%
Coahuila	132,473,660.00	2.21%
Colima	82,747,540.00	1.38%
Distrito Federal	190,853,900.00	3.18%


Distribución en Porcentaje de Recursos por Entidad Federativa, cifras acumuladas 2002-2010 (termina)		
Entidad Federativa	Aportación al Fondo	%
Durango	58,576,002.00	0.98%
Estado de México	293,198,204.00	4.89%
Guanajuato	526,434,000.00	8.77%
Guerrero	50,500,000.00	0.84%
Hidalgo	179,682,565.00	2.99%
Jalisco	401,800,000.00	6.69%
Michoacán	151,432,000.00	2.52%
Morelos	125,670,000.00	2.09%
Nayarit	191,247,316.00	3.19%
Nuevo León	873,909,532.00	14.56%
Oaxaca	20,000,000.00	0.33%
Puebla	72,000,000.00	1.20%
Puebla, Pue.	20,000,000.00	0.33%
Querétaro	129,595,000.00	2.16%
Quintana Roo	93,456,416.14	1.56%
San Luis Potosí	83,650,000.00	1.39%
Sinaloa	68,000,000.00	1.13%
Sonora	170,029,392.19	2.83%
Tabasco	192,637,160.00	3.21%
Tamaulipas	226,559,335.56	3.77%
Tlaxcala	53,000,000.00	0.88%
Veracruz	181,000,000.00	3.02%
Yucatán	374,102,953.00	6.23%
Zacatecas	156,293,663.00	2.60%
TOTAL	6,001,604,289.90	100%


Durante el periodo 2002 a 2010, las aportaciones totales al fondo han sido de 6 mil un millones de pesos. La región noreste representa 25.51% del total de estas aportaciones, la región centro representa 23.33%, la región sureste tiene una participación de 16.80%, la región occidente presenta un porcentaje de participación de 15.35%, mientras que la región noroeste representa 10.26% y la región suroriente participa con 8.76% del total de aportaciones.

Distribución en Porcentaje de Recursos por Entidad Federativa, cifras acumuladas 2002-2010



	Distribución de Recursos en la Región Noreste, cifras acumuladas 2002-2010, Base: 6,001,604,289.90		
	Noreste	Aportación	Porcentaje
	Chihuahua	112,000,000.00	1.87%
	Ciudad Juárez, Chih.	30,000,000.00	0.50%
	Coahuila	132,473,660.00	2.21%
	Nuevo León	873,909,532.00	14.56%
	Tamaulipas	226,559,335.56	3.77%
	Zacatecas	156,293,663.00	2.60%
	Subtotal	1,531,236,190.56	25.51%

	Distribución de Recursos en la Región Suroriente, cifras acumuladas 2002-2010, Base: 6,001,604,289.90		
	Suroriente	Aportación	Porcentaje
	Hidalgo	179,682,565.00	2.99%
	Oaxaca	20,000,000.00	0.33%
	Puebla	72,000,000.00	1.20%
	Puebla, Pue	20,000,000.00	0.33%
	Tlaxcala	53,000,000.00	0.88%
	Veracruz	181,000,000.00	3.02%
	Subtotal	525,682,565.00	8.76%

	Distribución de Recursos en la Región Centro, cifras acumuladas 2002-2010, Base: 6,001,604,289.90		
	Centro	Aportación	Porcentaje
	Distrito Federal	190,853,900.00	3.18%
	Estado de México	293,198,204.00	4.89%
	Guanajuato	526,434,000.00	8.77%
	Guerrero	50,500,000.00	0.84%
	Morelos	125,670,000.00	2.09%
	Querétaro	129,595,000.00	2.16%
	San Luis Potosí	83,650,000.00	1.39%
	Subtotal	1,399,901,104.00	23.33%

Distribución de Recursos en la Región Noroeste, cifras acumuladas 2002-2010, Base: 6,001,604,289.90

Noroeste	Aportación	Porcentaje
Baja California	276,275,000.00	4.60%
Baja California Sur	42,798,280.00	0.71%
Durango	58,576,002.00	0.98%
Sinaloa	68,000,000.00	1.13%
Sonora	170,029,392.19	2.83%
Subtotal	615,678,674.19	10.26%

**Distribución de Recursos en la Región Occidente, cifras acumuladas 2002-2010, Base: 6,001,604,289.90**

Occidente	Aportación	Porcentaje
Aguascalientes	93,821,572.00	1.56%
Colima	82,747,540.00	1.38%
Jalisco	401,800,000.00	6.69%
Michoacán	151,432,000.00	2.52%
Nayarit	191,247,316.00	3.19%
Subtotal	921,048,428.00	15.35%

**Distribución en Porcentaje de Recursos Región Sureste, cifras acumuladas 2002-2010, Base: 6,001,604,289.90**

Sureste	Aportación	Porcentaje
Campeche	85,800,000.00	1.43%
Chiapas	262,060,799.01	4.37%
Quintana Roo	93,456,416.14	1.56%
Tabasco	192,637,160.00	3.21%
Yucatán	374,102,953.00	6.23%
Subtotal	1,008,057,328.15	16.80%



Por lo anterior, se reconoce que los Fondos Mixtos han promovido el desarrollo y la consolidación de las capacidades científicas y tecnológicas de los estados y municipios, canalizando recursos para coadyuvar al desarrollo integral de la entidad mediante acciones científicas y tecnológicas.



CASOS PARTICIPANTES

INTRODUCCIÓN: CARACTERÍSTICAS DE LOS CASOS PARTICIPANTES

► Introducción

Cada uno de los responsables de los 72 proyectos respondió a una breve encuesta, cuyo objetivo era distinguir las principales características de los casos seleccionados. Dicha encuesta se dividió en tres apartados: 1. Datos generales del responsable del proyecto, 2. Características del proyecto, y 3. Percepción del proyecto (ver Tabla 6). Por lo que a manera de preámbulo se analizan a continuación los resultados de los dos últimos apartados de la encuesta.

► Características de los proyectos

- a. La publicación comprende 72 proyectos que representan a 29 estados de la República Mexicana. Los estados de mayor participación fueron Durango, Hidalgo, Guanajuato y Coahuila, mientras que Aguascalientes, Campeche, Estado de México, Guerrero, Tabasco y Veracruz contribuyen al menos con un proyecto (ver Tabla 1).
- b. Los proyectos registrados proceden de 56 diferentes organismos, instituciones y empresas, siendo el Colegio de Postgraduados el organismo más dinámico, participando con tres proyectos registrados en los estados de Puebla (2) y Tlaxcala (1).

La participación del sector académico está representada por 41 instituciones, de las cuales 17 son universidades estatales, 8 son centros públicos CONACYT, 5 son centros de investigación (estatales y federales), 3 son sedes del CINVESTAV y el resto

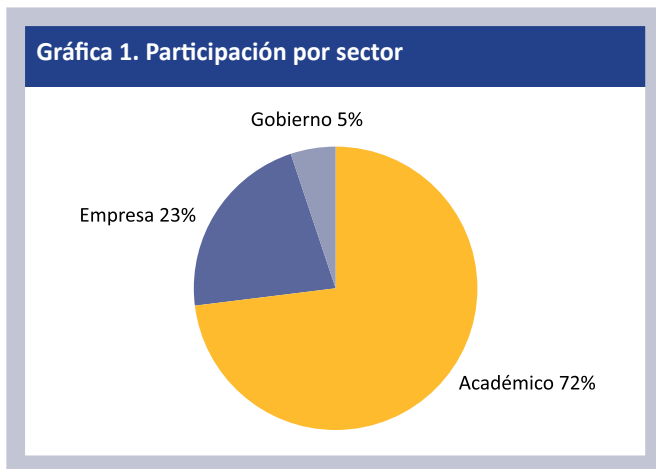
Tabla 1. Número de proyectos registrados por estado

Estados	Proyectos registrados	
Durango	4	
Coahuila		
Guanajuato		
Hidalgo		
Baja California	3	
Chiapas		
Chihuahua		
Colima		
Jalisco		
Puebla		
Querétaro		
Sinaloa		
Sonora		
Tamaulipas		
Tlaxcala		
Zacatecas		
Michoacán		2
Morelos		
Nayarit		
Nuevo León		
Quintana Roo		
San Luis Potosí		
Yucatán		
Aguascalientes	1	
Campeche		
Guerrero		
México		
Tabasco		
Veracruz		
Total	72	

representa a la Secretaría de Educación Pública, al Instituto Politécnico Nacional y al Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey (ver Tabla 2). Por lo que, 72% de los organismos participantes pertenecen al sector académico.

Las empresas participantes provienen de los estados de Aguascalientes, Baja California, Chihuahua, Guanajuato, San Luis Potosí, Tabasco, Tamaulipas, Jalisco y Zacatecas, representando 23% del sector empresarial (ver Tabla 3).

El sector gubernamental participa tan sólo con 5% representado por el Poder Judicial de Hidalgo, el Museo Interactivo Tijuana, AC, y el Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología de Quintana Roo.



- c. En los casos presentados el área del conocimiento predominante es la relacionada con las Ingenierías (34%), siendo la mayoría de los estados los que aplican dicha ciencia en los proyectos FOMIX registrados. El área de Biotecnología y Ciencias Agropecuarias está representada principalmente en los casos publicados por los estados de Sonora, Estado de México, Baja California, Campeche, Chiapas, Coahuila, Durango, Hidalgo, Nayarit, Puebla, Querétaro, Sinaloa y Tlaxcala; dicha participación es de 29%. Los proyectos identificados en el área de Biología y Química tienen una participación del 10% y los

Tabla 2. Universidades Estatales, Centros Públicos CONACYT y Centros Públicos de Investigación participantes

Universidades Estatales	Centros Públicos de Investigación CONACYT	Centros Públicos de Investigación (Estatales)
<ul style="list-style-type: none"> • Universidad Autónoma de Campeche • Universidad Autónoma de Chihuahua • Universidad Autónoma de Nayarit • Universidad Autónoma de Tamaulipas • Universidad Autónoma de Tlaxcala • Universidad Autónoma de Yucatán • Universidad Autónoma de Zacatecas • Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas • Universidad de Guanajuato • Universidad Juárez del Estado de Durango • Universidad Nacional Autónoma de México • Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro • Universidad Autónoma de Chapingo • Universidad Autónoma de Querétaro • Universidad Autónoma de Sinaloa • Universidad de Colima • Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo 	<ul style="list-style-type: none"> • Instituto de Ecología, AC (INECOL) • Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica (IPICYT) • Corporación Mexicana de Investigación en Materiales, SA de CV (COMIMSA) • Centro de Innovación Aplicada en Tecnologías Competitivas (CIATEC) • Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, AC (CIATEJ) • Centro de Tecnología Avanzada AC (CIATEQ) • Centro de Investigación en Materiales Avanzados, SC (CIMA) • Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial (CIDESI) 	<ul style="list-style-type: none"> • Centro de Ciencias de Sinaloa • El Colegio de Tlaxcala, AC • Laboratorio Estatal de Salud Pública • Instituto Mexicano de Tecnología del Agua • INIFAP

estados que participan son Chiapas, Chihuahua, Guerrero, Veracruz, Zacatecas, Durango y Baja California. En menor proporción se encuentran las áreas de Medicina y Ciencias de la Salud, Ciencias Sociales y Humanidades y Ciencias de la Conducta. Tan sólo entre ellas conforman 14%.

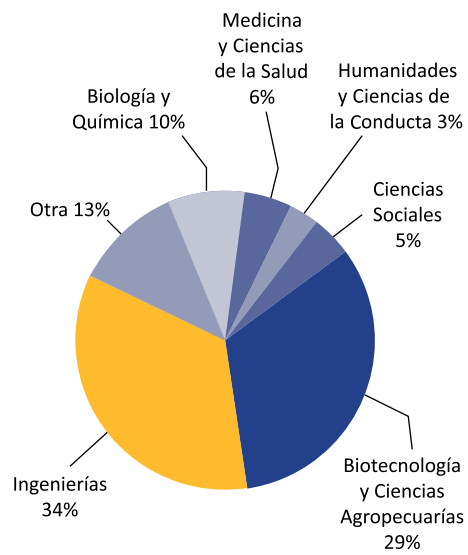
Tabla 3. Empresas participantes	
Estado	Empresa
Aguascalientes	TECNOMECA AGRÍCOLA, SA
Baja California	Acuicultura del Desierto, SPR de RL
Baja California	Plantronics México (PLAMEX, SA de CV)
Chihuahua	Semillas Tierra Blanca, SA de CV
Guanajuato	HER-SAN, SA de CV
Guanajuato	LAPROBA EL ÁGUILA, SA DE CV
Guanajuato	Roberto Tapia Espriú
Jalisco	Grupo Industrial para el desarrollo educacional, SA de CV (GIDE)
San Luis Potosí	Canel's, SA
Sonora	Centro de Investigación y Desarrollo de Ingeniería Avanzada, SA de CV
Tabasco	Chocolates "Walter"
Tamaulipas	Industrias Gobar, S de RL de CV
Zacatecas	PyroSmart México, SA de CV

Es importante distinguir que 13% de los proyectos no se identificaron con alguna de las 6 áreas del conocimiento propuestas, por lo que se consideran como Otra: Actualización de datos; Conservación y divulgación; Construcción de laboratorios; Desarrollo de infraestructura; Desarrollo social y educativo; Generación de capital humano; Servicios analíticos; Investigación básica; Enseñanza de la ciencia (ver Gráfica 2).

- d. Con la finalidad de identificar el tipo de investigación y desarrollo científico de los proyectos publicados, se solicitó a los 72 casos identificarse en los siguientes tipos de proyectos: Investigación Aplicada, Desarrollo Tecnológico, Desarrollo Científico, Desarrollo de un Proceso Nuevo y Desarrollo de un Producto Nuevo. Los resultados de la encuesta fueron los siguientes:

Como se puede observar en la Gráfica 3, 34% de los proyectos está dirigido a la utilización del conocimiento para resolver problemas específicos o de la sociedad mediante la Investigación aplicada, mientras que en el Desarrollo Tecnológico (trabajos sistemáticos basados en conocimiento existente dirigido a la fabricación y/o mejora de procesos, sistemas y/o materiales) participa 26% de los proyectos. El Desarrollo Científico, enfocado principalmente a la investigación y aplicación de principios científicos, es utilizado en 14% de los proyectos. Un porcentaje similar representa los desarrollos de productos y procesos nuevos.

Gráfica 2. Área del conocimiento

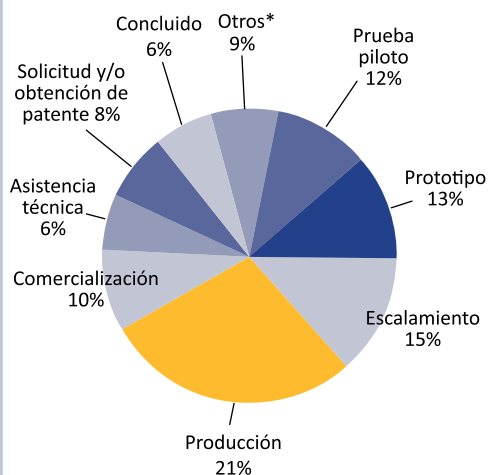


Gráfica 3. Tipo de proyecto



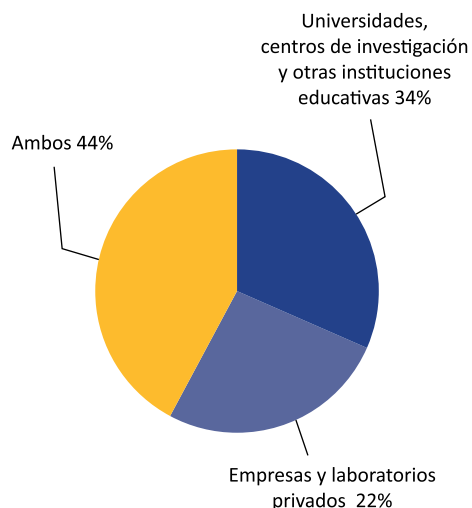
*Actualización de datos; Conservación y divulgación; Construcción de laboratorios; Desarrollo de infraestructura; Desarrollo social y educativo; Generación de capital humano; Servicios analíticos; Investigación básica; Enseñanza de la ciencia.

Gráfica 4. Estado actual del proyecto



*Aplicación de un nuevo contexto; Construcción de edificio; Proyecto en operación; Modelo de innovación; Publicaciones.

Gráfica 5. Principales organismos a los que van dirigidos los resultados de los proyectos



- e. A través de la Gráfica 4, se expresa el estado actual en el que se encuentran los proyectos. Cada una de las opciones sugeridas representa una fase de la cadena de valor, es decir, las principales actividades para el desarrollo y/o mejoras de productos o servicios.

Con la muestra de 72 proyectos se destaca que la mayor parte (49%) se concentran en tres fases: prototipo, escalamiento y producción. Siendo ésta última la de mayor representatividad. Por lo que se deduce que los proyectos están en una etapa madura de su proceso y pueden estar apoyados por otras actividades complementarias como asistencia técnica, solicitud de patente y publicaciones.

Ante estos resultados, es conveniente mencionar que existen proyectos que consideran su participación hasta en tres etapas a la vez, debido a la flexibilidad y características particulares de cada uno. Mientras que algunos otros no se identificaron en alguna de estas etapas y expresaron que el proyecto se encuentra en la preparación de libros, desarrollo de página web, diseño de la segunda etapa del proyecto, elaboración de modelos de innovación, construcción de inmueble y aplicación de los resultados en un nuevo contexto.

- f. De los proyectos FOMIX, presentados en esta publicación, 44% indican que sus resultados y/o beneficios pueden emplearse tanto en el sector empresarial como en las instituciones educativas. Sumado a lo anterior, 22% consideran que sus desarrollos y/o mejoras científicas, tecnológicas e innovadoras están dirigidos exclusivamente al sector empresarial y laboratorios privados. De lo anterior, se deduce que las empresas están incorporando conocimiento nuevo y avances científicos para atender sus demandas y necesidades a través de vinculación con el sector académico (ver Gráfica 5).

► Percepción de los proyectos

El objetivo principal de este último apartado de la encuesta es interpretar cómo perciben los responsables de los proyectos la aplicación de sus resultados y/o beneficios obtenidos al desarrollar un proyecto apoyado por el programa FOMIX, así como identificar los principales problemas a los que se enfrentaron (o continúan afrontando) durante el desarrollo del proyecto.

- a. Al preguntarles: ¿cuáles son las áreas del sector productivo¹ donde pueden aplicar o aplicaron los resultados del proyecto?, la respuesta favoreció al sector secundario

¹ Los sectores productivos se dividen en sectores parciales por tipo de actividad económica:

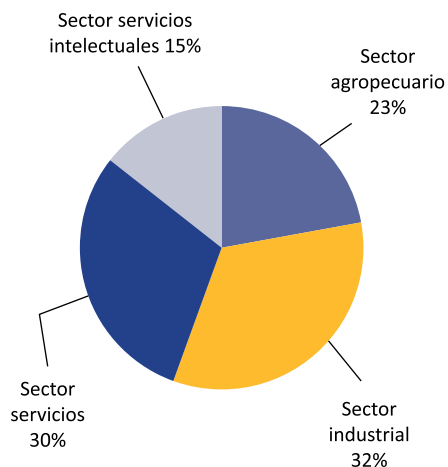
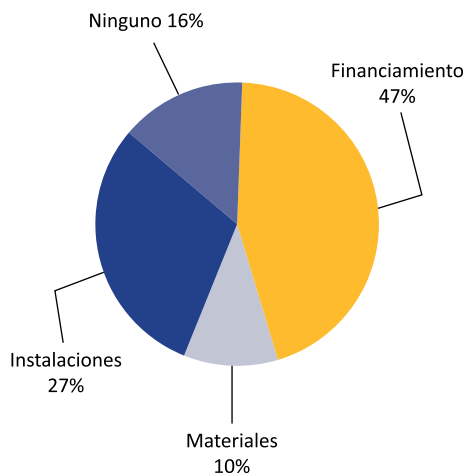
o industrial poco más que al sector servicios (ver Gráfica 6). Por otro lado, 23% de los proyectos identificaron que sus resultados o productos finales estarían beneficiando al sector agropecuario.

Debido a los avances científicos y al desarrollo de nuevas áreas de aplicación del conocimiento, surge el sector de servicios intelectuales o cuaternario (como lo menciona algunos autores) que concentra todas aquellas actividades relacionadas con la investigación, desarrollo, innovación e información. Como respuesta se obtuvo que 15% de los proyectos identificaran a este sector como predominante para aplicar sus resultados.

Cada uno de estos sectores integra a su vez sectores específicos o parciales que representan las diferentes actividades económicas. De acuerdo a las respuestas obtenidas, en la Tabla 5 se describe la participación de dichos sectores en la aplicación o utilización de los resultados dirigidos al sector empresarial predominantemente.

Por lo que, los beneficios para el sector agropecuario están enfocados al sector agrícola, seguido del ganadero y, en menor proporción, al pesquero. El sector industrial (predominante entre los proyectos) tiene beneficios en la producción industrial y en el sector de la construcción, mientras que para el sector servicios los resultados se pueden aplicar a los sectores sanitario, educativo y administrativo. En el sector servicios intelectuales no se realiza una subclasificación debido al bajo porcentaje de participación, por lo que se agrupan en un solo sector que incluye la investigación, desarrollo, innovación e información.

-
- Sector primario o agropecuario, se realiza la extracción de bienes naturales que sirven como materias primas naturales en las producciones industriales. Sus principales actividades son la agricultura, la minería, la ganadería, la silvicultura, la apicultura, la acuicultura, la caza y la pesca.
 - Sector secundario o industrial, dedicado a la transformación de materias primas en productos elaborados. Se encuentra integrado por la siderurgia, las industrias mecánicas, la química, la textil, la producción de bienes de consumo, el hardware informático.
 - Sector terciario o servicios, en el que se ofrecen servicios que atienden las necesidades de la población. Entre los sectores parciales que lo integran se encuentran: comercio, transportes, comunicaciones, finanzas, turismo, hostelería, ocio, cultura, espectáculos, la administración pública.
 - EL sector cuaternario o de servicios intelectuales, incluye servicios como la investigación, desarrollo, innovación (I+D, I+D+I). Tradicionalmente se le consideraba parte del sector terciario pero su importancia cada vez más creciente y diferenciada ha hecho que algunos autores lo consideren como un sector separado. Incluye la industria de alta tecnología, de tecnologías de la información y las telecomunicaciones y algunas formas de investigación científica, así como la educación, la consultoría y la industria de la información.

Gráfica 6. Sectores productivos donde se pueden aplicar los resultados del proyecto**Gráfica 7. Principales obstáculos para el desarrollo del proyecto**

- b. Por último se les preguntó sobre los principales problemas que identificaron en el desarrollo del proyecto. El 47% de los responsables identifica al financiamiento como el principal problema para el desarrollo, desempeño y conclusión de sus proyectos. Para el 27% fueron prioridad las deficientes instalaciones que impiden el avance y alcance de metas a conseguir. Sólo 16% no identificó ningún tipo de obstáculo. El 10% considera que la calidad y falta de materiales fueron dificultades a resolver para el desarrollo de su proyecto (ver Gráfica 7)

Es importante mencionar que existen algunos otros factores identificados por los participantes en esta publicación que deben ser atendidos como relevantes para corregir y considerar en futuras investigaciones (Tabla 4).

Tabla 4. Otros obstáculos

Burocracia y sobrerregulación administrativa	Falta de tiempo
Fenómenos climáticos	Resistencia política
Institucionales	Convencimiento y participación de las empresas
Periodos electorales	Consolidación de equipo de trabajo
Rigidez en la normatividad FOMIX	Asesoría y retos tecnológicos

Tabla 5. Participación de los sectores económicos

Sector Agropecuario		Sector Industrial		Sector Servicios		Sector Servicios Intelectuales	
Agrícola	47.06	Industria	82.61	Sanitario	31.82	Investigación, desarrollo, innovación e información	
Ganadero	23.53	Construcción	13.04	Educativo	27.27		
Pesquero	17.65	Energético	4.35	Administración	18.18		
Minero	5.88			Financiero	9.09		
Forestal	5.88			Turístico	9.09		
				Transportes	4.55		

Tabla 6. Encuesta (continúa...)

1. Datos generales del responsable del proyecto (contacto)	
1.1	Apellido Paterno:
1.2	Apellido Materno:
1.3	Nombre(s):
1.4	Institución:
1.5	Dependencia:
1.6	Teléfono:
1.7	Correo electrónico:
1.8	Estado:
1.9	Ciudad:
2. Características del proyecto	
2.1	Título del Proyecto:
2.2	Nombre(s) de la(s) persona(s) con quien(es) compartió responsabilidades (en caso de que existiera). Incluir nombre(s), apellidos paterno y materno

Tabla 6. Encuesta (continúa...)		
2.3	Enfocado al área del conocimiento:	
	1. Biología y Química	__
	2. Medicina y Ciencias de la Salud	__
	3. Humanidades y Ciencias de la Conducta	__
	4. Ciencias Sociales	__
	5. Biotecnología y Ciencias Agropecuarias	__
	6. Ingenierías	__
	7. Otra (especificar) _____	__
2.4	El proyecto se basó en:	
	1. Desarrollo científico	__
	2. Desarrollo tecnológico	__
	3. Investigación aplicada	__
	4. Desarrollo de un proceso nuevo	__
	5. Desarrollo de un producto nuevo	__
	6. Otro (especificar) _____	__
2.5	Estado en que se encuentra el proyecto:	
	1. Prueba piloto	__
	2. Prototipo	__
	3. Escalamiento	__
	4. Producción	__
	5. Comercialización	__
	6. Asistencia técnica	__
	7. Solicitud y/o obtención de patente	__
	8. Otro (especificar) _____	__
2.6	Organismo al cual va dirigido:	
	1. Instituciones	__
	2. Centros de investigación	__
	3. Laboratorios	__
	4. Universidades	__
	5. Empresas públicas	__
	6. Empresas privadas	__

Tabla 6. Encuesta (termina)

3. Percepción del proyecto	
3.1	¿En qué áreas del sector productivo se pueden aplicar o se aplicaron los resultados del proyecto?
3.2	¿Cuáles fueron los principales problemas u obstáculos que se presentaron para el desarrollo del proyecto? 1. Financiamiento <input type="checkbox"/> 2. Materiales <input type="checkbox"/> 3. Instalaciones <input type="checkbox"/> 4. Otro _____ <input type="checkbox"/>





AGUASCALIENTES

CREACIÓN DE UN CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DISEÑO DE MAQUINARIA AGRÍCOLA¹

J. Manuel Cabrera Sixto;² Ings. Leoncio Valdez Hernández y Juan Guillén Sánchez;³ Dres. Ryszard Serwatowski Hlawinska, Armando Juárez Guani y Noé Saldaña Robles, M.I. Manuel Collado Marié, Ing. J. Raymundo González Araiza y Dr. César Gutiérrez Vaca⁴

► Introducción

La globalización es uno de los problemas a los cuales se enfrenta la industria mexicana, viéndose en la necesidad de crear estrategias que las hagan más sólidas y competitivas tanto a nivel nacional como internacional. La creación de un Centro de Investigación y Diseño de Maquinaria Agrícola ha permitido que la empresa TECNOMECA AGRÍCOLA, SA de CV, se enfrente a esta globalización permitiéndole ampliar su margen de oferta de productos, satisfaciendo las necesidades reales de sus clientes, además de generar la creación de nuevos empleos.

El Centro de Investigación y Diseño de Maquinaria Agrícola tiene la capacidad de conducir uno o dos proyectos por año y cuenta con el software y equipo más actualizado para el desarrollo de un proyecto, por lo que es un centro competitivo tanto a nivel nacional como internacional. Aunque existen centros de diseño altamente especializados, con

¹ Proyecto FOMIX: AGS-2004-C02-02

Monto aprobado y total: \$109,500.00

² De la Universidad de Guanajuato.

³ Ambos de TECNOMECA AGRÍCOLA, SA de CV.

⁴ Todos ellos de la Universidad de Guanajuato.



una gran capacidad debido a su cobertura mundial y con muchos años de experiencia como New Holland y John Deere USA, nacionalmente TECNOMEC es la primera empresa mexicana del ramo que cuenta con su propio Centro de Investigación y Diseño de Maquinaria Agrícola teniendo una capacidad superior a empresas como Ag. Industrial Machinery, Inc., y comparable con empresas como John Deere México y Alamo Group.

► **Demanda específica que atiende el proyecto a nivel estatal o municipal**

Creación de un área de investigación y desarrollo tecnológico para la empresa TECNOMEC AGRÍCOLA, SA de CV.

Antecedentes:

En nuestro país existe un escaso número de empresas de maquinaria agrícola que cuentan con un departamento de diseño de maquinaria, por lo que sólo se producen equipos que son copias de maquinaria extranjera, a los que únicamente se les realizan algunas modificaciones. Por otra parte, no existe el suficiente personal calificado en el área de diseño agrícola, por lo que estos dos factores son causa de que la maquinaria producida en México no posea la calidad y competitividad que se requiere ante el mercado mundial y, sobre todo, que no sea posible resolver los problemas de mecanización del campo mexicano. Por lo tanto, la creación de un centro de investigación y diseño de maquinaria agrícola en el estado de Aguascalientes sería de gran ayuda para contribuir al fortalecimiento del campo en nuestro estado.

Impactos esperados:

- Impulsar la mecanización del campo agrícola, aumentando así la productividad y rentabilidad de muchos cultivos.
- Disminuir la dependencia tecnológica en la adquisición de equipos agrícolas a través del desarrollo de equipos adecuados a las condiciones del país con un menor precio.
- Asegurar el desarrollo de las empresas manufactureras de maquinaria agrícola en México al contar con la capacidad de ofrecer al mercado nacional e internacional equipos agrícolas competitivos y con alto contenido tecnológico.

Productos entregables:

Plan de negocios y desarrollo conceptual de un centro de investigación y diseño para maquinaria agrícola que detalle los requerimientos de espacio, especificaciones de instalación, requerimientos de personal, equipamiento, áreas de desarrollo, mecanismos de vinculación, capacidad de trabajo y métodos de trabajo.

► Objetivo general

Apoyar la competitividad de TECNOMEC AGRÍCOLA mediante el desarrollo optimizado de nuevos productos, tanto en funcionamiento como en su estructura, que le permitan satisfacer las necesidades de sus clientes, ofreciendo un mejor desempeño de la maquinaria y equipos producidos. Mediante este centro, TECNOMEC AGRÍCOLA podrá desarrollar nuevos productos para el campo mexicano y para exportación a otros países.

► Descripción del desarrollo del proyecto (proceso y beneficios)

El proyecto se desarrolló considerando siete aspectos importantes que el Centro de Diseño de Maquinaria Agrícola debe contemplar:

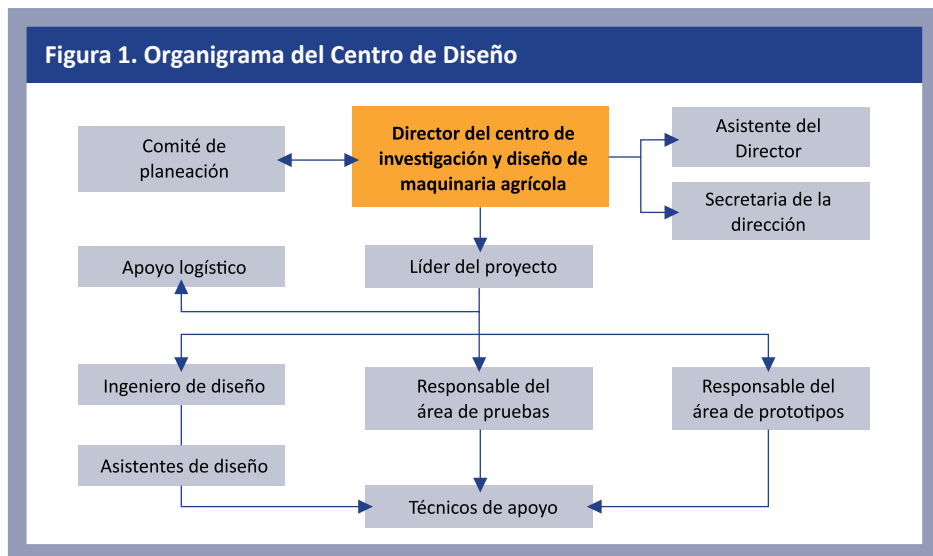
1. Organización
2. Capacidad de diseño
3. Espacios
4. Software
5. Instrumentación y equipo
6. Centro de información
7. Inversión

Una primera actividad fue la de llevar a cabo entrevistas con personal y directivos de TECNOMEC AGRÍCOLA con el propósito de elaborar un diagnóstico de la situación actual de la empresa en cuanto a infraestructura, recursos materiales, personal administrativo y operativo, y así conocer los espacios disponibles y detectar áreas de oportunidad que se pudieran aprovechar para apoyar el funcionamiento del centro.

Otra tarea del grupo de trabajo fue conocer el estado actual del entorno en el tema de la investigación y diseño de maquinaria agrícola. Para lograrlo se realizaron visitas a diferentes empresas tanto nacionales como internacionales con el fin de conocer la organización y el modo de operar de sus centros de investigación y diseño. Las empresas visitadas fueron:

- New Holland, Lancaster Pennsylvania, USA
- Ag. Industrial Machinery Inc. Lodi, Ca. USA
- Álamo Group, Seguin, Texas, USA
- John Deere, Saltillo y Monterrey, México
- Flextronics, Aguascalientes, México
- MDM, Aguascalientes, México
- UTNA, Aguascalientes, México
- Grupo SSC, SA de CV

Con la información generada de estas dos actividades y con la revisión bibliográfica realizada se propuso la organización de puestos para el Centro de Diseño que contempla un Comité de Planeación, como eje principal, encargado de tomar las decisiones y aprobar las líneas de investigación y diseños a desarrollar. Este Comité está formado por el director de TECNOMECA AGRÍCOLA, el director del Centro y líderes de proyectos (Figura 1).

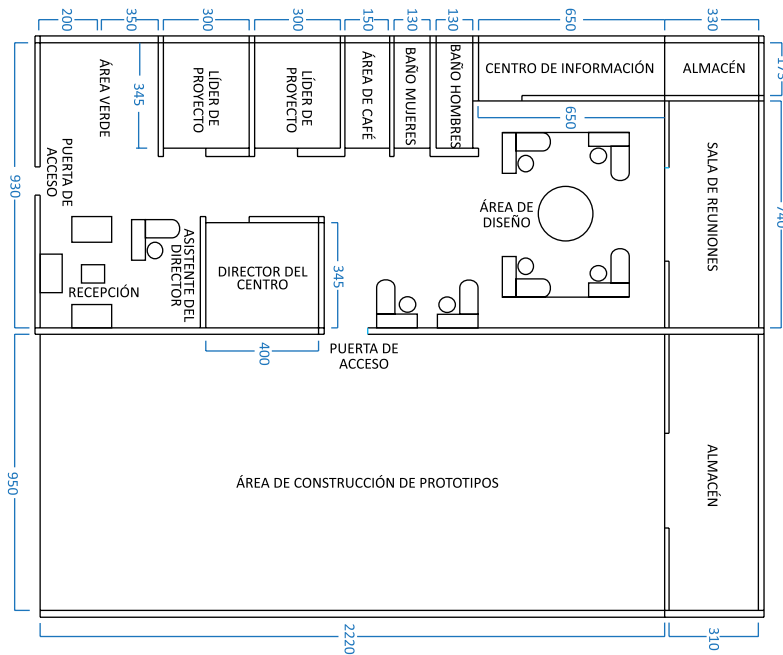


Para poner en operación el Centro de Diseño se debe contar con al menos un equipo de trabajo que esté formado por: un líder de proyecto, un ingeniero de diseño, dos asistentes para diseño y dos técnicos de apoyo. En el transcurso de 4 a 6 meses deberá incorporarse un responsable del área de pruebas y uno del área de prototipos, y de 6 a 12 meses después otro equipo de trabajo. Se recomienda mantener este número de integrantes durante 3 o 4 años

La Figura 2 muestra las diferentes áreas con las que cuenta el Centro de Diseño; de éstas, las de mayor importancia son: 1. Recepción de visitantes, 2. Cubículos de diseño, 3. Sala de reuniones, 4. Centro de información, 5. Almacén del área de construcción y prueba de prototipos, 6. Área de construcción y pruebas de prototipos, y 7. Instalaciones en el área de prototipos y ensamble.

Una de las áreas más importantes de cualquier centro de diseño de maquinaria es la que se dedica al diseño, por esta razón se realizó una búsqueda exhaustiva y comparación de equipos de cómputo y programas de diseño. Para este último se compararon los tres más empleados por las empresas del medio que son: Pro/E, Autodesk Inventor y SolidWorks,

Figura 2. Áreas del Centro de Diseño



recomendando como primera opción el segundo debido a su costo económico y a que en su versión básica cuenta con más funciones que los otros dos. Asimismo, se realizó una comparación de programas para el manejo de proyectos, sugiriendo el Microsoft Project en su versión profesional, debido al número de funciones y a su bajo costo.

Por otro lado, y con base en la búsqueda de información, se propuso una serie de instrumentos y equipos que son necesarios para la construcción y pruebas de los prototipos. De los instrumentos sugeridos destacan los siguientes: medidor digital de fuerza, medidor digital de ángulo y/o nivel, balanza de precisión, medidor de vibraciones de banda ancha, cronómetros, cámara (videocámara) digital, cámara de fotografía digital, unidad de potencia hidráulica/eléctrica de velocidad variable con bomba de caudal constante de 13 GPM y presión máxima de trabajo de 2200 PSI.

Con respecto a los equipos se recomienda contar con máquinas de medición de coordenadas como los brazos PLATINUM FARO o TITANIUM FARO. Para la selección y compra adecuada de este tipo de equipos es importante considerar la precisión, capacidad y funcionalidad de la máquina. Así mismo, es importante contar con equipos para realizar pruebas de esfuerzos, fatiga de mecanismos y estructuras con movimiento.

El centro de información es un área de consulta necesaria para las actividades cotidianas de un centro de investigación y diseño. Es importante que cuente con libros, catálogos, normas, así como con equipo de cómputo donde se tenga acceso a páginas *web* relacionadas con patentes y revistas electrónicas.

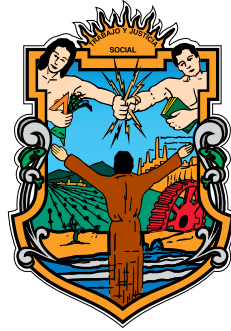
Productos entregados

Se creó un documento que contiene la propuesta para la creación del Centro de Diseño de Maquinaria Agrícola. La propuesta presenta 5 apartados centrales los cuales son: 1. Organización, en la cual se presenta una propuesta del personal que debe laborar, así como cada una de las actividades que desarrollará; 2. Espacios, mobiliario y equipo, donde se incluye un plano del centro que presenta la distribución de las diferentes áreas que componen a dicho centro; 3. Centro de información o biblioteca donde se presenta una base de datos de libros, manuales, catálogos, normas y páginas *web* recomendados; 4. Equipo de cómputo y software, análisis comparativo entre los diferentes equipos de cómputo y software que hay para el diseño, y finalmente 5. Instrumentación y equipo del taller de prototipos. En cada uno de ellos se da una inversión aproximada y una total. Asimismo, se presenta la capacidad de diseño que se tendría si se lograra trabajar con el personal que se propone para operar el centro.

Conclusiones y/o beneficios obtenidos

Una de las necesidades más apremiantes en nuestro país es la vinculación entre el sector productivo y académico, lo que permitiría atender demandas reales y de mayor impacto para la sociedad. Un ejemplo claro de ello es este trabajo, donde el trabajo conjunto entre TECNOMEC AGRÍCOLA y la Universidad de Guanajuato permitió compartir y actualizar información con el único propósito de atender una necesidad, y a la postre los beneficiados no solamente serán la empresa y la universidad, sino también el sector agrícola con la oferta de equipos de menor costo y adecuados a las necesidades propias de las tierras mexicanas. Además, y con el crecimiento del Centro de Investigación y Diseño de Maquinaria Agrícola, se generarán nuevos empleos. Finalmente, la empresa mexicana TECNOMEC AGRÍCOLA, SA de CV, contará con la capacidad de diseñar nuevos equipos, competitivos y con alto contenido tecnológico, para así ofrecerlos al mercado nacional e internacional.





BAJA CALIFORNIA

PRODUCCIÓN DE PRODUCTOS ACUÍCOLAS Y HORTALIZAS ORGÁNICAS CON USO EFICIENTE DE AGUA¹

Ocean. Enrique Strassburger Madrigal²

► Introducción

El desarrollo de tecnologías sobre nuevas alternativas en sistemas de producción agroalimentarios para zonas áridas en áreas rurales, se enmarca hoy en un complejo de sinergias económicas entre el sector público y el sector privado, obligados a crear un eficaz desarrollo sostenible de nuestro medio ambiente, que pueda asegurar la alimentación en nuestras comunidades, y ayudar a reducir el radical fenómeno que existe de pobreza. El desarrollo rural sostenible se define como “el proceso capaz de satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer las suyas”. Desde esta perspectiva, el desarrollo económico y el uso racional de los recursos ambientales están estrictamente vinculados (Sepúlveda, 2005).

¹ Proyecto FOMIX: BC-2005-C02-22639

Monto aprobado: \$100,000.00

Aportaciones concurrentes: \$100,000.00

Monto total: \$200,000.00

² Director de Acuicultura del Desierto, S de PR de RL, Ensenada, Baja California.



La investigación científica hace cada vez más evidente que el ambiente global, incluyendo el cambio climático, el agotamiento de la capa de ozono, la pérdida de la biodiversidad y el cambio de uso de la tierra, estén influenciando tanto a los sistemas naturales como a los humanos en maneras que no tienen precedente en la historia reciente de la humanidad. Aunque los cambios ambientales no son nuevos, se espera que el ritmo y la magnitud de estos cambios desafíen la capacidad de asimilación y adaptación de estos sistemas en el presente y el futuro; y aunque los impactos serán generalizados, es probable que la agroindustria en particular sufra cambios dramáticos (O'Brian, K. y Leichenko, R., 2004).

Se conoce como acuaponía al proceso de producción de productos acuícolas asociados a la producción de vegetales y legumbres en sistemas hidropónicos. Las primeras técnicas de cultivo de este tipo de sistemas se efectuaron hace miles de años; un ejemplo es la cultura azteca, donde hace más de 500 años, en lo que es hoy la Ciudad de México, cultivaban maíz en un sistema de canales inundados, a los cuales se les daba el nombre de chinampas, las cuales eran fertilizadas con peces endémicos de la región. En la era moderna, a partir de los años 80, es cuando en Estados Unidos comienzan a desarrollarse este tipo de sistemas intensivos de producción de alimentos, sobre todo en las universidades como proyectos educativos. Tal es el caso de la Universidad de Islas Vírgenes donde han desarrollado un sistema que produce más de 20 mil lbs de tilapia, en combinación con una gran variedad de hortalizas, en una superficie de área muy pequeña. En la Universidad Estatal de Carolina del Norte, el profesor Doug Sanders desarrolló un sistema acuapónico en el que se cultiva también tilapia en estanques enterrados bajo invernadero y los efluentes de agua son irrigados a un sistema hidropónico en camas de grava y arena, en donde se cultivan tomates y pepinos. Después de que el agua drene por las camas, se vuelve a utilizar en los tanques de cultivo. La única fuente de nutrientes que se aporta al sistema de cultivo es el alimento de los peces.

Hoy día este tipo de sistemas es toda una realidad. Muchas empresas en el mundo han desarrollado con éxito este tipo de procesos, sobre todo en lugares donde hay escasez de agua y en pequeñas islas donde el agua de lluvia por escurrimiento desemboca rápidamente en el mar, haciendo que muy poca cantidad se pueda almacenar. En la parte norte de México, Acuicultura del Desierto, S. de P.R. de R.L. es una de las empresas pioneras en el desarrollo de este tipo de sistemas, en los que se ha logrado obtener altos rendimientos de producción tanto de tilapia como de las hortalizas cultivadas.

Demanda específica que atiende el proyecto a nivel estatal o municipal

En la zona costa del estado de Baja California (México), más de 35% de la población está relacionada en los diferentes segmentos de la cadena de valor de la agroindustria, en donde la escasez de agua ha causado una gran incertidumbre en el futuro con respecto al desarrollo económico de su actividad. La precipitación anual en la región promedia los

400 mm, por lo que es considerada como zona desértica, y otro grave problema ha sido la salinización de los mantos acuíferos, debido a la sobreexplotación de los pozos, por lo que ha hecho que la superficies de siembra se hayan reducido 50% en los últimos 10 años, teniendo todo esto como consecuencia una fuerte y grave disminución de empleos en las zonas rurales.

Otra problemática que atraviesa este sector es la excesiva renta de tierras. Se estima que 80% de las parcelas agrícolas está rentado, por lo que se corre el peligro de que los ejidos desaparezcan y el campo quede en manos de empresas extranjeras. Estas acciones se deben principalmente a que los productores no pueden acceder a créditos para capital de trabajo, ya que la financiera rural se ha convertido en una empresa de crédito prendaria, de tal forma que si el productor no tiene garantías, no tiene crédito. Por lo tanto, los productores no arriesgan lo poco que tienen, ya que no tienen la certeza de poder vender sus producciones, por lo que prefieren rentar sus parcelas y, en el peor de los casos, hasta venderlas.

► **Objetivo general**

Con base en toda esta problemática que se presenta en el estado de Baja California, surgió la idea de fundar Acuicultura del Desierto, S de PR de RL, la cual se creó como empresa rural en 2004. Desde que la empresa inició operaciones, las actividades que se desarrollan comercialmente son la producción de especies acuícolas (tilapia y trucha arco-iris), el cultivo de hortalizas orgánicas en invernadero y el desarrollo tecnológico en sistemas de producción acuícolas-agroindustriales, siendo este último al que se le ha dado mayor atención.

A partir de 2005 Acuicultura del Desierto, S de PR de RL ingresó al Registro Nacional de Instituciones y Empresas Científicas y Tecnológicas (RENIECYT), en donde comenzó a gestionar proyectos en las convocatorias de los Fondos Mixtos de CONACYT-BAJA CALIFORNIA, desarrollando principalmente sistemas intensivos de producción de alimentos con reutilización de agua para transferencia de tecnología al sector agroindustrial de la zona norte del país.

► **Descripción del proyecto (procesos y beneficios)**

Acuicultura del Desierto, S de PR de RL, cuenta con una superficie total de 10 hectáreas, de las cuales se cultivan 5 a cielo abierto y una de invernadero para la siembra de hortalizas. En el área acuícola, la empresa cuenta con un pequeño laboratorio de producción de cría de tilapia y tiene 2,000 m² de invernaderos, los cuales se utilizan para cubrir estanques circulares con la finalidad de llevar a cabo las fases de pre-engorde y engorde. La capacidad máxima anual de producción de tilapia es de 20 toneladas por año.

Los estanques que se utilizan para la fase de pre-engorde están conectados con unidades hidropónicas, en donde se producen comercialmente tilapia y especies aromáticas como es la albahaca, el berro y diferentes tipos de lechugas para el mercado gourmet. El empleo de este método de producción intensivo de alimentos hace que se utilice menos agua que en la agricultura tradicional, se elimine el uso de fertilizantes ya que éstos provienen de los desechos metabólicos de los peces, y se nulifique el uso de plaguicidas químicos, por lo que se obtienen productos de alta calidad.



► Productos entregados

De 2007 a la fecha la empresa trabaja en el desarrollo tecnológico del módulo acuapónico, en donde se estudia la eficiencia de producción en el cultivo integral de peces dulce acuícolas en combinación con una variedad de hortalizas y especies aromáticas. El sistema opera con paneles fotovoltaicos para abastecer la energía necesaria del bombeo y oxigenación. Este sistema fue diseñado con el objetivo de

mejorar el método operativo de la empresa, y desarrollar un modelo sostenible para producir alimentos de forma intensiva en zonas rurales que no cuenten con servicio de energía eléctrica y que tengan escasez de agua.

El módulo está compuesto por dos áreas: la primera se utiliza para el cultivo de peces, la cual está compuesta por un sistema cerrado de 3 estanques circulares de 7 m³ cada uno, en donde se manejan densidades de cultivo mayores a los 15 kg/m³. El sistema de recirculación está conformado por sedimentadores para retención de sólidos y un filtro de 2 ft³ tipo *bead filter*, cuya función es llevar a cabo el proceso de nitrificación del amonio (NH₃) a nitrato de amonio (NO₃), el cual es asimilable para las plantas. El área hidropónica está compuesta por 7 mesas, cada una de las cuales sostiene 6 tubos de pvc de 4", que sirven para el soporte de las hortalizas. El sistema cuenta con una bomba de ¼ de hp para el reciclaje del agua y un aireador de turbina de ½ hp que le es suficiente, para mantener en óptimas condiciones los niveles de oxígeno (arriba de 5 mg/lit) en los estanques de cultivo.

► Aplicación de la energía renovable en el proceso

La implementación futura de la energía renovable (paneles fotovoltaicos) en este tipo de procesos de producción de alimentos será muy importante, ya que anualmente en la región norte de nuestro país se recibe una cantidad de radiación solar superior a la

de muchos países del mundo. México se localiza en el denominado cinturón de máxima irradiación, el cual se ubica entre las latitudes 30° Norte y 30° Sur. Prácticamente, esta irradiación solar se encuentra distribuida en todo el territorio nacional, en donde los estados de Sonora y Baja California tienen el promedio de radiación más alto del planeta, obteniendo una media anual de irradiación de 5 kWh/m²-día.

La potencialidad de implementar este recurso en combinación con sistemas de cultivo como son la hidroponía y acuaponía en esta parte nuestro país, es de gran magnitud. Los avances en investigación del uso de este tipo de energía ha mostrado una gran rentabilidad, ya que la reducción en los costos de producción por bombeo y oxigenación es considerable, además de que garantiza la posibilidad de transferir esta tecnología a zonas rurales marginadas, en las cuales no se cuenta con suministro de energía eléctrica.

► Vinculación académica

Durante las diferentes etapas de experimentación del módulo acuapónico, se han realizado proyectos de vinculación tanto con instituciones nacionales como con internacionales. Es el caso del Centro de Investigación Científica de Estudios Superiores de Ensenada (CICESE), en donde el Dr. José Antonio García Macías, responsable del proyecto, implementó sensores inalámbricos con el objetivo de monitorear las condiciones ambientales (temperatura-humedad relativa-radiación solar) del cultivo, a fin de poder desarrollar un sistema de automatización para el proceso. Por otro lado, durante 2009, Acuicultura del Desierto, S de PR de RL, firmó un convenio de vinculación internacional con la Escuela Nacional de Agronomía de El Salvador (ENA), para realizar intercambio académico, y 3 estudiantes realizaron trabajos de investigación sobre el funcionamiento del módulo para elaborar sus tesis y poder obtener su título en agronomía.

► Conclusiones y/o beneficios obtenidos

El cultivo de hortalizas, por medio de la técnica de acuaponía, parece ser una opción rentable, ya que se puede integrar a los sistemas de producción de peces dulce acuícolas. Este sistema minimiza los costos operativos e incrementa los rendimientos de producción por superficie de área en comparación con los sistemas de cultivo tradicionales, ya que tanto las heces fecales de los peces como los restos de alimento balanceado, son sustituidos por el costo que implicaría las formulaciones de soluciones nutritivas para las plantas. Se estimó una relación de 70 gramos de alimento balanceado para los peces de 25% de proteína; son suficientes para mantener estable la necesidad nutricional por cada m² de hortalizas diariamente. Es necesario seguir realizando pruebas sobre diversificación de especies, usos de fertilizantes orgánicos para nutrición foliar y control biológico para protección de las hortalizas contra las plagas, lo cual hará que se incremente más la producción por superficie de área.

Con respecto a la implementación de la energía renovable en este tipo de procesos, la ventaja principal es que es posible transferir la tecnología a productores en zonas rurales que no cuentan con servicio de energía eléctrica, aunque es indispensable la capacitación previa al manejo del módulo y servicio de mantenimiento a los equipos fotovoltaicos.

Es necesario seguir desarrollando innovación en este reciente proceso de producción de alimentos, con el objetivo de que este tipo de sistemas agroindustriales sea accesible para el pequeño y mediano productor, principalmente los que están ubicados en la zona Norte del país, como son los estados de Chihuahua, Sonora y Baja California, los cuales padecen grave escasez de agua.



ALTAVOZ CON MICRÓFONO INALÁMBRICO¹

Luis Manuel Luna Rosas,² R.F. Aguirre R., J.C. Arvayo H., J.A. Barrera D., L. Bretón C., F.P. Camacho M., Á. Cervantes R., A. Cruz L., O.C. Delgado B., E. Escobar de León, M.E. Galván S., E.T. Guerrero S., J.A. Hernández R., G. Hernández V., R. Jimeno P., E. Juárez J., J.A. Landeros Z., A.G. Mendoza L., M.C. Morales C., F.E. Priego M., A. Ríos A., L.M. Sánchez B., I. Talancón L., J. Torres V., R. Valdez G., y J.L. Valera G.

► Introducción

Plantronics México (Plamex) es líder mundial en el mercado de auriculares *headsets* que tienen como propósito facilitar la comunicación telefónica permitiendo a sus usuarios mantener las “manos libres”. Nuestros productos son utilizados en: centros de llamadas, telefonía celular, computadoras y video juegos, torres de control de tráfico aéreo, radiocomunicación, equipos con reconocimiento de voz, así como en diversas aplicaciones de hogar, oficina, militares, policíacas y en programas espaciales de la NASA.

Nuestra razón social es Plamex, SA de CV. Iniciamos nuestra operación en 1972 con la integración de varias líneas de producción de transductores (micrófonos y altavoces), componentes para auriculares para teléfono (*headsets*). Desde entonces, tomamos la determinación de enfocarnos al cliente, por lo cual incluimos en nuestros procesos realización de pruebas funcionales (eléctricas y acústicas) y estéticas, para asegurar el cumplimiento de los requerimientos, necesidades y expectativas de los clientes.

¹ Proyecto FOMIX: BC-2009-01-127248

Monto aprobado y total: \$1,989,000.00

² De Plantronics México (Plamex) SA de CV, Tijuana, BC.

A partir de 1974 iniciamos con la documentación de procesos, procedimientos y hojas de operación, y establecimos un proceso de auditorías internas al proceso y a productos para garantizar la conformidad con lo requerido, y pusimos en marcha nuestro proceso de acciones correctivas. Por la calidad de los componentes que fabricábamos y por nuestros resultados, en 1982 se inicia la transferencia de las primeras líneas de producción para fabricar *headsets* completos, de Santa Cruz, California a nuestra planta en Tijuana, Baja California. Para atender la demanda de estos modelos de *headsets*, se incrementó nuestra plantilla de personal a 500. Entre 1982 y 1994 nos hicimos especialistas en manufactura, integramos a nuestras operaciones funciones de Ingeniería de Manufactura, esencialmente con la responsabilidad de sostenimiento y de escalamiento de los nuevos productos que se diseñaban fuera de Plamex. En este periodo la plantilla de personal creció hasta 1,093.

En 2002 nuestra producción representaba 90% de los *headsets* que nuestro corporativo vendía a nivel mundial. A partir de este año nuestros ingenieros diseñan los equipos de prueba y el software requerido para garantizar el cumplimiento de los requerimientos más exigentes de los clientes. Considerando las competencias tecnológicas que se estaban acumulando en Plamex y la confianza que esto generaba en el corporativo, iniciaron las transferencias de más funciones a nuestra operación; así fue como integramos Compras, Planeación de Producción, Información y Tecnología, Distribución y Logística.

Plamex, comprometido con el Plan Estatal de Desarrollo de Baja California en su eje 2.2, ha apoyado a instituciones de educación media superior reforzando el equipamiento de este sector educativo a través de la inmersión educativa. El alcance de cada proyecto en el cual interviene Plamex con el sector educativo ha sido beneficiar al mayor número de escuelas con equipos y herramientas que se encuentren en buenas condiciones de uso. En febrero de 2008 Plamex entregó 4 equipos de cómputo completos y en funcionamiento a CEBETIS 155, del Rubí, en Tijuana, BC, para su laboratorio de cómputo. Otra institución favorecida por Plamex como parte del apoyo hacia el sector educativo de Baja California fue el CETYS 156, de Mesa de Otay, en Tijuana, BC. Esto ha permitido que algunos estudiantes de esos colegios se puedan incorporar a nuestra empresa, adaptándose más rápidamente a la dinámica de compañías como Plamex.

Nuestra empresa, alineándose al punto 2.2.6, se ha vinculado con la mayoría de las instituciones del estado, creando convenios de vinculación y permitiendo a los estudiantes realizar sus prácticas en la compañía, asegurándose de motivarlos para que continúen sus estudios. La filosofía de Plamex ha sido que, entre más estudiantes adquieran la capacitación vinculada con el sector productivo, las empresas buscarán el talento local y esto beneficiará a la comunidad, ya que este tipo de mano de obra es mejor remunerada.

Plamex inició su centro de investigación y desarrollo en 2003. Actualmente cuenta con más de 85 personas en el centro y tiene equipo e infraestructura de punta en las áreas de diseño acústico, mecánico y prototipos rápidos, diseño de empaques, pruebas de radiofrecuencia y pruebas de vida de producto. Plamex ganó el Premio Nacional de Tecnología en el año 2005. En cuestión del mercado actual, las comunicaciones a manos libres están evolucionando rápidamente. Actualmente, el mercado está buscando integrar diferentes dispositivos de comunicaciones en uno solo. Este fenómeno es conocido como comunicaciones unificadas –“Unified Communications”. Además, en los próximos años, la mayoría de los grandes corporativos de las comunicaciones en el mundo (Microsoft, Avaya, IBM, Cisco, etcétera) van a lanzar productos y aplicaciones nuevas para mejorar la comunicación y poder trabajar desde nuevos ambientes como casa, hoteles y oficinas móviles.

Para Plamex esta evolución del mercado significa integrar los dispositivos de comunicaciones a manos libres a teléfonos de línea de tierra en forma inalámbrica, a los teléfonos celulares y a las computadoras, así como integrar nuevas tecnologías como la ejecución de comandos a través del reconocimiento de voz. Del mismo modo, necesitamos desarrollar productos que puedan comunicarse al mismo tiempo con todos estos protocolos de comunicación e interactuar mutuamente. Por otra parte, la calidad de audio y experiencia en el sonido va a ser un factor importante de diferenciación en nuestros productos, sobre todo cuando las tendencias minimalistas están dominando el mercado, y necesitamos desarrollar productos más pequeños y elegantes. Durante 2009 y 2010, Plamex ha estado desarrollando productos nuevos que están adoptando tecnologías de comunicaciones que van a poder interactuar en un mayor grado con los diferentes productos existentes en el mercado, como computadoras y teléfonos de línea terrestre, y que se posicionen adecuadamente a las condiciones del mercado actual.

► **Demanda específica que atiende el proyecto a nivel estatal o municipal**

Elevar la competitividad de las empresas del estado de Baja California, a través de la investigación e innovación para el desarrollo de nuevos productos, procesos y servicios en apoyo a los clusters y áreas estratégicas del estado. Modalidad A, B y C.

► **Objetivo general**

Este proyecto consistió en el desarrollo de un nuevo producto, el cual es un accesorio telefónico que permite hacer llamadas telefónicas usando la computadora, teléfono de tierra y celular, que brinda la oportunidad de tener movilidad dentro de una oficina. Este producto cuenta con un altavoz y un micrófono inalámbrico que el usuario puede traer en su ropa. La tecnología de comunicaciones ha evolucionado de tal forma que los trabajadores del mundo de hoy requieren comunicarse a través de Internet usando la

computadora, hacer llamadas por celulares y recibir llamadas por teléfonos de tierra. Lo más importante es que los individuos buscan tener estas comunicaciones de forma simultánea. A esta tendencia se le ha llamado comunicaciones unificadas (UC). La necesidad de mantener una comunicación telefónica mientras se realizan otras actividades dentro una oficina es muy importante.

Como parte de esta propuesta Plamex desarrolló un nuevo producto que sirve a los trabajadores para que puedan tener movilidad durante sus llamadas telefónicas, que tengan manos libres y que tengan conectividad a los diferentes dispositivos. Cada día existe un mayor número de “tele-trabajadores”, por ejemplo, traductores, programadores, diseñadores gráficos, desarrolladores de web, tele-vendedores y muchas más profesiones que requieren de esta capacidad. En respuesta a estos factores de mercado, Plamex desarrolló un producto con nuevas tecnologías a través de su centro de investigación y desarrollo.

Con este proyecto de innovación e investigación aplicada de tecnologías de comunicación en dispositivos telefónicos a manos libres se buscar tener liderazgo en comunicaciones unificadas. Este producto se trata de un altavoz con la más alta calidad en sonido aplicando la tecnología más actual. Este altavoz se conecta a la computadora (*softphone*), teléfono de línea terrestre o a un teléfono celular y, además, cuenta con un micrófono inalámbrico inteligente, el cual le da al usuario ventaja para ser escuchado con mucha claridad, tener manos libres y mantener su movilidad en un rango de 15 metros aproximadamente. Actualmente se tienen prototipos funcionales de ingeniería, resultados de las evaluaciones y especificaciones del producto definidas.

Etapas del proyecto

Esta propuesta consistió en las actividades de diseño y prototipos del producto. Las actividades incluyeron el desarrollo de especificaciones, arquitectura del producto, diseño a detalle de ingeniería, documentación y fabricación de prototipos. A este conjunto de actividades las hemos denominado Etapa 1: Desarrollo y Diseño de Producto, para fines de esta aplicación.

Hay una segunda etapa que incluye actividades de validación de mercado, desarrollo de procesos de manufactura, desarrollo de probadores electroacústicos finales, corridas piloto con volúmenes altos de unidades, verificaciones finales de producto, calificación final de proveedores y partes nuevas, certificación del producto en diferentes países, transferencia del producto y tecnología a operaciones. Esta segunda etapa inicia en abril y termina en diciembre de 2010 con el lanzamiento del producto a nivel mundial.

► Descripción del desarrollo del proyecto (proceso y beneficios)

Durante el diseño y desarrollo del producto las actividades se enfocaron a la obtención del diseño documentado del producto y prototipos funcionales, por lo que se desarrolló la documentación de diseño y prototipos del altavoz con conexiones a computadora, teléfono de tierra y celulares, y de su complemento –un micrófono inalámbrico. Estos documentos y prototipos permitieron continuar con el proyecto a una segunda etapa de desarrollo que permite la viabilidad de llevar al producto a su escalamiento.

Es importante destacar que, durante la etapa de diseño y desarrollo, se hicieron inversiones importantes en infraestructura que permitirán la conclusión del diseño total del producto y tener una plataforma que genere la posibilidad de desarrollar otros productos futuros. Una vez terminado el diseño del producto y su lanzamiento al mercado, este nuevo producto ayudará a acelerar la adopción de las comunicaciones unificadas y, como consecuencia, el uso de los *softphones* (una forma de teléfono que se usa a través de una computadora).

Una demanda muy recurrente por parte de los usuarios ha sido el comportamiento acústico de la mayoría de los dispositivos a manos libres, por lo que el compromiso con este altavoz con micrófono inalámbrico fue tener la mejor acústica lograda en un dispositivo a manos libres. En lo referente a la innovación, con el desarrollo de este nuevo producto se realizó su documentación de ingeniería, empaque, información impresa y certificación con base en el país al cual se va a vender. Cabe hacer mención de que el proceso de certificación del producto en diferentes países no fue parte de la propuesta, ya que esta actividad se realizará posteriormente durante el proceso de escalamiento del producto. También es importante mencionar que una vez desarrollado éste, el grupo de investigación y desarrollo en coordinación con el grupo de operaciones, iniciaron el proceso de escalamiento a producción en masa. Esto tendrá un impacto en la creación de infraestructura en líneas de producción, generación de empleos directos, inversiones en procesos de manufactura y logística, aumento en exportaciones y compras de materiales a proveedores mexicanos.

El punto 4.4 del Plan Estatal de Desarrollo de Baja California plantea impulsar el crecimiento de la industria, la atracción y conservación de inversiones, y poner atención a aquellas industrias que por su contenido tecnológico y valor agregado contribuyan de manera directa a los requerimientos del estado. En ese sentido, Plamex propuso una inversión de más de 4 millones de pesos en equipamiento del Centro de Investigación y desarrollo con equipos de alta tecnología; esto trae como consecuencia más capacitación, asesoría y asistencia técnica, impulsando el desarrollo de proveedores y talentos técnicos en el estado.

En referencia al desarrollo de habilidades y conocimiento Plamex tiene ahora un conocimiento mayor en esta nueva tecnología. Esto permite que en 2010 y años posteriores, Plantronics México pueda realizar mayor desarrollo de forma local en estas áreas de la ingeniería.

► Productos entregados

Al final del proyecto se entregaron los siguientes productos:

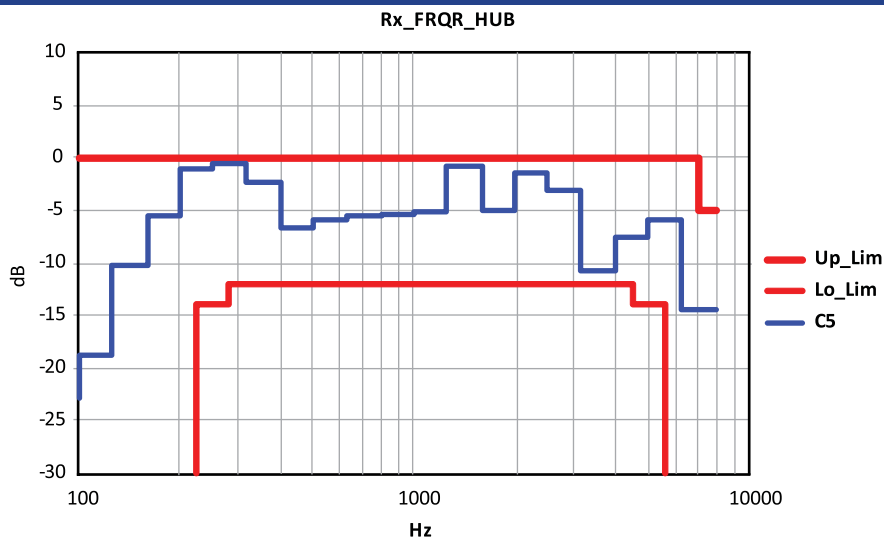
1. Prototipo funcional del altavoz, cuya función consiste en la conectividad de manera alámbrica hacia una computadora. Esto le permite al usuario tener acceso con la telefonía conocida como *softphone*; adicionalmente, este dispositivo se puede conectar de manera alámbrica hacia una línea telefónica tradicional análoga, y de manera inalámbrica a los teléfonos celulares conocidos como *smartphones*. El usuario puede recibir y hacer llamadas con este mismo dispositivo para cualquier medio de comunicación telefónica, además de tener la capacidad de conferencia entre estos dispositivos.
2. Prototipo funcional de micrófono inalámbrico, cuya función es permitirle al usuario tener mayor claridad de sonido de transmisión, movilidad dentro de su oficina, mantener las manos libres, ya que este dispositivo va instalado en la ropa como clip.

Diseño de altavoz con micrófono inalámbrico



3. Diseño y dibujos de partes y ensambles, así como la documentación necesaria que permitirá escalarlo a nivel de producción en altos volúmenes.
4. Especificaciones del producto y resultados de verificación de cumplimiento con los estándares y regulaciones nacionales e internacionales.

Figura 1. Ejemplo de resultados de verificación de desempeño



Conclusiones y/o beneficios obtenidos

El diseño y documentación del altavoz con micrófono inalámbrico está exitosamente concluido. El siguiente paso es el escalamiento a producción en masa y el lanzamiento al mercado programado para diciembre de 2010.

Este proyecto representó para los diseñadores de Plantronics México un desafío importante, por la complejidad de las tecnologías empleadas en el diseño, pero a la vez les permitió demostrar que se tienen las capacidades y los conocimientos necesarios para hacer investigación y desarrollo de nuevos productos con tecnologías de punta en su empresa.

Podemos, también, concluir que ahora se tienen las capacidades y la experiencia necesaria para competir por nuevos proyectos de investigación y desarrollo con alto nivel tecnológico.

CREACIÓN DE LAS SALAS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA EN EL TROMPO, MUSEO INTERACTIVO TIJUANA.¹

PRIMERA ETAPA: PROYECTO EJECUTIVO

SEGUNDA ETAPA: CONTENIDOS MUSEOGRÁFICOS

Ma. del Rosario Ruiz Camacho²

► Introducción

Siendo la frontera una región de encuentro entre dos culturas y visiones del mundo, consideramos fundamental brindar a nuestros niños una educación adecuada en ciencias básicas mediante la experimentación y los sentidos; de esta forma aprenderán a visualizar y percibir mejor el mundo que los rodea y a enfrentar adecuadamente este contraste de culturas. Sin lugar a dudas, El Trompo, Museo Interactivo Tijuana, es un espacio que propicia la divulgación de la ciencia, la tecnología y el conocimiento sustentado siempre en una vocación pedagógica y propuestas novedosas de aprendizaje. De esta forma, El Trompo está llamado a ser una opción diferente de entretenimiento y educación informal en la región Noroeste de México.

¹ Proyecto FOMIX: BC-2009-01-116765

Monto aprobado y total: \$ 1,725,964.00

² Del Museo Interactivo Tijuana, AC.

El Trompo, Museo Interactivo Tijuana, se encuentra en una etapa crucial de crecimiento y consolidación como espacio educativo y de entretenimiento. Para lograr satisfacer esta necesidad tan apremiante de la comunidad Tijuana, se requirió del apoyo financiero por parte de los Fondos Mixtos para la adquisición de 39 exhibiciones interactivas adicionales a las 42 ya existentes, mismas que vendrían a conformar las Salas de Ciencia “Explica” y Tecnología “Integra” del 2º nivel del Museo, para así coincidir con las metas y objetivos del FOMIX: divulgar la ciencia y la tecnología entre la comunidad bajacaliforniana y los visitantes extranjeros, aprovechando al máximo el sólido fundamento pedagógico que soporta al proyecto.

► **Demanda específica que atiende el proyecto a nivel estatal o municipal**

Creación de las Salas de Ciencia y Tecnología en El Trompo, Museo Interactivo Tijuana. Primera Etapa: Proyecto Ejecutivo y Segunda Etapa: Contenidos Museográficos.

► **Objetivo general**

Con el importe de los recursos aportados por el FOMIX, logramos financiar el Proyecto Ejecutivo y la creación de los Contenidos Museográficos de las Salas de Ciencia y Tecnología en El Trompo en 2009-2010. Estos recursos han permitido el desarrollo de una infraestructura con todos los elementos tecnológicos para promover los programas de divulgación de la ciencia y la tecnología, fortaleciendo la educación a nivel estatal con toda la tecnología que ofrecen las exhibiciones interactivas. Educación y divulgación son los elementos considerados hoy día como indispensables para hacer llegar la ciencia y la tecnología a los ciudadanos. La educación en Baja California no puede ni debe olvidarse de la influencia e impacto que la divulgación científica y tecnológica tiene a través de sus diversos canales. De esta forma, el hombre requiere del conocimiento científico para poder entender mejor su entorno y mejorar su contexto actual.

► **Descripción del desarrollo del proyecto (proceso y beneficios)**

Fase 1: Proyecto Ejecutivo

Monto aprobado: \$1,725,965.00 M.N.

Periodo: 3 meses (cuadro 1)

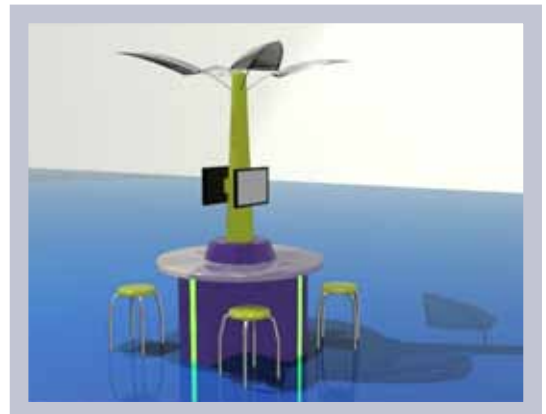
Con este recurso se logró sufragar el pago de honorarios de los consultores externos y desarrollar todas las actividades para consolidar el proyecto museográfico integral de las Salas de Ciencia y Tecnología, que comprendió:

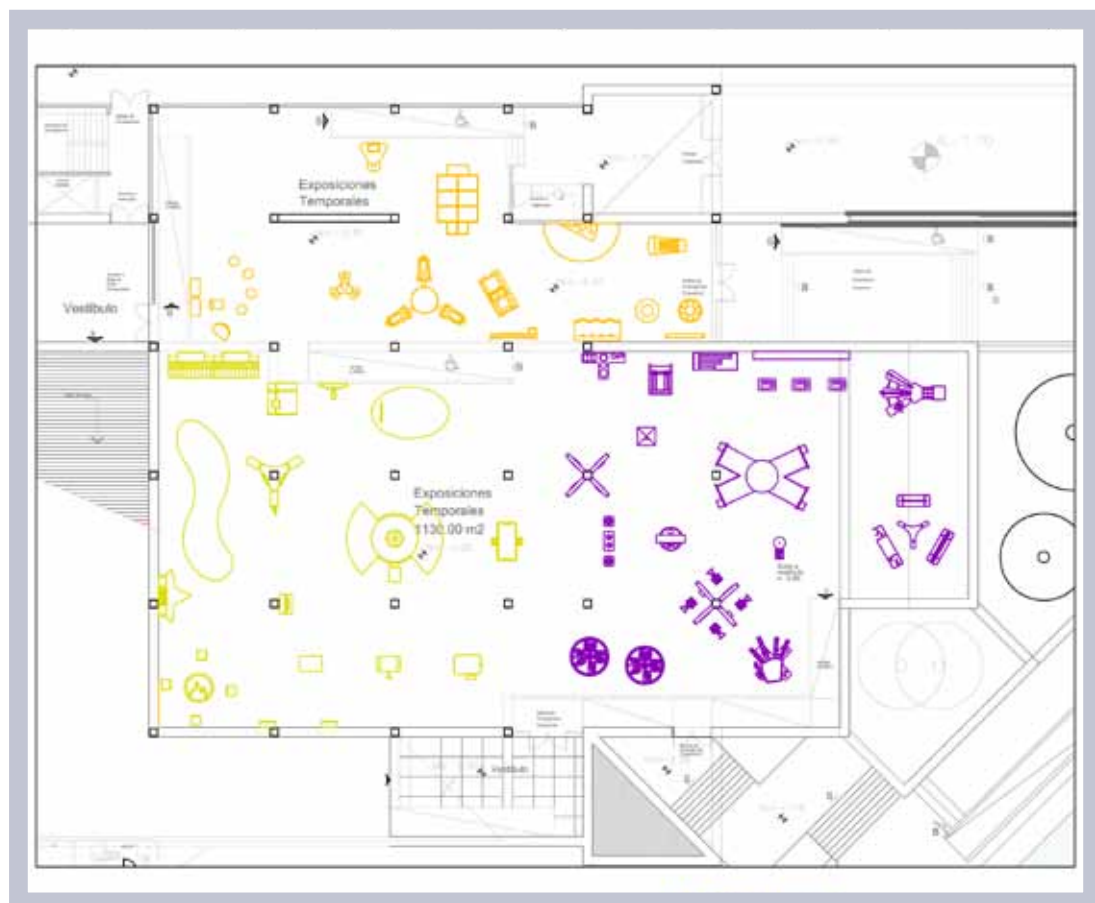
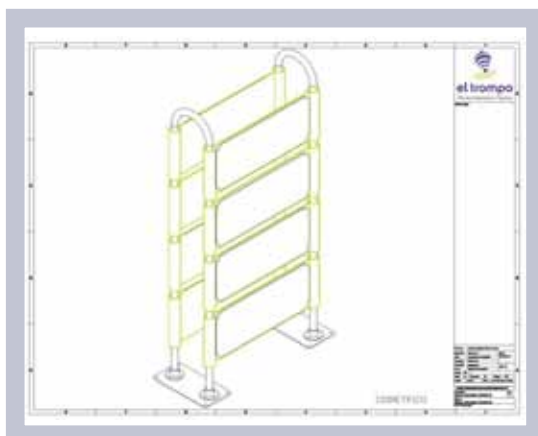
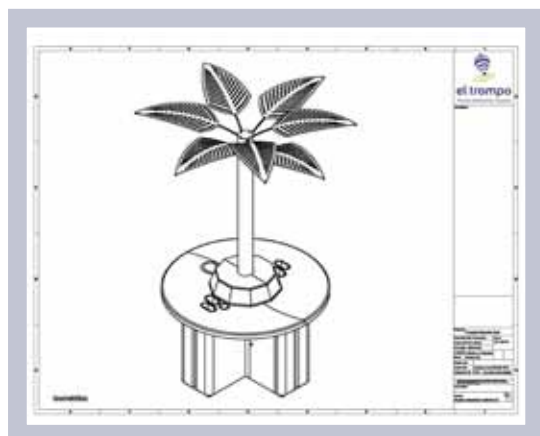
- Propuesta de *layout* y visualización de espacios
- Planos de diseño para desarrollo de exhibiciones y componentes museográficos
- Especificaciones generales para producción y compra de componentes de exhibiciones
- Descripción de materiales, sistemas y estructuras para fabricación
- Planos de diseño de aplicaciones museográficas, de ambientación y señalización de espacios y especificaciones de materiales para producción
- Proyecto de Iluminación museográfica
- Planos de diseño de aplicaciones de gráfica para exhibiciones y museografía y especificaciones generales para producción
- Desarrollo de cronograma general para producción y compra de exhibiciones y museografía
- Desarrollo de presupuesto general para producción de exhibiciones y museografía
- Dos (2) visitas al sitio

Cuadro 1. Proyecto Ejecutivo de las Salas de Ciencia, Tecnología y Pequeños

Producción de Exhibiciones y Elementos Museográficos para las Salas de Ciencia y Tecnología

No	Fase	Rubro	Mes 1				Mes 2				Mes 3					Mes 4			
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	3	4
I	Proyecto Ejecutivo Primera Etapa																		
		Sala de Ciencia	■	■	■	■	■												
		Sala de Tecnología					■	■	■	■	■	■							
		Pequeños											■	■	■	■	■	■	





Producción de 39 exhibiciones

Cuadro 3. Producción de 39 exhibiciones		
Experimenta	Integra	Explica
<ul style="list-style-type: none"> • Soy policía, soy bombero, soy piloto • Reflejos divertidos • Mira los animales • Nacedora de pollos • Cuenta tu experiencia • Tubos de aire • ¿De dónde vienen? • Movimiento para bebé • Rueda en Tijuana • Atrapa los peces • Cuarto de descubrimiento • Aro musical • Arenero • Construye tu idea • Pinta de colores • Decora tu silueta • Pantalla de arena 	<ul style="list-style-type: none"> • Rayos X • Satélites • Exploración espacial • Tapetes • Animando • Mi instalación • Interfaces • El sonido del geomagnetismo • Aurora TV • Código de barras • Tecnología en la vida • Tecnología del futuro 	<ul style="list-style-type: none"> • Laboratorio de bioquímica • ADN • Biodiversidad/Especies • Colecciones especiales y animales vivos • Ilusiones ópticas • Dibujos magnéticos • Elevador manual • Colores y luz • Artistas y ciencia • Jardín de energía renovable

Montaje y puesta en marcha

Proceso en el que se instalaron los contenidos del proyecto museográfico y de exhibiciones en la obra concluida y realización de los ajustes y pruebas necesarias, con el fin de dejar debidamente instalada la infraestructura del museo.

- Traslado de exhibiciones, montaje y museografía
- Puesta en marcha de la 2ª etapa
- Ajustes operativos y técnicos

Capacitación

Se ofreció el apoyo y asesoría en la selección de la contratación del personal educativo y se llevó a cabo la capacitación del mismo mediante actividades como:

- Desarrollo de programa de capacitación de guías escolares en función de los contenidos



► Productos entregados

Espacios museográficos funcionales integrados por 39 exhibiciones adicionales a las 42 ya existentes en el museo, museografía, suministros y repuestos de exhibiciones, además de capacitación al personal en funciones administrativas, técnicas y educativas.

► Conclusiones y/o beneficios obtenidos

Estos recursos permitieron lograr la adquisición del proyecto ejecutivo y producción de 39 exhibiciones interactivas, montaje, puesta en marcha y capacitación al personal operativo del museo, para las Salas de Ciencia y Tecnología, e inaugurar en los meses de abril a junio de 2010 las dos nuevas salas.

Este importante proyecto está haciendo redituable la inversión social que ya se encuentra materializada en las instalaciones del museo. Además, se está contribuyendo a fomentar una nueva cultura científica y tecnológica en nuestra región, empezando por los estudiantes del Sistema Educativo Estatal (SEE) de Baja California, quienes al realizar la visita al museo tienen la oportunidad de introducirse al conocimiento científico-tecnológico y orientarse vocacionalmente en estas dos áreas y, con ello, ampliar sus horizontes educativos.

Al inaugurar la 2ª etapa del museo, se está asegurando 40% de su servicio total, y al recibir un aproximado de 600 visitantes diarios del sector educativo básico y público en general, se asegurará una asistencia promedio anual de 216,000 visitantes aproximadamente.



Asimismo, de forma paralela se llevan a cabo actividades educativas que impulsan entre los estudiantes y la comunidad en general la educación científica y tecnológica a través de talleres, exposiciones y conferencias. Por ejemplo:

Junio 2010

- Presentación de trabajos de investigación sobre ciencia por el Instituto Tijuana
- Congreso Univer Universidad, presentando conferencias y talleres sobre las especialidades biogenética, enología, ilustración, diseño, redes sociales y psicología
- Feria de Ciencia por el Colegio Alemán "Cauhtémoc Hank"

Julio 2010

- Expedición de Verano, un Campamento Diferente 2010 con talleres sobre física, química, tecnología, arte y naturaleza

Agosto 2010

- Talleres de Mini Robótica Infantil
- Talleres de Programación Infantil 1er nivel
- Baja PYME, exposiciones y conferencias sobre empresas y desarrollo tecnológico, por parte de CANACINTRA y SEDECO
- Proyectos de Innovación en Investigación y Desarrollo Tecnológico, por parte de la SEDECO





Septiembre 2010

- Exposición de la Orquesta de los Medios: instrumentos musicales elaborados con objetos reciclados, por parte de la Promotora de las Bellas Artes, AC
- Exposición “Ingeniería y Ciencias de la Tierra” con 7 módulos interactivos que describen la historia de la Ingeniería en México, por parte de CUT Universidad, AMCCYT, el XIX Ayuntamiento de Tijuana y El Trompo
- Ceremonia de Entrega de Recursos CONACYT–COCYT a proyectos beneficiados

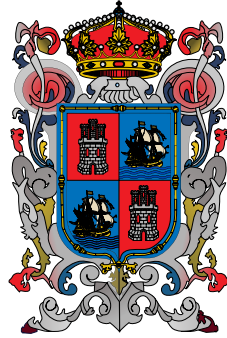
Octubre 2010

- Baja Bot 2010, Torneo de creatividad de máquinas robot, por El Trompo y estudiantes de ingenierías de la centros educativos más representativos de la ciudad
- Talleres de Mini Robótica Infantil
- Talleres de Programación Infantil 1er nivel

Se encuentra instalada en la explanada principal de El Trompo la maqueta denominada “Casa de Máquinas” donada por la Comisión Federal de Electricidad (CFE), que a partir de agosto del presente año es admirada por niños y jóvenes que cursan los niveles básicos, medio, medio superior y superior. Esta donación es un proyecto de concientización y entendimiento del proceso que implica el llevar la energía a los hogares.

De igual forma, con el objetivo de concientizar al visitante sobre las múltiples relaciones entre la ciencia, la tecnología y el medio ambiente, estamos por implementar de forma permanente la exhibición interactiva “La Casita del Ahorro de la Energía” de la Comisión Federal de Electricidad (CFE). De esta forma, El Trompo se sumará a desarrollar inteligencias en nuestros visitantes, especialmente con los niños de la región, para que adquieran conciencia sobre el buen uso y ahorro de la energía.





CAMPECHE

ESTUDIO BIOTECNOLÓGICO DE UN ANTIBIÓTICO DE ORIGEN MARINO CON ACCIÓN SOBRE BACTERIAS PATÓGENAS HUMANAS¹

Dra. Ruth López Alcántara²

► Introducción

La resistencia bacteriana al tratamiento con antibióticos tradicionales como penicilinas, cefalosporinas, oxacilina-meticilina, etcétera, y recientemente a fluoroquinolonas, ha causado emergencia y reemergencia de enfermedades infecciosas creando un problema mundial, con enormes consecuencias en salud pública. Para enfrentar este asunto, la OMS ha hecho una alerta a toda la comunidad internacional sobre la gravedad del problema y ha sugerido una serie de acciones concertadas que se orienten a reducir el surgimiento y la extensión de dicha resistencia, aunque la capacidad de adaptación y variabilidad de los microorganismos que les permiten su supervivencia hacen que la lucha contra ellos sea cada vez mayor.

Ante este panorama crece la necesidad de emplear todo tipo de estrategias, entre otras, la búsqueda de nuevos compuestos con mayor actividad biológica o el diseño de nuevas moléculas mediante procedimientos de biotransformación.

¹ Proyecto FOMIX: CAMP-2006-C01-31692

Monto aprobado y total: \$300,000.00

² Centro de Investigaciones en Enfermedades Tropicales,
Universidad Autónoma de Campeche.





El hábitat marino representa un recurso enorme para el descubrimiento de agentes quimioterapéuticos potenciales, siendo reservorio importante de diversas estructuras químicas y productos bioactivos. Desde el punto de vista biótico, los mares y océanos son ecosistemas complejos y sujetos a condiciones de presión, salinidad y temperatura diferentes a los ecosistemas terrestres, provocando que las formas de vida ahí encontradas, desarrollen ciertas capacidades únicas que permiten asegurar su existencia a través de la síntesis de compuestos singulares, con estructuras químicas y propiedades nuevas diferentes de las ya conocidas. Los microorganismos

marinos son un buen modelo para la búsqueda y obtención de novedosos compuestos –biológicamente activos– y, en particular, metabolitos secundarios que incluyen antibióticos contra patógenos involucrados en enfermedades reemergentes. Y a pesar de que los microorganismos marinos están poco estudiados, en los últimos años se han aislado varias sustancias bioactivas que constituyen novedosos recursos para el desarrollo de nuevos productos.

México se encuentra entre los primeros lugares de las listas de riqueza de especies. Los hábitats acuáticos y costeros completan esta riqueza ecológica del país, constituyendo ambientes de gran productividad biológica y una extensa área con gran potencial de aprovechamiento sustentable. Pero, a pesar de que nuestro país cuenta con un litoral de 11 mil km y una plataforma continental de 500 mil km², poco conocemos de estos ecosistemas y todavía menos de su diversidad microbiológica. Sin embargo, la importancia social y económica potencial de esta biodiversidad se encuentra en el proceso del desarrollo de nuevos productos y su comercialización a través de la producción industrial.

En este proceso confluyen diferentes intereses que hay que armonizar, es decir, se tiene que valorar el uso sostenible de estos recursos naturales que son materia prima de la actividad industrial, y conservar un margen de ganancia que estimule la inversión. La tendencia, hoy día, hacia un desarrollo sustentable implica un gran reto, es decir, tener procesos que consuman menos energía y materias primas para generar más productos.

Para lograr este desafío se requiere tener conocimiento de los productos, de los procesos involucrados a nivel molecular y del proceso de producción e ingeniería.

El desarrollo biotecnológico puede, en gran medida, enfrentar este reto: por un lado, la biotecnología está cambiando radicalmente la visión y el modo como se buscan y descubren productos útiles; por otro, también impacta la actividad industrial con dos ejes muy importantes: la bioingeniería y la biología molecular, mediante las cuales se puede determinar, a baja escala, qué clase de ingeniería química se requiere para desarrollar su producción. El proceso de producción supone dos fases del desarrollo de la ingeniería: conceptualización y definición (ingeniería básica), e implementación (ingeniería de detalle). Por su parte, la ingeniería básica se desarrolla en dos etapas: la primera consiste en la toma de datos y elaboración de requerimientos de usuario (por ejemplo, la determinación preliminar de las condiciones ambientales de operación), etc., y durante la segunda se definen las especificaciones básicas, valoración económica, etc. La aprobación de la primera supone una sólida base para el desarrollo de la ingeniería de detalle.

► Demanda específica que atiende el proyecto a nivel estatal o municipal

Con este marco de referencia, el proyecto “Estudio biotecnológico de un antibiótico de origen marino con acción sobre bacterias patógenas al humano” del Centro de Enfermedades Tropicales de la Universidad Autónoma de Campeche, atendió la demanda “Desarrollo de biotecnología de productos naturales” para el aprovechamiento integral y sustentable de sus recursos marinos. Campeche cuenta con un litoral de 523.3 km y una plataforma continental, dentro del Golfo de México, de 66 mil 770 km², y su posición geográfica lo pone en una situación privilegiada para el descubrimiento de nuevos productos.

► Objetivo general

El propósito de este trabajo fue analizar las capacidades biotecnológicas de la bacteria marina *Pseudoalteromonas sp*, microorganismo aislado de las Costas de Campeche, buscando aprovechar su potencial para producir moléculas con actividad antibiótica, bajo diferentes condiciones ambientales. Asimismo, proponer los posibles mecanismos entre las variables de proceso y la respuesta fisiológica de producción. El estudio experimental, a nivel de miniescala, aportó datos claves que pueden servir en la ingeniería básica para el diseño del posible proceso de producción.



► Descripción del proyecto (procesos y beneficios)

Se realizó un diseño experimental factorial completo para identificar las condiciones ambientales de mayor influencia en el proceso de producción del antimicrobiano. Con él se probaron aleatoriamente todas las posibles combinaciones entre las cinco variables ambientales (factores) que más impactan a este proceso biológico –pH, oxígeno, salinidad, carbono y nitrógeno. Los resultados experimentales más destacados demostraron que variaciones de los factores individuales, dentro del intervalo fisiológico, no influyeron significativamente en el antimicrobiano, es decir, la actividad se mantuvo estable. Por el contrario, la interacción entre algunas variables (por ejemplo, alta concentración de nitrógeno/agitación) abatió significativamente la actividad. Esto significó que el impacto de baja concentración de la fuente de nitrógeno y condiciones estáticas mejoró el rendimiento de actividad, lo que constituiría menor gasto energético

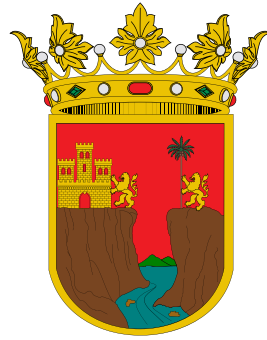
y costo en el proceso. Por otro lado, el análisis nos indicó que el proceso puede ser eficiente al trabajar con agua de mar natural diluida con agua dulce, lo que representa una ventaja por la limitación de agua dulce en la región. Derivado del proyecto, se cuenta con una proteína con actividad biológica contra patógenos como *Pseudomonas aeruginosa* y *Staphylococcus aureus*, además de fortalecer el programa de la licenciatura Químico Farmacéutico Biólogo (se titularon dos alumnas) y el Posgrado en Ciencias Marinas de la UAC (se tituló un alumno).



► Conclusiones y/o beneficios obtenidos

Los resultados de la investigación tienen importancia como parte de las bases de diseño que conformarían el desarrollo de nuevos fármacos, utilizando los recursos naturales de Campeche, cuya explotación sustentable representa una oportunidad de negocio con ventaja competitiva para el sector farmacéutico. Sin embargo, debe llamarse la atención a la necesidad de crear más recursos financieros y crear una relación más estrecha entre ciencia e industria vinculando políticas responsables y sensibles con el entorno natural, que puedan contribuir al desarrollo económico y social de la entidad.





CHIAPAS

CAPACIDAD INMUNOPROTECTORA DE VACUNAS HOMÓLOGA Y HETERÓLOGA CONTRA LA ANAPLASMOSIS BOVINA EN UN ÁREA ENDÉMICA¹

Sergio D. Rodríguez Camarillo,² Rafael López Flores, Miguel Ángel García Ortiz, Francisco Jesús Preciado de la Torre, Edmundo Enrique Rojas Ramírez, Rafael Jiménez Ocampo y Laura Elena Orozco Vega

► Introducción

Anaplasma marginale es una bacteria que pertenece al orden de los rickettsiales, y en el bovino ocasiona una anemia hemolítica extravascular, debido a la destrucción de una gran cantidad de glóbulos rojos infectados por parte del mismo sistema inmune del bovino, durante el período más crítico de la infección.

En México existen diversas estimaciones de la distribución de la anaplasmosis; estudios serológicos señalan que en las zonas tropicales y subtropicales del sureste y del Golfo de México, así como en las regiones costeras de los estados de Jalisco, Nayarit y Sinaloa, la seroprevalencia es superior a 50%.

¹ Proyecto FOMIX: CHIS-2003-C01-32

Monto aprobado: \$719,597.00

Aportaciones concurrentes: \$220,280.00

Monto Total: \$939,877.00

² Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP).

El control de la anaplasmosis bovina se hace principalmente mediante el control de los artrópodos hematófagos, usando aplicaciones de acaricidas e insecticidas, administración de antibióticos a bovinos enfermos o portadores, y el uso de inmunógenos viables y no viables.

► **Demanda específica que atiende el proyecto a nivel estatal o municipal**

Debido a la carencia de vacunas comerciales nacionales para la protección del ganado bovino contra la anaplasmosis, la respuesta inmune no específica que es lo que confieren las vacunas extranjeras, en condiciones de campo, ante los desafíos de las cepas nacionales.

La presente estrategia propone evaluar la protección inducida, en forma homóloga, por un aislado local, usado para inmunizar animales susceptibles y exponerlos bajo condiciones de campo; asimismo, se pretende comparar esa protección con la inducida por la vacunación con ese mismo aislado dentro del inmunógeno experimental, junto con otros dos aislados heterólogos y con una inmunidad inducida por el inmunógeno compuesto por tres cepas heterólogas.

► **Objetivo general**

Evaluar la inmunoprotección inducida por inmunógenos inactivos, derivados de cuerpos iniciales (CI) de *Anaplasma marginale*, bajo condiciones de campo.

► **Descripción del desarrollo del proyecto (proceso y beneficios)**

Se utilizaron 32 hembras bovinas mayores de 3 años, de 4 razas tipo europeo (*Bos taurus*), las cuales fueron asignadas a cuatro grupos conformados cada uno por 8 animales. Las vacunas se clasificaron de la siguiente forma: I. Inmunógeno local: cuerpos iniciales (CI) del aislado Chiapas de *A. marginale*; II. Inmunógeno heterólogo: CI de las cepas de *A. marginale* recuperadas de bovinos originarios de los estados de México, Morelos y Veracruz, respectivamente; III. Inóculo compuesto por el aislado Chiapas, más los aislados MEX 17 y MEX 30. Cada inmunógeno está compuesto de proteína derivada de los CI de las cepas mencionadas y se ajustaron a una concentración final de 50 µg proteína/dosis (Rodríguez y Col. 1999). Para la preparación del inóculo, los CI liberados y purificados se suspendieron en solución salina de Puck y se mezclaron con el adyuvante saponina Quil A® (Superfoss, Dinamarca), a una concentración final de 3 mg/ml. Para el grupo testigo se utilizó un placebo de la misma solución y el adyuvante, siguiendo el mismo esquema de dosis y vía de inoculación.

El esquema de vacunación consistió en la conformación de 4 grupos de 8 vacas cada uno: el grupo 1 (G1) recibió vacuna con aislamiento Chiapas; el G2, vacuna con cepas MEX 15, MEX 17, MEX 30; al G3 se le aplicó vacuna con cepas MEX 17, MEX 30 y Chiapas; y al G4 o testigo se le administró un placebo. Las vacunas contra la anaplasmosis se aplicaron en dos dosis con 21 días de intervalo.

Se usaron hembras *Bos taurus* libres de anticuerpos contra babesiosis, anaplasmosis, brucelosis, tuberculosis y diarrea viral bovina, adquiridas en el estado de Chihuahua, donde se realizó la primera vacunación con los inmunógenos descritos y, de acuerdo con el esquema de vacunación estipulado, previo a la vacunación, los animales se sangraron ("día cero"); ese mismo día, se administró una dosis única de la vacuna bivalente contra *Babesia sp* y se registró la temperatura corporal de cada una de las hembras integrantes del estudio. Catorce días después, se les aplicó la vacuna contra pasteurelisis con el objetivo de preparar al hato para su traslado de la ciudad de Chihuahua a Pichucalco, Chiapas. Una vez en Pichucalco, se les mantuvo por 7 días en adaptación, en condiciones de confinamiento; su alimentación consistió en pacas de zacate achicalado, alimento concentrado y agua en cantidad libre. Durante este periodo, los animales estuvieron en desafío contra vectores voladores, posibles transmisores de la anaplasmosis.

Once días después de su arribo, se les administró una segunda dosis de las vacunas experimentales contra *A. marginale*, de acuerdo con el esquema de vacunación utilizado en la primera ocasión; se tomaron muestras sanguíneas y se registró la temperatura rectal de cada una de las hembras participantes. A partir de su liberación a potrero, todas las vacas fueron monitoreadas dos veces por semana, registrando la temperatura corporal; se sangraron vía vena yugular, para lo cual se utilizaron tubos con y sin anticoagulante. Cada 14 días se registró el peso corporal en forma individual; asimismo, se llevó a cabo el registro de parámetros clínicos.

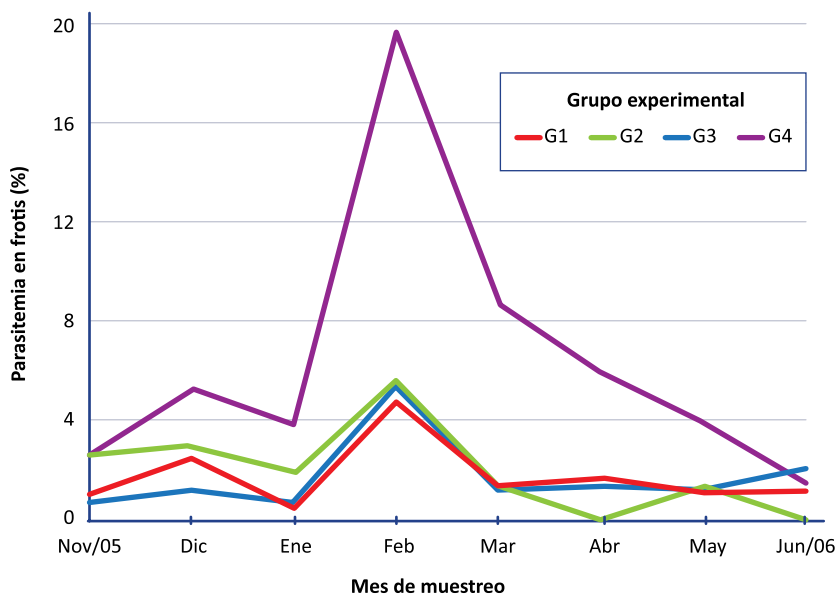
Las pruebas de diagnóstico que se realizaron, son: Volumen Celular Aglomerado (VCA), por el método de microhematocrito (Jain, 1986); frotis delgados teñidos con colorante Giemsa para la observación y cuantificación de eritrocitos infectados; se utilizó la prueba de PCR para detección del DNA, a partir de las muestras de sangre obtenidas, y los resultados se compararon con el diagnóstico directo, a partir de la observación al microscopio de *Anaplasma marginale*.

Los resultados obtenidos de cada uno de los parámetros registrados fueron capturados y posteriormente analizados de acuerdo con su varianza. Los resultados fueron representados mediante gráficas.

A los quince días de iniciada la tercera etapa, se introdujo un macho cebuino al lote de hembras, con la finalidad de determinar el efecto de las vacunas en el comportamiento reproductivo del hato. Posteriormente, se llevó a cabo el registro de manifestación de celos de cada una de las vacas, número de montas recibidas y los nacimientos de becerros. Cada una de las crías se identificó y se registró (fecha de nacimiento, sexo, peso, días posvacunales al momento del parto, la ingestión o no de calostro y grupo experimental al cual pertenece la madre). Asimismo, las crías se sometieron a un seguimiento serológico mediante la prueba de ELISA indirecta para Inmunoglobulinas (Ig)G totales, como indicador de la respuesta inmune conferida al becerro mediante la ingestión del calostro.

Del análisis de las muestras de sueros, se determinó la respuesta inmunológica a los biológicos en cada hembra, observando así la seroconversión de los 3 grupos experimentales. Durante la segunda etapa del proyecto, se identificó a la mosca *Haemotobia irritans* (mosca del cuerno) como el único vector volador detectado sobre los animales. Al inicio de la tercera etapa, murió una vaca integrante del grupo testigo por causas no relacionadas con el experimento.

Parasitemia de *Anaplasma marginale* determinada por frotis sanguíneo

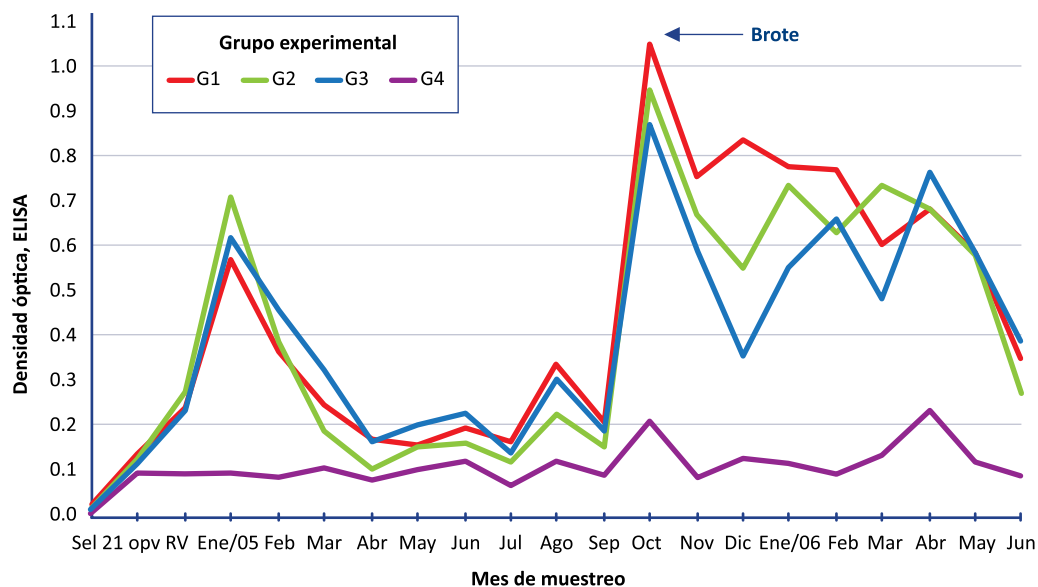


Proyecto financiado por FOMIX Chiapas, clave CHIS.030132
INIFAP-C.E. Pichucalco. M.C. Laura Elena Orozco Vega

Durante los primeros tres meses del experimento se observó la presencia de *Babesia sp* en algunos animales de los diferentes grupos experimentales; todos los afectados fueron tratados en forma específica con Diguanildiazoaminobenceno (*Diminazene aceturato*) y respondieron satisfactoriamente al tratamiento. No obstante, en estos casos se registraron ligeros incrementos en la temperatura corporal, acompañados con un descenso en el porcentaje del volumen celular aglomerado (VCA) con signos clínicos típicos de las enfermedades hemoparasitarias. Posteriormente, entre mayo y octubre, los casos de babesiosis disminuyeron, sin presentarse casos positivos durante los meses de noviembre y diciembre.

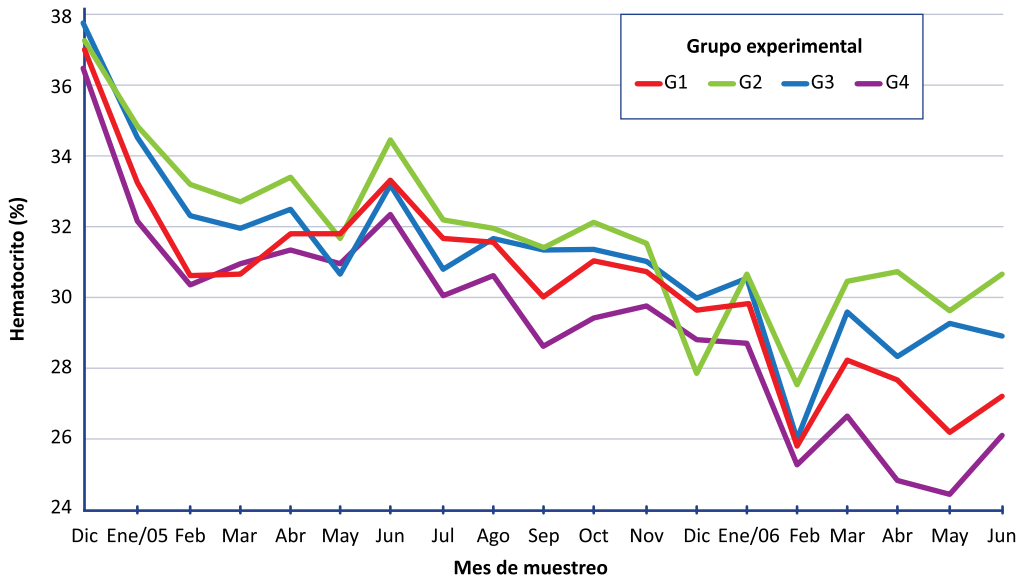
Como se observa al inicio del experimento, los animales fueron negativos a anticuerpos contra *A. marginale*. La vacunación en los grupos I, II y III indujo la producción de IgG específicas, alcanzando su máximo valor –28– después de la segunda vacunación. Se observa un segundo incremento de mayor intensidad, que inicia en septiembre, con un pico en octubre de 2005, el cual corresponde al momento en que se detectaron eritrocitos infectados con *A. marginale* en los animales experimentales. Los valores de IgG

Títulos de anticuerpos contra *Anaplasma marginale* determinados por la prueba de ELISA



Proyecto financiado por FOMIX Chiapas, clave CHIS.030132
 INIFAP-C.E. Pichucalco. M.C. Laura Elena Orozco Vega

Volumen celular aglomerado promedio mensual en los animales



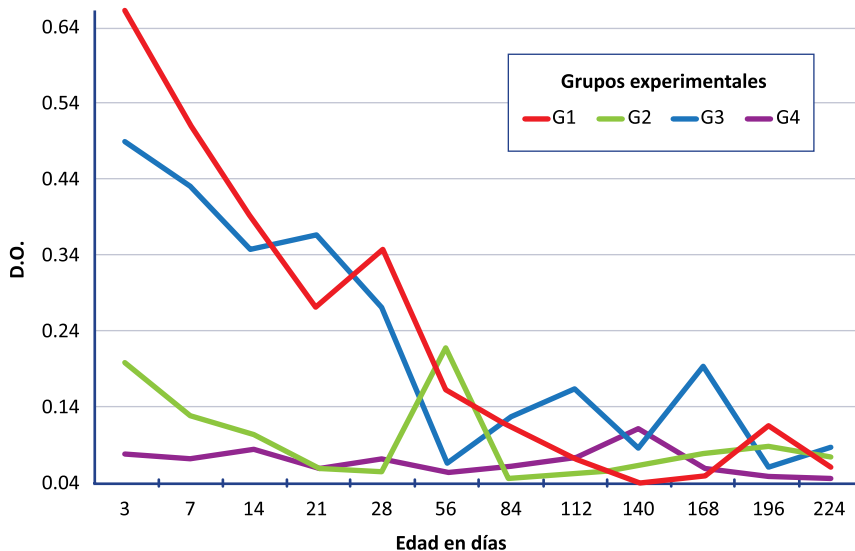
Proyecto financiado por FOMIX Chiapas, clave CHIS.030132
 INIFAP-C.E. Pichucalco. M.C. Laura Elena Orozco Vega

permanecieron relativamente altos durante el resto del experimento. En contraste con lo anterior, se puede observar que los títulos en el grupo testigo siempre se mantuvieron por debajo de 0.1, lo que nos indica que hasta septiembre los animales no habían tenido contacto con la rickettsia; es hasta octubre cuando se pueden observar valores dentro del rango de positivos.

A pesar de que la detección de eritrocitos infectados con *A. marginale* se inició en octubre de 2005, los casos más severos se observan entre enero y fines de marzo del siguiente año. De la misma forma como puede advertirse en la gráfica, los valores de VCA se vieron seriamente disminuidos de fines de febrero a marzo en los grupos vacunados, mientras que en los testigos (G4) esta reducción se continuó hasta mayo.

Congruente con el desafío que ocurrió de enero a marzo de 2005, la siguiente gráfica muestra los valores de porcentaje de eritrocitos (rickettsemia) infectados por grupo, donde se nota una clara diferencia entre los animales del grupo testigo con valores cercanos al 20% promedio, mientras que los vacunados con cualesquiera de las vacunas formuladas, no alcanzan más del 5% como promedio.

Títulos de anticuerpos contra *Anaplasma marginale* cuantificados en becerros nacidos de vacas vacunadas



Proyecto financiado por FOMIX Chiapas, clave CHIS.030132
INIFAP-C.E. Pichucalco. M.C. Laura Elena Orozco Vega

En términos de los becerros nacidos durante el experimento, se observa que los animales nacidos de madres vacunadas de los grupos 1 y 3 presentan títulos significativos y consistentes con lo que sus madres tenían al momento del parto. En contraste, los becerros de las vacas del grupo 2 muestran títulos muy bajos, y los hijos de las vacas del grupo 4 (testigo) no tienen IgG específicas. Como puede verse, también, los valores de IgG se van perdiendo y, para el fin del segundo mes, éstos se acercan a cero en todos los grupos, aunque con incrementos que pueden ser debidos a la exposición natural al patógeno.

En resumen, durante los 6 meses en los cuales se detectaron animales positivos a *Anaplasma marginale*, por medio de frotis sanguíneo, no todos ellos manifestaron signos clínicos; sin embargo, de éstos requirieron tratamiento 2, 2, 5 y 7 animales de los grupos 1, 2, 3 y 4, respectivamente, por lo que la tasa de morbilidad registrada por grupo fue de 25, 25, 62.5 y 100% en los correspondientes grupos 1, 2, 3 y 4. La severidad de la enfermedad fue de mayor magnitud en los grupos 4 y 2, en los cuales los signos manifestados en los animales fueron severos. Es importante notar que de 16 animales que enfermaron de anaplasmosis, sólo uno murió a pesar del tratamiento; este animal era del grupo no vacunado. Los otros 15 se recuperaron una vez que se instauró el tratamiento específico.

En promedio, la temperatura rectal no reflejó cambios sustanciales entre grupos. Los valores de rickettsemia alcanzados por animales de los diferentes grupos variaron de 2.75 a 51.5%, registrándose los valores más elevados en el grupo 4. No obstante, sólo los valores de rickettsemias del grupo 1 fueron estadísticamente diferentes al grupo 4 ($p > 0.05$).

La vacunación indujo protección de 75% para los grupos vacunados en forma homóloga (G1) y completamente heteróloga (G2); en 37.5%, para el grupo vacunado con un inmunógeno parcialmente homólogo (G3), contrastando con 100% de susceptibilidad en los animales de G4 o testigos.

Con respecto a los parámetros reproductivos evaluados en las vacas experimentales, se tiene que, al momento de la aplicación de las vacunas experimentales contra *Anaplasma marginale*, 11 vacas se encontraban gestantes –de entre 1.3 a 5.7 meses de gestación–: 1 del G1; 3 del G2; 4 del G3 y 3 del G4, sin que se hayan presentado abortos. Cuando iniciaron las pariciones, el ganado contaba con 111 días posvacunales. Durante un lapso de 18 meses de seguimiento, se registraron 1.3 servicios por concepción, naciendo 35 becerros, de los cuales hubo 19 crías en 2005 y 16 en 2006; 2 murieron al nacer por causas no relacionadas con el experimento. Durante el desarrollo del estudio, se presentaron casos clínicos de anaplasmosis en 3 becerros, correspondiendo 2 al G2 y 1 al G3, habiéndose manifestado cuando tenían entre 9 y 10 meses de edad. Estas crías tuvieron como antecedente el no registrar títulos de anticuerpos que diera la pauta de haber obtenido una inmunidad pasiva, aun cuando los becerros del G2 ingirieron calostro, razón por la cual todos requirieron tratamiento específico.

Hasta la fecha, éste es el único trabajo que se ha realizado en cuanto a número de grupos experimentales, duración y consideración de la respuesta inmune en hembras adultas, y la determinación de la inmunidad pasiva conferida por medio del calostro.

El fenómeno de recurrencia de la parasitemia y los largos períodos de anemia que se determinaron en el presente estudio, ya habían sido reportados por Orozco y col. (2002) y Kocan *et al.* (2003), aun cuando su diseño experimental difiere del que desarrollamos en esta ocasión.

Los registros llevados a cabo respecto de los aumentos en la temperatura corporal de los animales *versus* la disminución del volumen celular aglomerado durante todo el desarrollo de la investigación, nos hacen suponer la posibilidad de que los animales presentaron indicios de alguna enfermedad hemoparasitaria. Sin embargo, la lectura microscópica de los frotis sanguíneos no siempre arrojará resultados positivos. Casos similares reportan Eriks *et al.* (1993), quienes señalan ciclos intermitentes de rickettsemia, demostrando que su nivel varía de manera marcada en ganado infectado persistentemente en intervalos

binomiales aproximados de 103 a 105 eritrocitos infectados por 100. Dicha variación puede inducir a pensar en la multiplicación cíclica del *Anaplasma marginale* (Kieser *et al.*, 1990), observando esos períodos cíclicos caracterizados mediante la prueba de PCR, sin que se hayan observado glóbulos rojos infectados mediante la lectura de frotis sanguíneo. Información similar reportaron Orozco y col. (2003 y 2007).

Azo y col. (1999) reportan resultados sobre la transferencia pasiva de anticuerpos vía el calostro o primera leche materna ofrecida por las madres bovinas a sus becerros, durante las primeras horas posparto y de lactancia. Este fenómeno inmunológico y de aplicación en las fincas ganaderas es especialmente importante en esta especie, pues en ella no existe el paso de anticuerpos vía intraplacentaria a la descendencia, como ocurre en otros mamíferos, incluyendo a la especie humana, sin que éstos persistan por más de 3 meses.

La persistencia de los anticuerpos contra *Anaplasma marginale*, registrados en los becerros, fue menor a los reportados en la investigación sobre la inmunidad pasiva inferida por medio de la ingestión del calostro en otras enfermedades de importancia veterinaria realizadas por Orozco (1999) y Méndez (2003).

► Productos entregados

Dos memorias de residencias profesionales:

- “Determinación del potencial inmunoprotector de una vacuna experimental contra *Anaplasma marginale* en condiciones de campo, en el municipio de Pichucalco, Chiapas”. José Gabriel García Hernández.
- “Perfiles inmunológicos de vaquillas vacunadas contra *Anaplasma marginale* y desafiadas en forma natural”. Daniel Romero Hernández.

Taller de capacitación a agentes de cambio con el tema:

- “Aspectos fundamentales y control de la anaplasmosis en los bovinos”.

Una tesis de licenciatura:

- “Respuesta inmune de hembras *Bos taurus* a vacunas homóloga y heteróloga contra *Anaplasma marginale*”. Erika Sánchez Velasco

Un resumen en congreso nacional:

- “Capacidad inmunoprotectora de vacunas homóloga y heteróloga contra *Anaplasma marginale* en un área endémica”. Reunión Nacional de Investigación Pecuaria 2006; obteniendo el primer lugar en la modalidad de cartel en el área de Salud Animal.


Dos escritos completos en congreso internacional:

- “Transferencia de inmunidad contra *Anaplasma marginale* a becerros”. Congreso Nacional de Buiatría y XXXI Congreso Latinoamericano de Buiatría 2007.
- “Inmunoprotección a vacunas homóloga y heteróloga contra *Anaplasma marginale*”. V Congreso Internacional de Epidemiología Veterinaria 2007.

Artículo científico:

- “*Anaplasma marginale* field challenge: protection by an inactivated immunogen that shares partial sequence of the msp1 α variable region with the challenge strains”. Vaccine 25 (2007) 519–525

► Conclusiones y/o beneficios obtenidos

- La inmunización con una vacuna inactivada contra la anaplasmosis disminuye el número de casos clínicos y fatalidades en los animales vacunados.
 - La inmunidad pasiva transferida de madres a hijos en el bovino no persiste por más de dos meses como se ha reportado.
 - El uso de la vacuna podría ahorrar recursos a los ganaderos.
- 

CREACIÓN Y FORTALECIMIENTO DEL LABORATORIO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y MEDIO AMBIENTE¹

Dra. Silvia Ramos Hernández²

► Introducción

Existen suficientes razones para afirmar que la severidad del impacto sobre la sociedad y el ambiente por los constantes desastres, aunado a las consecuencias del cambio climático en nuestra región, están aumentando considerablemente y exponen a la población a las condiciones de vulnerabilidad que afectan también a sus bienes, su economía y al ambiente. Dentro de las causas se encuentran la permanente modificación de los espacios naturales y su dinámica, mediante la cual existe un constante cambio de uso del suelo, conduciendo a un progresivo deterioro del medio natural.



¹ Proyecto FOMIX: CHIS-2008-08-106709

Monto aprobado: \$10,000,000.00

Aportaciones concurrentes: \$2,000,000.00

Monto total: \$12,000,000.00

² Responsable del Proyecto, Coordinadora del Centro de Investigación en Gestión de Riesgos y Cambio Climático, de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas.

Ha sido reconocido que los frecuentes desastres en nuestra región, especialmente en las dos últimas décadas, constituyen una fuerte preocupación en la sociedad por los fuertes impactos, tal como la erupción del Volcán Chichón en 1982, el sismo de Villaflores Nuevo México en 1995, las inundaciones en la costa, Soconusco y sierra por “Stan” en 2005, pero especialmente son críticos en las comunidades de mayor marginación, ya que generalmente magnifican los niveles de pobreza y desandan el progreso desarrollado.



Esta problemática también coexiste con la acelerada migración hacia las ciudades importantes de Chiapas, como Tuxtla Gutiérrez, Tapachula, San Cristóbal y Comitán. La presión por los espacios naturales alrededor de estos centros de población crean mayor deterioro del ambiente y hacen más complejas las condiciones de vida de la población que se establece en las áreas circundantes a ellas; las viviendas que se construyen son precarias y se edifican en sitios inadecuados, tales como las márgenes de los ríos y en laderas de fuerte pendiente muy susceptibles a los derrumbes.

En este contexto la construcción de la alianza universidad-sociedad ha sido reconocida como de enorme valor para el desarrollo, no sólo de la docencia y de la investigación, sino para coadyuvar al fortalecimiento de las capacidades de comunidades y resiliencia a los desastres, en la cual dicha alianza facilite la aplicación del conocimiento científico y técnico a la solución de problemas concretos de la sociedad.

La Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH), como institución forjadora de profesionales sensibilizados con la realidad social de nuestra entidad, puede garantizar su acción facilitadora al promover acciones de interacción directa y participativa con las comunidades, a través de la caracterización y exploración de variables geográficas y demográficas, para conocer sus condiciones de vulnerabilidad ante riesgos geológicos, ambientales y antrópicos, su situación socioeconómica, mientras que a través de la ejecución y la difusión de información estructurada y actualizada, permite extender acciones e implementar en las comunidades actividades de investigación, divulgación y capacitación sobre la temática de desastres y mitigación de la vulnerabilidad.

Al mismo tiempo, las acciones de la UNICACH, en consonancia con la problemática actual, han incorporado la gestión del riesgo y adaptación al cambio climático desde el currículo universitario como una dimensión estratégica para el desarrollo sostenible y

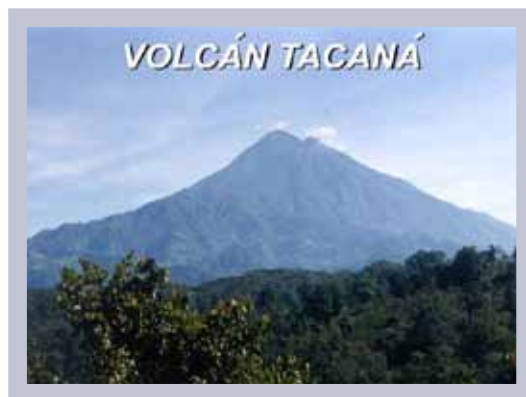
lograr egresados de licenciatura y posgrado con una visión más clara de la intervención, tanto en el manejo de la gestión del riesgo, como en la gestión del cambio climático en el ámbito de la comunidad rural y urbana.

En este contexto, la investigación en gestión de riesgos y cambio climático, con énfasis en la prevención y la mitigación, se señalan como urgentes. En ambas tareas, las universidades desempeñan un papel importante, porque a través del desarrollo de capacidades locales, de la investigación-acción y del avance técnico y científico, se puede contribuir a la reducción de los graves impactos que estos eventos catastróficos tienen en el desarrollo de diversas regiones de la entidad.

Por lo anterior, acorde a las políticas, estrategias y acciones plasmadas en el rubro de prevención de riesgos en materia de Protección Civil del Plan Estatal del Gobierno Chiapas Solidario 2007-2012, y atendiendo a la convocatoria del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Chiapas (COCYTECH) de 2008 en el rubro de Protección Civil, se propuso el proyecto FOMIX "Creación y Fortalecimiento del Laboratorio de Ciencias de la Tierra y Medio Ambiente", con un costo de \$ 21'750,000.00. El proyecto, que fue aprobado, se centra en la creación de infraestructura para el impulso de las capacidades científicas y técnicas en el estado de Chiapas en materia de gestión, mitigación y prevención de riesgos de desastre por fenómenos naturales, ambientales y antrópicos, así como en la generación de conocimiento científico y su difusión para el desarrollo de capacidades de mitigación y prevención en las poblaciones en riesgo.

La UNICACH tiene como antecedentes un convenio de colaboración en materia de monitoreo volcánico y sísmico con la Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana, el Instituto de Protección Civil del Gobierno del Estado y el Centro Nacional de Prevención de Desastres, acuerdo que derivó en la formación del Centro de Monitoreo Vulcanológico-Sismológico en la propia UNICACH. De igual forma, se han establecido otros convenios de colaboración con instituciones dedicadas a la investigación de estos temas, entre las que destacan la UNAM, la Universidad de Colima, el Consejo Superior de Investigaciones Científicas de España y el Servicio Geológico de los Estados Unidos de Norteamérica.

El Laboratorio de Ciencias de la Tierra y Medio Ambiente (LCTyMA) y el Centro de Monitoreo Vulcanológico y Sismológico (CMVS) de la UNICACH se constituyen en los últimos años como líderes en la



prevención y mitigación de riesgos en la entidad y gran parte del territorio del sureste mexicano. Sin embargo, debido a las altas probabilidades de desastres por fenómenos naturales y ambientales en el estado de Chiapas, es impostergable fortalecer las capacidades ya existentes por medio del equipamiento e instrumentación con tecnología de punta, para brindar un servicio más eficaz y de la más alta calidad a la comunidad chiapaneca. De igual manera, es necesario diversificar e impulsar el desarrollo de otras líneas de investigación en el área de gestión de riesgos.

► **Demanda específica que atiende el proyecto a nivel estatal o municipal**

Área 1. Protección Civil.

Demanda 1.3 Creación y Fortalecimiento del LCTyMA.

► **Objetivo general**

Crear y fortalecer el LCTyMA que permita consolidar el CMVS y crear el Centro de Investigación en Gestión de Riesgos y Cambio Climático (CIGERCC) en la UNICACH, y la licenciatura en Ciencias de la Tierra, mediante una estrategia interinstitucional dirigida al impulso de las capacidades científicas y técnicas locales para la prevención y mitigación de riesgo de desastres por fenómenos naturales y ambientales en el estado de Chiapas, aplicando un enfoque transversal de sustentabilidad, equidad de género y en el marco de los Objetivos del Milenio.

► **Descripción del desarrollo del proyecto (proceso y beneficios)**

Para impulsar la creación del proyecto, se desarrollaron varias actividades en el más alto nivel, realizando reuniones estatales, nacionales e internacionales con los sectores social, académico y de investigación, a fin de analizar las capacidades de infraestructura, líneas de investigación, los perfiles del personal científico calificado que formaría la base del proyecto en el contexto de los retos que exige la gestión de riesgos por desastres naturales, socioambientales y antrópicos en la entidad.

El Proyecto encontró en la UNICACH las bases y capacidades de infraestructura, personal científico y experiencias, a las cuales era necesario fortalecer por medio de recursos para una nueva infraestructura, equipamiento e instrumentación con tecnología de punta, con la finalidad de generar información científica y técnica, y brindar un servicio oportuno y de la más alta calidad a la comunidad chiapaneca y a las instituciones que demandan de ésta, principalmente a Protección Civil.

Así mismo, el proyecto tiene como meta la formación de recursos humanos de nivel licenciatura y posgrado.

El desarrollo del proyecto tuvo las siguientes etapas:

1. Preparación del proyecto.
 - 1.1. Reuniones interinstitucionales: Gobierno del Estado, Secretaría de Gobierno, UNICACH, COCYTECH, Instituto de Protección Civil para el Manejo Integral de Riesgos de Desastres, Secretaría de Educación, CENAPRED, Institutos de Geografía y Geofísica de la UNAM.
 - 1.2. En la elaboración del proyecto por parte de la UNICACH, se contó con la asesoría científica y técnica de expertos del CMVS de la UNICACH, del Instituto de Geografía y Geofísica de la UNAM, del Observatorio Vulcanológico de la Universidad de Colima, del CENAPRED, del Departamento de Vulcanología del Consejo Superior de Investigaciones Científicas de España (CSIC) y del Observatorio Vulcanológico y Sismológico de la Universidad Nacional de Costa Rica.
2. Construcción del Centro y fortalecimiento del Laboratorio. Para la consecución del proyecto, la UNICACH propuso las siguientes etapas:
 - 2.1 Construcción del CIGERCC y fortalecimiento del LCTyMA. En esta etapa se dedicó a las gestiones para la construcción de la infraestructura y gestión de los equipos.
 - 2.1.1 Creación y fortalecimiento del LCTyMA (instrumentación y equipamiento, adquisición de un espectrofotómetro de plasma).
 - 2.1.2 Creación del CIGERCC (construcción del edificio y equipamiento; áreas de monitoreo volcánico, sísmico, riesgos geológicos, cambio climático; cubículos aulas para docentes, aulas para docencia, sala de cómputo, área administrativa y sala de juntas). (Ver imagen).
 - 2.1.3 Fortalecimiento y equipamiento del CMVS (instrumental sísmico, geodésico, hidrometeorológico, geoquímico y equipo de comunicación para los volcanes Chichón y Tacaná) y adquisición de vehículos.
3. Formación de recursos humanos y capacitación comunitaria.
 - 3.1 Se creó la licenciatura en Ciencias de la Tierra, con un enfoque de gestión de riesgos, cambio climático y desarrollo comunitario. A la fecha de la presente publicación, la licenciatura lleva el tercer semestre.
 - 3.2 Se han promovido labores de investigación científica (toma de datos del monitoreo de los volcanes Chichón y Tacaná, procesamiento y análisis volcánico y

sísmico, escritura de manuscritos, tesis de licenciatura y posgrado, manuales de riesgos) y se mantienen la difusión y capacitación comunitaria en torno a riesgo volcánico, sísmico, laderas, cambio climático. Así mismo, se ha gestionado una campaña de señalización en los volcanes Chichón y Tacaná.

- 3.3 Análisis de la actividad volcánica y sísmica de Chiapas. Monitoreo de aguas cratericas del volcán Chichón. Análisis e interpretación de datos históricos obtenidos. Preparación de reportes de actividad del volcán Chichón.
 - 3.4 En el rubro de capacitación comunitaria se realizaron eventos interinstitucionales tendentes a crear mayor sensibilización en las comunidades adyacentes a los volcanes, sobre los riesgos, amenazas y vulnerabilidad por este fenómeno.
 - 3.5 Realización de un ejercicio de simulacro en la comunidad Viejo Volcán, en la región del volcán Chichón. Realización de un evento conmemorativo, en conjunto con el Municipio de Chapultenango, de la erupción del volcán Chichón.
 - 3.6 Elaboración y puesta en marcha de la página web del CMVS.
 - 3.7 En proceso, la elaboración de una base de datos y bibliografía sobre los fenómenos naturales y ambientales de Chiapas y sobre el diseño de las guías didácticas para la gestión de riesgos derivado de actividades volcánicas y sísmicas.
4. Se firmó un convenio con el Instituto de Geofísica de la UNAM, para la colaboración conjunta en el Proyecto Geoparque Volcán Chichón. En gestión, se encuentran convenios con la Universidad Nacional de Costa Rica y con el Consejo Superior de Investigación Científica de España. Se mantienen vigentes los convenios con el CENAPRED y la Universidad de Colima.

Las acciones descritas dentro del plan de trabajo del presente proyecto están en completa armonía con el Plan de Desarrollo Institucional actual de la UNICACH, con el Plan Estatal de Gobierno 2007-2012 y con las bases de la Convocatoria FOMIX 2008 en materia de Protección Civil, en donde se establecen como ejes del desarrollo el fortalecimiento de la investigación y posgrado y de los servicios que esta Universidad presta a la sociedad chiapaneca en materia de los principales riesgos en la entidad

Productos entregados

Los productos generados en el presente proyecto son:

1. Equipamiento para la creación y el fortalecimiento del LCTyMA, con lo cual se podrá ampliar la base de investigaciones sobre prevención y mitigación de riesgos por fenómenos geológicos.
2. Equipamiento e instrumentación del LCTyMA, a fin de realizar investigaciones con la más alta tecnología sobre los fenómenos sísmicos para transmitir a las autoridades

y comunidades en riesgo información actualizada sobre la situación que guardan los volcanes activos Tacaná y Chichón, en el estado de Chiapas y sobre la actividad sísmica del estado.

3. Edificación de las instalaciones del CIGERCC en la UNICACH.
4. Diseño curricular de la licenciatura en Ciencias de la Tierra, e inicio de ésta.
5. Fortalecimiento del convenio entre el Gobierno del Estado de Chiapas, Instituto de Protección Civil, la UNICACH y el CENAPRED para la coordinación e intercambio científico sobre los diferentes riesgos existentes en nuestra entidad.
6. Intercambios académicos y de investigación con la UNAM en los temas de riesgos geológicos e hidrometeorológicos mediante la participación y asesoría de investigadores(as) especializados(as) en este proyecto.
7. Intercambio con otros especialistas de México, América Latina, Estados Unidos y Europa que trabajan con programas similares, y promoción de convenios con universidades extranjeras.
8. Divulgación del conocimiento científico más actualizado sobre los fenómenos naturales y ambientales, y sobre el origen, causas y consecuencias de los mismos.
9. Instrumentación de un programa de capacitación comunitaria enfocado a las poblaciones cercanas a los volcanes Chichón y Tacaná con el propósito de desarrollar las capacidades locales para la mitigación de riesgos y reducción de la vulnerabilidad.
10. Publicación en gestión de cuatro guías didácticas sobre los principales fenómenos naturales, principalmente sobre el volcánico, sísmico, deslizamientos, derrumbes, hundimientos e inundaciones en los que se incorporen los conocimientos y avances científicos y técnicos generados.
11. Elaboración y difusión de guías didácticas para fomentar el uso de prácticas y técnicas para la restauración y conservación de los suelos.
12. Elaboración de mapas comunitarios de riesgos por fenómenos volcánicos, sísmicos, erosión y deslizamientos.
13. Publicación de cinco artículos científicos para dar a conocer los resultados de las investigaciones realizadas, mismas que se divulgaron en revistas especializadas y de prestigio académico.

14. Formación de recursos humanos mediante la realización de licenciatura y maestría en Gestión de Riesgo Volcánico y Sísmico.
15. Un taller regional universitario para vincular las prácticas de servicio social a la capacitación comunitaria en prevención de riesgos por fenómenos naturales y ambientales.
16. Cuatro talleres regionales de capacitación con la participación de profesores de educación básica sobre la prevención y mitigación de riesgos por fenómenos naturales, principalmente sobre el volcánico, sísmico, deslizamientos y derrumbes.
17. Difusión de información para alertar y prevenir sobre los principales fenómenos naturales que amenazan constantemente a las comunidades aledañas a los volcanes, en coordinación con el Sistema de Protección Civil.
18. Creación de la pagina web de monitoreo vulcanológico-sismológico, para difundir los avances en el monitoreo.

Conclusiones y/o beneficios obtenidos

El territorio chiapaneco está particularmente sujeto a una notable variedad de amenazas naturales. De hecho, se trata de una zona susceptible a los riesgos geológicos (sismos, volcanes, deslizamientos, hundimientos), hidrometeorológicos (inundaciones, incendios, sequías), ambientales y antropocéntricos (deforestación, erosión de suelos, contaminación).

Debido a la continua exposición y vulnerabilidad de la región a diversos desastres, los cuales impactan severamente a la sociedad, al ambiente y a la economía de la entidad, se hacía impostergable la participación de las instituciones de educación superior de Chiapas en la gestión de riesgos y cambio climático. Por ello, fue aprobado el Proyecto FOMIX “Creación y Fortalecimiento del Laboratorio de Ciencias de la Tierra y Medio Ambiente” (Clave: CHIS-2008-08-106709) a la UNICACH, mediante fondos del CONACYT-COCYTECH-Gobierno del Estado de Chiapas-UNICACH y Protección Civil, a través del cual se impulsa el fortalecimiento del LCTy MA y la creación de un nuevo CIGERCC y una licenciatura en Ciencias de la Tierra (LCT), orientada a la gestión de riesgos por fenómenos naturales, antropogénicos y por el cambio climático, con un enfoque hacia los Objetivos del Milenio, comunitario, multidisciplinario, de sustentabilidad y con equidad de género.

La creación del CIGERCC parte de la necesidad de identificar y conjuntar conocimientos y experiencias locales, regionales, nacionales e internacionales en beneficio de la sociedad chiapaneca.

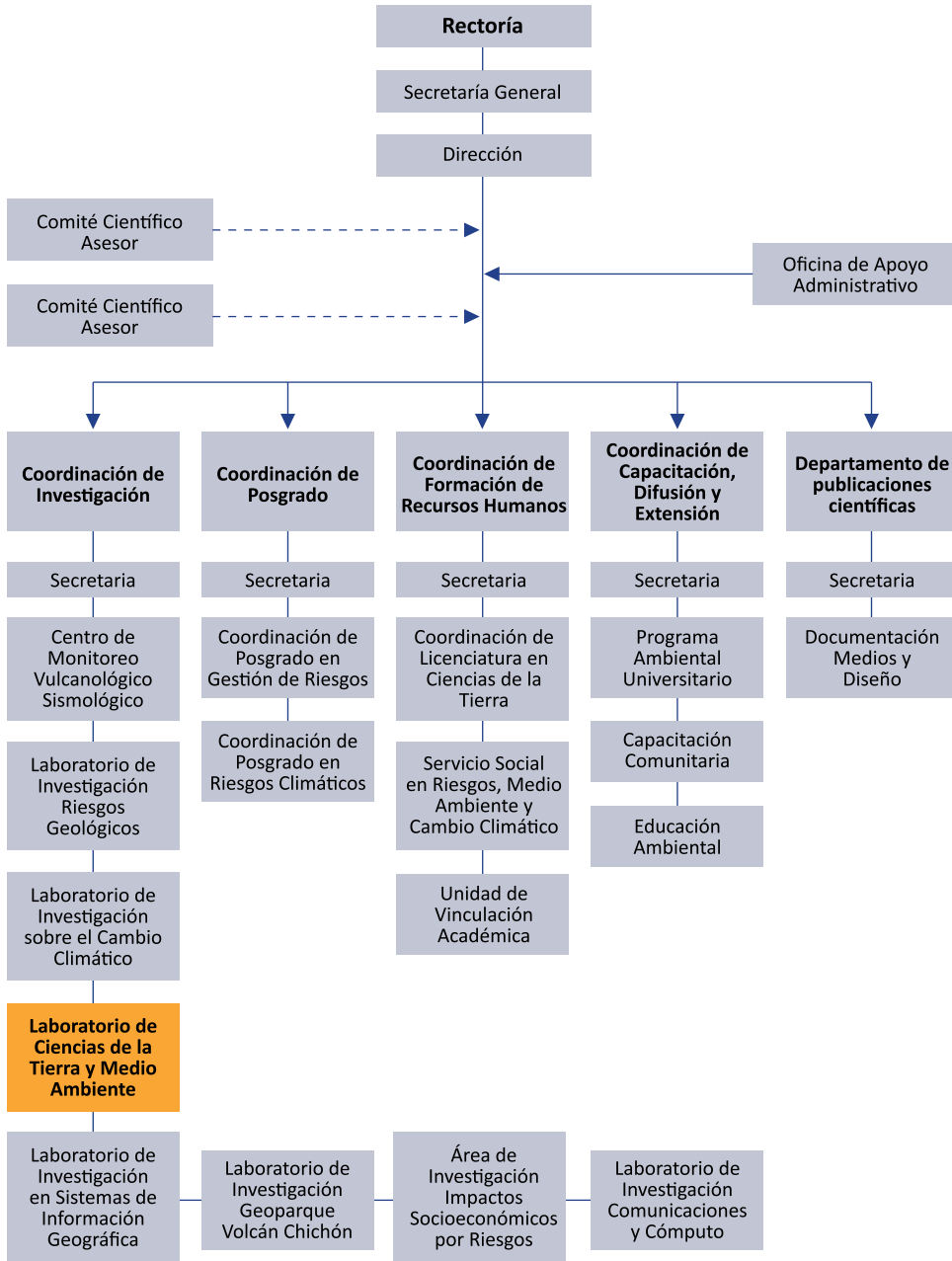


El CIGERCC, la LCT y el CTyMA son ya una realidad en el estado de Chiapas, como espacios especializados para la investigación, el monitoreo de fenómenos geológicos e hidrometeorológicos, la formación de recursos humanos técnicos y científicos, al mismo tiempo que proporcionarán capacitación comunitaria y promoverán difusión de sus actividades a la sociedad.

Por otro lado, este proyecto ha permitido ampliar la base de instrumentación y equipamiento para reforzar la vigilancia de los volcanes Tacaná y Chichón, así como del CMVS en la UNICACH. También ha permitido contar con la base de *software* y *hardware* para el Proyecto de Cambio Climático que, conjuntamente con Conservación Internacional México, AC, SEMAVIHN y la Embajada Británica, coadyuva a través de los proyectos Escenarios Climáticos y Gases de Efecto Invernadero del Estado de Chiapas.

Además, se suministrará de forma coordinada información de las actividades que se realicen a los organismos responsables de la planificación territorial y socioeconómica, federales y estatales, ante el impacto causado por los desastres naturales, los efectos atribuibles al cambio climático que afectan significativamente el desarrollo de Chiapas. Se prestará servicio a las dependencias estatales y federales relacionado con el análisis de riesgos

Organigrama de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas



por los peligros derivados de procesos tectónicos, sísmicos, geomorfológicos, volcánicos, hidrometeorológicos, deslizamientos, derrumbes, ambientales y de contaminación.

Con este proyecto se generarán beneficios tangibles y de alto impacto para la población chiapaneca en el corto, mediano y largo plazos. Estos beneficios están íntimamente ligados a acciones interinstitucionales actualmente en operación liderados por la UNICACH. Los proyectos en marcha cuentan con la participación activa de instituciones gubernamentales, de educación superior y de investigación, locales (UNICACH, COCYTECH, Protección Civil), nacionales (UNAM, Universidad de Colima, CENAPRED) e internacionales (CSIC-España, OVSICORI UNA-Costa Rica). Estos esfuerzos han conducido en el presente al establecimiento del sistema actual de monitoreo de los volcanes Tacaná y Chichón y en acciones de difusión y prevención en las comunidades aledañas a los volcanes.

El costo del proyecto, que incluye la creación del CIGERCC, el fortalecimiento del CTyMA y las actividades de un año de ejercicio es de \$ 21'750,000.00. El cálculo del costo/beneficio del proyecto 21'750,000.00/población chiapaneca (4'523,359) es igual a 4.80 pesos. Aunado a este bajo costo/beneficio se encuentra el impacto positivo, duradero y directo para la prevención y mitigación de riesgos por desastres naturales en la población chiapaneca.

Bibliografía consultada

CENAPRED (2001). "Diagnóstico de peligros e Identificación de riesgos de Desastres en México". *Atlas Nacional de Riesgos de la República Mexicana*. SEGOB, 231 pp.

EIRD (2001). *Estrategia internacional de reducción de desastres*. RADIUS. United Nations Initiative Towards Earthquake.

Gobierno del Estado de Chiapas (2007). *Plan de Desarrollo Chiapas Solidario 2007-2012*.

Gobierno del Estado de Chiapas (2008). *Plan operativo volcán Chichón*. SSyPC-Protección Civil-UNICACH. Centro de Monitoreo Volcanológico-Sismológico.

Gobierno del Estado de Chiapas (2008). *Plan operativo volcán Tacaná*. SSyPC-Protección Civil-UNICACH. Centro de Monitoreo Volcanológico-Sismológico.

Gobierno del Estado de Chiapas (2008). *Plan operativo por riesgo sísmico*. SSyPC-Protección Civil-UNICACH. Centro de Monitoreo Volcanológico-Sismológico.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2001). *Climate Change: impacts, adaptation and vulnerability, summary for policy makers and technical summary for Working Group II Report*. Ginebra: IPCC.

Lavell, Allan y Eduardo Franco (1996). *Estado, sociedad y gestión de los desastres en América Latina: En búsqueda del paradigma perdido*. Bogotá, La Red/ FLACSO.

Naciones Unidas (2000). *Declaración del Milenio de las Naciones Unidas*, General Assembly Resolution A/RES/55/2, Septiembre de 2000: 6.

_____ (2003). *Declaración del Milenio: Report of the Secretary-General*, UN General Assembly, 2 Septiembre de 2003.

PNUD (2002). *A Climate Risk Management Approach to Disaster Reduction and Adaptation to Climate Change*. PNUD.

Secretaría de Gobernación (2001). *Diagnóstico de peligros e identificación de riesgos de desastres en México*. CENAPRED, Sistema Nacional de Protección Civil, Secretaría de Gobernación. Talleres Gráficos de México. 225 pp.

UNICACH (2008). *Plan de Desarrollo Institucional 2006-2010*.



POLO TECNOLÓGICO NACIONAL PARA EL DESARROLLO DE INVESTIGACIÓN Y PRUEBAS ANALÍTICAS EN BIOCOMBUSTIBLES¹

Dra. Rocío Meza Gordillo²

► Introducción

La crisis energética en México es un tema de discusión en el pleno del Senado en donde se debate el destino de la paraestatal PEMEX. Debido a la explotación desenfadada de las reservas petrolíferas mundiales, se calcula que en un lapso de 40 a 50 años éstas podrían comenzar a agotarse, lo que produciría una crisis energética mundial. Aunado a este problema económico, existen problemas ambientales, ya que durante el proceso de producción de combustibles se generan gases de efecto invernadero que, junto con las emanaciones de los vehículos, contribuyen de manera significativa al calentamiento global.

Por esto muchos países han trabajado en la generación de combustibles de origen biológico (comúnmente llamados biocombustibles), ya que éstos pueden sustituir parcialmente o en su totalidad el consumo de combustibles fósiles tradicionales (petróleo, carbón), con la ventaja de que son renovables y tienen bajo impacto en el deterioro ambiental.

¹ Proyecto FOMIX: CHIS-2008-01-91817

Monto aprobado y total: \$21,168,900.00

² De la Dirección General de Educación Superior Tecnológica, Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez.



► Demanda específica que atiende el proyecto a nivel estatal o municipal

El gobierno del estado de Chiapas, encabezado por el Lic. Juan Sabines Guerrero, establece en el Plan Estatal de Desarrollo Chiapas Solidario 2007-2012, cita en el eje 4 “Gestión ambiental y desarrollo sustentable”, su objetivo número 5: transitar de una economía basada en el deterioro ambiental hacia un modelo de producción sostenible, basado en el uso de recursos naturales renovables.

A través del Instituto de Reversión Productiva y Agricultura Tropical del Estado de Chiapas (IRPAT) se ha venido fomentado el establecimiento de cultivos bioenergéticos no comestibles susceptibles de producir biocombustibles. Dichos cultivos son el piñón (*Jatropha curcas* L.) que hasta el día de hoy solamente se utiliza como cerco vivo, y la palma de aceite (*Elaeis guineensis*). Estos cultivos, aunque crecen en gran parte del estado, no se han utilizado desde el punto de vista de su potencial bioenergético, ya que ambos producen aceite, susceptible de ser transformado en biodiesel para actuar como complemento parcial del diesel de petróleo o la sustitución total.

En el proyecto del establecimiento de cultivos bioenergéticos el IRPAT se dio a la tarea de promocionar la siembra de piñón (*J. curcas* L.) en aquellas tierras ociosas que no producen algún ingreso a la gente del campo, para evitar la migración hacia las ciudades o hacia los Estados Unidos de América. Dichas tierras tienen la ventaja de no utilizarse para producir algún producto de la cadena alimenticia de la canasta básica, y a su vez los cultivos se adaptan fácilmente a estos terrenos. Según estudios del INIFAP, en la Figura 1 se presenta el área potencial para la producción de piñón.

Figura 1. Potencial productivo de piñón en el estado de Chiapas



Figura 2. Ubicación de los huertos madre de piñón



El IRPAT ha establecido 10 huertos madre de semilla de piñón en los municipios de La Concordia, Cintalapa, Amatenango de la Frontera, Frontera Comalapa, Chicomuselo, Chiapa de Corzo, Arriaga y Acala, con una extensión total de 79.25 hectáreas. Dichos huertos (Figura 2) proveen la semilla que se establecerá en los años venideros. Éstos están situados en las zonas identificadas con potencial.

► **Objetivo general**

El objetivo de este proyecto es diseñar, construir y operar el Polo Tecnológico Nacional para el Desarrollo de Investigación y Pruebas Analíticas en Biocombustibles, Materias Primas y Co-Productos.

► **Descripción del desarrollo del proyecto (proceso y beneficios)**

El estado de Chiapas es una de las regiones que está tomando el liderato nacional en el tema de biodiesel, además de ser el segundo estado con mayor biodiversidad del país. El Poder Ejecutivo del estado de Chiapas, el Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez, a través de la maestría en Ciencias en Ingeniería Bioquímica (PNPC), el Instituto de la Reconversión Productiva y Agricultura Tropical, junto con el Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Chiapas, lograron en la convocatoria de proyectos estratégicos FOMIX 2008 convocada por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, el apoyo para la construcción del proyecto denominado “Polo Tecnológico Nacional para el Desarrollo de Investigación y Servicios Analíticos en Biocombustibles”, en el cual fueron autorizados \$42’337,800.00, con los que se construirá y equipará un espacio concebido para realizar ciencia y tecnología, orientado al desarrollo sustentable de la región y al uso de energías renovables.

Este proyecto consta de tres etapas: la primera es la construcción del edificio y la adquisición de los equipos, la segunda etapa es la adecuación de los espacios e instalación de los equipos y la tercera es la puesta en marcha de los métodos de prueba de la norma EN 14214, en donde se describen los requerimientos y los métodos de prueba que deben cumplir los esteres metílicos de los ácidos grasos para motores a diesel.

Para la primera etapa se reconocieron los equipos especializados a adquirir y se procedió, con el apoyo del Instituto de Infraestructura Educativa Física del Estado de Chiapas, al diseño del edificio funcional que contendrá los espacios necesarios para la instalación de los equipos. Actualmente la obra civil se encuentra en desarrollo.

Con estos laboratorios y equipamiento instalados se realizarán al menos 28 métodos de prueba descritos en la norma europea EN 14214 para biodiesel, para lo que se adquirirán equipos como cromatógrafos de gases acoplados a espectrómetro de masas, es-

pectrofotómetro de inducción de plasma acoplado, espectrofotómetro de infrarrojo, espectrofotómetro de fluorescencia de rayos X con longitud de onda variable, equipos específicos para pruebas de combustión, determinación de punto de obstrucción, determinación de número de cetano, entre otros.

Se pretende que en abril de 2011 se cuente con el espacio funcionando e iniciado el proceso de certificación para lograr la acreditación del laboratorio y ofrecer servicios analíticos de alta calidad, además de proyectos de investigación científica y tecnológica en el área de los biocombustibles, a partir de diversas materias primas, desde su manejo, preparación y control de calidad, hasta su conversión en biocombustibles, así como la disposición de subproductos y residuos generados. Se desarrollarán además, herramientas de análisis, diseño, control y optimización de nuevos procesos para su producción. Los proyectos generados integrarán las áreas económica, social y ambiental, hacia un desarrollo sustentable.





CHIHUAHUA

GENERALIZACIÓN DEL CLUB DE CIENCIAS “EL MUNDO DE LOS MATERIALES”¹

Luis E. Fuentes Cobas;² Francisco Espinosa Magaña, Roberto Martínez Sánchez, María E. Montero Cabrera, Antonino Pérez Hernández y Armando Zaragoza Contreras;³ Salomón Maloof Arzola y Víctor Hugo López de Lara Chávez⁴

► Introducción

Una clara tendencia de la ciencia contemporánea es la interdisciplinaridad. Los problemas más candentes de la ciencia y la tecnología actuales no son de física, de biología o de matemáticas. Los desarrollos más importantes en la frontera del conocimiento tienen lugar en campos como la Biofísica, los Sistemas Micro/Nano-Electromecánicos (MEMS/NEMS) y la Ciencia de Materiales. Las modernas disciplinas mencionadas rompen las barreras clásicas entre las ciencias tradicionales, permiten al hombre alcanzar un nivel cualitativamente superior de comprensión y dominio de la naturaleza y dan lugar a aplicaciones más audaces que la imaginación.



NORTHWESTERN
UNIVERSITY

¹ Proyecto FOMIX: CHIH-2008-C01-91879

Monto aprobado: \$628,000.00

Aportaciones concurrentes: \$1,000,000.00

Monto total: \$1,628,000.00

² Responsable del proyecto, del Departamento de Integridad y Diseño de Materiales Compuesto, Centro de Investigación en Materiales Avanzados, SC (CIMAV) de Chihuahua, Chih.

³ Todos ellos miembros del CIMAV de Chihuahua, Chih.

⁴ De la Secretaría de Educación y Cultura del Estado de Chihuahua.

En este contexto, la Ciencia de Materiales se revela como una rama de impacto impresionante a nivel mundial. Todo objeto está hecho de algún material, desde nuestro cuerpo hasta las letras de este artículo. La Ciencia de Materiales interviene desde en el diseño de una medicina hasta en la fabricación de un nanorobot.

Las tendencias de desarrollo de las Ciencias Naturales y Matemáticas (hoy día integradas en la *Ciencia de Materiales*) se relacionan íntimamente con el avance de las *Ciencias de la Educación*. Naturalmente, el apogeo actual de la *Ciencia de Materiales* debe encontrar su proyección en el movimiento educacional. El Proyecto relativo a los *Módulos El Mundo de los Materiales*⁵ (MMM) representa una punta de lanza en esta dirección. Este sistema educativo fue creado en la Universidad del Noroeste (NWU por sus siglas en inglés) por el grupo de trabajo del Prof. R.P.H. Chang y constituye hoy día un programa maduro y sólido que se aplica en numerosos planteles de escuela media superior (*high-school*) en los Estados Unidos. El programa se diseñó con el objetivo de reforzar la **educación científica** en ese país.

Los módulos MMM son paquetes de educación científica basada en la indagación y el diseño. El objeto de cada módulo es una familia de materiales, considerada desde el punto de vista de sus aplicaciones. Cada módulo conforma un paquete, que incluye una caja de materiales (llamada “kit”, suficiente para que 25 estudiantes experimenten) y manuales para el estudiante y el maestro. La impartición de cada módulo ocupa entre dos y cuatro semanas, según los intereses del plantel. Los módulos incluyen etapas de planteamiento de un problema práctico, investigación teórica y experimental, diseño de soluciones, prueba y defensa ante el grupo. La conclusión de cada módulo es un producto práctico, en cuya obtención se han aplicado la física, la química, la biología y las matemáticas.

La introducción en México del Programa MMM se concibe como una contribución al esfuerzo que realiza el país por superar el subdesarrollo que existe en educación científica.

La Figura 1 representa la estructura “feudal” de la distribución de riqueza, en relación con el conocimiento científico-tecnológico. Las universidades y los centros de investigación forman el castillo donde el nivel académico es realmente muy alto. La industria nacional, como regla, no forma parte de la vanguardia tecnológica internacional. No es raro encontrar producciones artesanales y obsoletas. Esta asimetría ha generado el importante movimiento hacia la Vinculación Academia-Innovación Tecnológica que vive hoy el país. Pensando a futuro, el punto crítico de esta estructura se encuentra en la educación básica, el eslabón más pobre de la cadena. Es desafortunadamente frecuente que en la escuela, en

⁵ <http://www.materialsworldmodules.org/>

la secundaria o en la preparatoria del mismo barrio que la universidad, los maestros no dominan la materia que explican.

Esta grave asimetría es la razón de existencia del Proyecto MMM-México. El concepto básico que ha motivado a los autores para generar e impulsar el Programa Módulos El Mundo de los Materiales es que **la Academia, además de la Vinculación con la Innovación Tecnológica, puede y debe reforzar significativamente la Vinculación con la Educación Básica.**

Figura 1. Distribución de la riqueza de conocimientos



El presente artículo describe la introducción del sistema MMM en el estado de Chihuahua. El proyecto tiene algo más de 5 años de vida, ha sido desarrollado por colaboración entre el Centro de Investigación en Materiales Avanzados (CIMAV) y la Secretaría de Educación y Cultura (SEC) del Estado de Chihuahua. El programa ha sido patrocinado por fuentes diversas, que se reconocen en la sección de Agradecimientos. La etapa de generalización a todo el estado ha sido patrocinada especialmente por el Fondo Mixto CONACYT-Gobierno del Estado (FOMIX).

► Demanda específica que atiende el proyecto a nivel estatal

En relación con la Convocatoria al Fondo Mixto Chihuahua 2008-1,⁶ en su Demanda 3.2 (Educación Media Superior y Superior), el Proyecto MMM da respuesta a la Demanda específica 3.2.1: “Desarrollo e implementación de nuevos métodos y estrategias para solidificar la alfabetización científica y tecnológica, vinculando los niveles educativos entre sí y con el sector productivo para elevar los índices de productividad y competitividad estatal”.

► Objetivo general

El objetivo general del Proyecto consiste en desarrollar y aplicar métodos y materiales con los cuales se logre motivar y preparar mejor en ciencias y tecnología a los estudiantes de nivel bachillerato. El desafío para los maestros que imparten los módulos es estimular la curiosidad natural de los estudiantes y entusiasmarlos acerca de la ciencia y la tecnología.

⁶ CONACYT-GOBIERNO DEL ESTADO DE CHIHUAHUA: Convocatoria al Fondo Mixto 2008-01.

► Desarrollo del proyecto

En la actual etapa de introducción, los módulos son material extra-curricular. Se desarrollan en forma de un “Club de Ciencias” los sábados por la mañana.

El proyecto se inició en la ciudad de Chihuahua. En mayo de 2005 comenzaron los talleres impartidos por profesores de la Universidad del Noroeste, con participación de 45 maestros en rol de alumnos. Durante un semestre estos maestros fueron entrenados en la metodología MMM. En octubre de 2005 comenzó la operatividad de los módulos en grupos de alumnos. La primera generación MMM contó con 450 estudiantes de la ciudad de Chihuahua y comunidades cercanas. El primer curso MMM se impartió con kits importados de Norteamérica y con manuales traducidos al español en versión preliminar.

El período 2005-2010 ha sido de intenso trabajo coordinado con el fin de consolidar los módulos y difundirlos por todo el estado. Hoy día los módulos operan en todas las ciudades populosas de la entidad.

Las principales actividades desarrolladas han sido:

- Búsqueda de patrocinadores y fondos adicionales para demandas crecientes.
- Captación de directores y maestros para que se sumen al proyecto.
- Coordinación por parte de CEPPEMS (SEC) con los diferentes subsistemas sobre fondo de tiempo de los maestros, locales y apoyo general.
- Diagnósticos de entrada/salida al grupo de maestros en capacitación.
- Capacitación teórico-práctica de docentes en la metodología MMM.
- Traducción y edición de manuales.
- Producción y distribución de kits.

Tabla 1. Módulos actuales y sus proyectos⁷

Módulo	Proyecto de Diseño
Materiales compuestos	Caña de pescar fuerte y liviana
Concreto	Teja de techo
Materiales para deportes	Pelota con súper-rebote, golfito
Materiales biodegradables	Dispositivo de liberación de medicinas
Biosensores	Biosensor de colesterol, glucosa
Nanoescalas ⁸	Nano-inducción de géiser

⁷ <http://mwm.cimav.edu.mx>

⁸ <http://www.nclt.us/>

- Visitas de monitoreo y apoyo.
- Diagnósticos de entrada/salida a los alumnos. Encuestas, evaluación de resultados.
- Asimilación de módulos nuevos.
- Definición, formalización y puesta en marcha de la maestría en Educación Científica.
- Difusión del proyecto, gestión de proyectos MMM en otros estados
- Divulgación internacional.

Las Tablas 1 y 2 describen, respectivamente, los módulos en operación y las estadísticas relativas a maestros y estudiantes participantes.

Tabla 2. Estadísticas del proyecto. Años 2005-2010

Ciclo escolar	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010	Total
Maestros capacitados	51	80	81	35	62	309
Alumnos participantes	442	911	1,004	1,506	2,131	5,994

Las Figuras 2 a 9 muestran momentos representativos del trabajo en el Proyecto MMM.

Figura 2. Chihuahua, Mayo 5 de 2005. Encuentro del Prof. R.P.H. Chang con la Secretaría de Educación y Cultura de Chihuahua



De izquierda a derecha: Mtro. Antonio Márquez (Maestro de Química, Evanston Township High School), Dr. Matthew Hsu (Senior Content Developer, MWM Program-NWU), Prof. R.P.H. Chang (MWM Program Director-NWU), Lic. Ma. Guadalupe Chacón Monárrez (Secretaria de Educación y Cultura del Edo. de Chihuahua), Dr. Erasmo Orrantia Borunda (Director Académico de CIMAV), Dr. Luis Fuentes Cobas (Coordinador Técnico del Proyecto MWM-México), Ing. Manuel Gallardo Rodríguez (Director de Educación Media Superior y Superior del Edo. de Chihuahua), Prof. Salomón Maloof Arzola (CEPPEMS-Chihuahua).

Figura 3. Prueba de resistencia de concreto reforzado



Talleres de entrenamiento MMM. Instructor: Dr. Matthew Hsu, Northwestern University. CIMAV, 2005.

Figura 4. Estudiantes experimentando materiales compuestos



Figura 5. Investigando cements



Figura 6. Proyecto de biosensores



Figura 7. Almacén de kits y manuales MMM producidos en Chihuahua



Figura 8. Contenido del kit para el Módulo "Nanoescalas"



Figura 9. Maestría en Educación Científica. Clase práctica sobre “El electrocardiograma”



► Productos entregados

- El sistema MMM se encuentra en operación en todo el estado de Chihuahua. Más de 300 maestros están entrenados en su metodología y prácticamente 6,000 estudiantes lo han cursado.
- Seis módulos han sido traducidos y adaptados. Se cuenta con sus manuales y kits chihuahuenses.
- Se ha creado la maestría en Educación Científica, de la cual se han graduado 39 docentes.
- Se formó la primera generación de maestros MMM en Puebla. Los módulos comienzan a operar allá con estudiantes en este curso 2010-2011. Actualmente se preparan las condiciones para Talleres MMM en Monterrey.

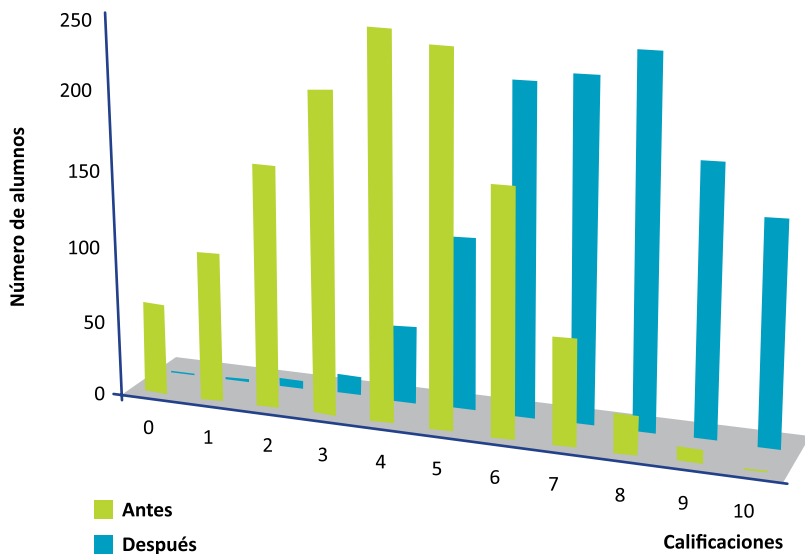
► Conclusiones y/o beneficios obtenidos

Los maestros y las autoridades docentes relacionados con el programa coinciden en que el Programa MMM ha traído los siguientes beneficios:

- Ganancia de conocimientos por parte de los estudiantes. La Figura 10 muestra una comparación típica entre los resultados de evaluaciones “antes” y “después” de los módulos.

- Motivación y actitud hacia la ciencia y la tecnología. Incorporación de estudiantes a carreras de Ciencias e Ingenierías.
- Colaboración interdisciplinaria a nivel de planteles y subsistemas.
- Cambio en estilo de trabajo de los docentes participantes.

Figura 10. Ganancia de conocimientos al cursar los módulos. Resultados de mediciones en planteles



► Agradecimientos

El Proyecto expresa con mucho gusto su reconocimiento a las personas y organizaciones que lo hicieron posible. Especialmente a:

- Prof. R.P.H. Chang y Dr. Matthew Hsu, Northwestern University.
- Lic. María Guadalupe Chacón Monárrez e Ing. Manuel Gallardo Rodríguez, SEC-Chihuahua.
- Dr. Jesús González Hernández y Dr. Erasmo Orrantía Borunda, CIMAV-CONACYT
- Dr. Héctor García Nevárez, FOMIX-Chihuahua.
- Grupo Cementos de Chihuahua, American Industries.

LAS CACTÁCEAS DEL ESTADO DE CHIHUAHUA: TESORO ESTATAL EN PELIGRO DE EXTINCIÓN¹

Toutcha Lebgue K.;² Ricardo Soto C., Óscar Viramontes O., Gustavo Quintana M., Salvador Balderrama C., John Olson G., Ma. Hilen Flores P. y Patricia Castro R.;³ Miroslava Quiñónez M.;⁴ y Enrique Torres M.⁵

► Introducción

Quizás no haya una familia de plantas más mexicana que las cactáceas, las cuales representan un grupo biológico originario del continente americano, que cuenta con 110 a 122 géneros y de 1,500 a 1,600 especies aproximadamente (Powell *et al.*, 2004). Según los mismos autores citados, para México existen alrededor de 48 géneros y 563 especies, mientras que otros autores, como Rzedowski (1992), consideran un número más alto de especies –alrededor de 900–, y Guzmán *et al.* (2003) reconocen 669 especies con 244 subespecies aceptadas, dando un total de 913 *taxa* y agrupados dentro de 63 géneros. Todo lo anterior coloca a México como el país con mayor variedad y riqueza de cactáceas a nivel mundial.

¹ Proyecto FOMIX: CHIH-2006-CO1-57297

Monto aprobado y total: \$160,000.00

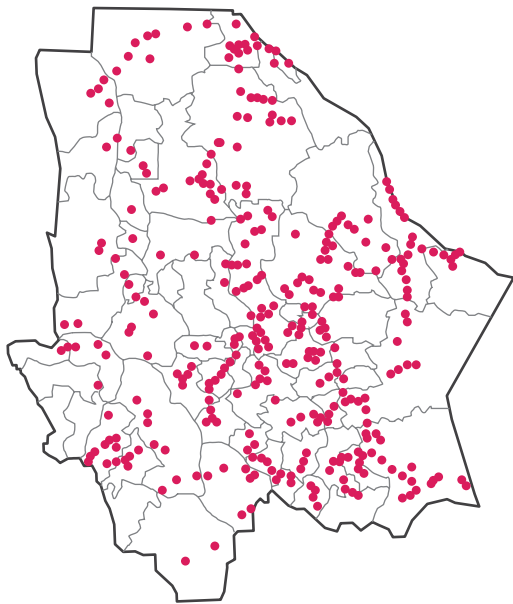
² Responsable del proyecto. Facultad de Zootecnia de la Universidad Autónoma de Chihuahua.

³ Todos ellos, investigadores de la Facultad de Zootecnia de la Universidad Autónoma de Chihuahua.

⁴ Investigadora de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.

⁵ Investigador del Centro de Investigación de Materiales Avanzados (CIMAV).



Figura 1. Recorridos y sitios de observación

El proyecto “Las Cactáceas de Chihuahua: Tesoro Estatal en Peligro de Extinción (Análisis de la Situación Actual)” fue financiado por el Fondo Mixto-CONACYT y el gobierno del estado de Chihuahua, el cual culminó con la publicación de un libro bajo el mismo título. Fue realizado durante un periodo de casi 35 meses de trabajo, tanto de escritorio como de observaciones y colectas de datos en el campo, con el solo objetivo de inventariar las especies de cactáceas en todo el estado. Se recorrió, asimismo, un total de 19, 584 km, recorrido que llevó a los investigadores a los lugares más remotos como el pueblo de Tubares y el ejido “La Guachara” en el municipio de Urique; el Cerro “El Mohinora” del municipio de Guadalupe y Calvo, en el suroeste del estado; la localidad de Moris, del municipio de Moris al oeste, pasando por las minas de la localidad de Ocampo, municipio de Ocampo; a los pastizales mediano abiertos de Janos y los municipios adyacentes de

Casas Grandes y Nuevo Casas Grandes al noroeste y norte, incluyendo Ascensión y Juárez; al pueblo de San Antonio y Ojinaga, como las áreas de Lajitas, en el municipio de Manuel Benavides al este; y al pueblo Laguna de Palomas, sin antes dejar de visitar los extensos tobosales, en el límite con el estado de Durango, en los municipios de Jiménez, Hidalgo del Parral, Villa López y Villa Matamoros, al sur del estado.

Figura 2. *Coryphantha chihuahuensis***Figura 3. *Coryphantha gracilis***

En la parte interior, se recorrieron prácticamente todos los municipios, tanto los de las planicies como los de las mesetas centrales, los extendidos sobre el *piedmont* de la Sierra Madre Occidental, y aquellos cubiertos por los densos bosques siempre verdes de la Alta Tarahumara.

► Trabajo de campo

Para ello, se establecieron alrededor de 450 sitios de observación (Figura 1). Un sitio de observación es un atributo espacial representado por un par de coordenadas UTM (x y), el cual se decidió durante los recorridos a cierta distancia determinada, dependiendo de la heterogeneidad de la vegetación y de las condiciones edáficas, ya que la presencia o ausencia de las cactáceas no sólo es factor de una asociación vegetal, sino también de los tipos de suelo. La información generada en cada sitio de observación consiste en: 1) detección de la presencia de cactáceas incluyendo obviamente el registro de la o las especies, 2) tipo de vegetación según la clasificación del INEGI (2010), 3) altitud o elevación del sitio obtenido por un GPS, y 4) material fotográfico de las cactáceas encontradas, así como la de la comunidad vegetal en el sitio.

► Riqueza de cactáceas en el estado

De los 450 sitios de observación se obtuvieron 2,260 registros de plantas, los cuales, después de un análisis bibliográfico, arrojaron un total de 145 *taxa* consistentes en 123 especies y 22 variedades, más 5 ejemplares que no han sido aún determinados taxonómicamente.

De la superficie total del estado, más de 63% de los *taxa* se localizan en la mitad centro-este, o sea, en los ecosistemas de matorrales y pastizales; 22% en la región de

Figura 4. *Echinocactus parryi*



Figura 5. *Echinocereus adustus*



las barrancas, donde dominan los bosques tropicales caducifolios; y el 15% restante prefiere un ambiente más frío de los bosques templados de la Alta Tarahumara, en la Sierra Madre Occidental.

De los 256 *taxa* (194 especies y 62 variedades) de cactáceas existentes en el desierto chihuahuense (Powell *et al.*, 2004), 145 de ellos (57%) se encuentran en el estado de Chihuahua. En comparación, los estados de Texas y Nuevo México tienen 135 y 88 *taxa* respectivamente, y 221 especies son reportadas en conjunto de los estados mexicanos de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas (Alanís *et al.*, 2008). Paredes *et al.* (2000) reportaron 98 especies del estado de Sonora.

Por su situación geográfica, el estado de Chihuahua comparte también algunas especies con el desierto sonorense, siendo encontrados 22 *taxa* en las partes noroeste, oeste y suroeste de Chihuahua, especialmente en la región de las barrancas y las sierras norteñas que colindan con los límites de los estados de Nuevo México, Sonora y Arizona.

El listado completo, junto con la descripción de cada una de las especies documentadas, se localiza en el libro *Cactáceas de Chihuahua: Tesoro estatal en peligro de extinción*, editado y publicado en 2010.

Las cinco especies no identificadas incluyen dos especies del género *Coryphantha*, dos de *Mammillaria* y una de *Echinocereus*.

Cactáceas endémicas y raras del estado

Las cactáceas endémicas y raras representan un grupo de cactus que, por tener una distribución restringida en áreas específicas del territorio o por ser escasas, son muy difíciles de encontrar en el medio natural, y como tal merecen una atención especial

Figura 6. *Echinomastus mariposensis*



Figura 7. *Mammillaria barbata*



en cuanto a las actividades de aprovechamiento de los recursos naturales, así como aquellas que involucran un cambio de uso de suelo.

Asimismo, y en primera instancia, se encuentra el grupo de la Norma Oficial Mexicana. Del total de las especies localizadas en el estado, 20 (16%) de ellas están enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2001 (DOF, 2001), con algún tipo de estatus: amenazada (A), rara (R), en peligro de extinción (P), protección especial (Pr) y endémica (*). México tiene 35% de sus especies en estatus de riesgo (UAT, 2008). El Cuadro 1 reporta el listado de esas especies protegidas por las leyes mexicanas. Cabe hacer resaltar aquí que el Convenio sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestres (CITES), una entidad de la Organización de las Naciones Unidas en donde participan 123 países, incluye a todas cactáceas en su Apéndice II, el cual hace referencia a “especies que no están necesariamente amenazadas de extinción, pero que podrían llegar a estarlo, a menos que se controle estrictamente su comercio” (CITES, 2009).

Cuadro 1. Especies en la NOM-059-SEMARNAT- 2001

Especie	Estatus
<i>Coryphantha posegeriana</i>	Endémica (A)
<i>Coryphantha ramillosa</i>	No Endémica (A)
<i>Coryphantha echinus var. robusta</i>	Endémica
<i>Coryphantha gracilis</i>	Endémica y rara
<i>Echinocactus parryi</i>	Endémica (A)
<i>Echinocereus stoloniferus</i>	Endémica (Pr)
<i>Echinocereus subinermis</i>	Endémica (Pr)
<i>Echinomastus intertextus</i>	Endémica (A)
<i>Echinomastus unguispinus</i>	No Endémica (A)
<i>Echinomastus warnockii</i>	No Endémica (Pr)
<i>Epithelantha bokei</i>	No Endémica (A)
<i>Epithelantha micromeris</i>	No Endémica (Pr)
<i>Ferocactus haematacanthus</i>	Endémica (Pr)
<i>Glandulicactus uncinatus</i>	Endémica (A)
<i>Mammillaria barbata</i>	Endémica y rara
<i>Mammillaria senilis</i>	Endémica (A)
<i>Opuntia polyacantha var. arenaria</i>	Endémica (Pr)
<i>O. polyacantha var. trichophora</i>	Endémica
<i>Opuntia pottsii</i>	Endémica
<i>Peniocereus greggii</i>	No Endémica (Pr)
<i>Stenocactus multicostatus</i>	Endémica

En segundo lugar, se encuentran las endémicas. De éstas, Chihuahua presenta un número bastante apreciable, ya que 26 especies del total (21%) son endémicas en el estado o comparten áreas adyacentes con otros estados vecinos como Sonora, Sinaloa, Durango, Coahuila, Texas, Nuevo México o Arizona (Cuadro 2). México tiene un endemismo de 65% reportado para estas plantas.

Cuadro 2. Especies de cactáceas endémicas de Chihuahua y áreas adyacentes	
Especie	Especie
<i>Coryphantha chihuahuensis</i>	<i>Mammillaria bocensis</i>
<i>Coryphantha compacta</i>	<i>Mammillaria canelensis</i>
<i>Coryphantha gracilis</i>	<i>Mammillaria lindsayi</i>
<i>Echinocactus parryi</i>	<i>Mammillaria longiflora</i>
<i>Echinocereus adustus</i>	<i>Mammillaria marksiana</i>
<i>Echinocereus palmeri</i>	<i>Mammillaria montensis</i>
<i>Echinocereus stoloniferus</i>	<i>Mammillaria saboe</i>
<i>Echinocereus subinermis</i>	<i>Mammillaria santaclarensis</i>
<i>Echinomastus intertextus</i>	<i>Mammillaria senilis</i>
<i>Echinomastus mariposensis</i>	<i>Mammillaria standleyi</i>
<i>Echinomastus warnockii</i>	<i>Opuntia polyacantha var. arenaria</i>
<i>Mammillaria auritricha</i>	<i>Opuntia polyacantha var. trichophora</i>
<i>Mammillaria barbata</i>	<i>Opuntia pottsii</i>

En el tercer sitio, las endémicas y raras exclusivas: se identifican en el Cuadro 3 en el que se reportan las 9 especies (7% del total del estado) que tienen presencia y distribución restringida estrictamente en Chihuahua, lo que las transforma en especies raras, como

Figura 8. *Mammillaria lindsayi*



Figura 9. *Mammillaria santaclarensis*



han reportado diferentes autores: Bravo *et al.*, (1991); Britton y Rose (1963); Corbett (2006); Craig (1945); Dicht y Luthy (2005); Powell y Weedin (2004), Pilbeam (1980) y Taylor (1985). Aquí se enlista cada una de estas especies junto con su área de distribución y una ilustración de ellas.

Cuadro 3: Especies de cactáceas endémicas y raras del estado de Chihuahua	
Especies	Distribución en el estado
<i>Coryphantha chihuahuensis</i> (Figura 2)	Sierras y áreas adyacentes alrededor de la ciudad de Chihuahua.
<i>Coryphantha gracilis</i> (Figura 3)	Restringida en las mesetas centrales de los municipios de Valle de Rosario, El Tule, Carichi, Cuauhtémoc, etc.
<i>Echinocactus parryi</i> (Figura 4)	Matorrales de médanos de Samalayuca en el municipio de Juárez.
<i>Echinocereus adustus</i> (Figura 5)	Mesetas centrales por Belisario Domínguez, Nonoava, San Fco. de Borja.
<i>Echinomastus mariposensis</i> (Figura 6)	Matorrales desérticos micrófilos de Villa López, Jiménez, Valle Coronado y Camargo.
<i>Mammillaria barbata</i> (Figura 7)	Sólo encontrada en los bosques de pino-encino de los municipios de Temósachi y Urique.
<i>Mammillaria lindsayi</i> (Figura 8)	Bosque de pino-encinos en los municipios de Ocampo, Moris, Chínipas y Urique.
<i>Mammillaria santaclarensis</i> (Figura 9)	Exclusivo del bosque de pino-encinos del Cañón de Santa Clara en el municipio de Namiquipa.
<i>Opuntia polyacantha</i> var. <i>arenaria</i> (Figura 10)	Matorrales de los médanos de Samalayuca en el municipio de Juárez.

Figura 10. *Opuntia polyacantha* var. *arenaria*



Figura 11. *Mammillaria montensis*



Finalmente, se encuentran las especies no enlistadas en la norma: este inventario permitió detectar la existencia de 7 especies de cactáceas en el territorio estatal que aún no han sido incluidas en la Norma 059, ya que su distribución abarca superficies muy pequeñas, específicas y restringidas en el estado. El Cuadro 4 hace mención de cada una de ellas junto con una breve descripción de su ubicación.

Cuadro 4. Especies de cactáceas no consideradas en la NOM-059-SEMARNAT-2001	
Especies	Localidad en el estado
<i>Coryphantha chihuahuensis</i>	Municipio de Chihuahua y áreas adyacentes
<i>Mammillaria auritricha</i>	Reportada por Craig (1945) para el suroeste del estado
<i>Mammillaria canelensis</i>	Municipios del suroeste del estado
<i>Mammillaria lindsayi</i>	Municipios del suroeste del estado
<i>Mammillaria montensis</i> (Figura 11)	Municipios del límite con el estado de Sonora
<i>Mammillaria parensis</i>	Municipios de Jiménez, Camargo y Manuel Benavides con límites con Coahuila
<i>Mammillaria santaclarensis</i>	Municipio de Namiquipa

Se sugiere, asimismo, realizar estudios rigurosos de tipo biogeográfico y genético para documentar cada una de estas especies y determinar las causas por las cuales no han sido incluidas en la Norma, o de lo contrario, si fue una omisión por falta de información pertinente y fidedigna sobre su distribución, legitimidad genética o su abundancia, para proponer –si así lo amerita– su inclusión en dicha Norma.

► Conclusión

Si bien existen algunas publicaciones nacionales e internacionales que mencionan las cactáceas del estado de Chihuahua, el proyecto “Las Cactáceas del Estado de Chihuahua: Tesoro Estatal en Peligro de Extinción (Análisis de la Situación Actual)”, el cual ya resultó en un libro, aporta una información de gran relevancia para el estado de Chihuahua, la cual puede ser usada por los tomadores de decisión para generar, elaborar e implementar diversos programas de manejo, aprovechamiento sustentable y de conservación de las especies. Es de especial interés la localización de las especies en los municipios, así como la especificación de los tipos de hábitat en donde se desarrollan. Cabe mencionar también que el proyecto contribuyó en la formación de recursos humanos, con dos estudiantes de licenciatura titulados y dos de maestría graduados.

Referencias bibliográficas

Alanís, F. G.J. & C.G.Velazco M. (2008). "Importancia de las cactáceas como recurso natural en el noreste de México". *Ciencia UANL*. Vol. XI (001). Monterrey, Universidad Autónoma de Nuevo León.

Bravo H., H. & H. Sánchez M. (1991a). *Las cactáceas de México*. Vol. II. México, Universidad Nacional Autónoma de México.

Britton, N.L. & J.N. Rose (1963). *The Cactaceae: Descriptions and Illustrations of Plants of the Cactus Family*. Vol. I-IV. New York, Dover Publications.

Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES), (2009). Apéndice II. Consultada en: www.cites.org/esp/index.shtml el 25 de enero de 2001.

Corbett, T.L. (2006). *Echinocereus Index*. Consultado en: <http://www.echinocereus.de/index/index1.htm> el 15 de agosto de 2009.

Craig, R.T. (1945). *The Mammillaria Handbook*. Pasadena, Abbey Garden Press.

Diario Oficial de la Federación (DOF), (2001). Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT; Diario Oficial 2001. México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Dicht, R.F. & A.D. Luthy (2005). *Coryphantha*. Berlin, Springer-Verlag Berlin.

Guzmán, U., S. Arias y P. Dávila (2003). *Catálogo de cactáceas mexicanas*. México, UNAM-CONABIO.

INEGI (2007). "Mapa de Chihuahua". Consultado en: www.inegi.gob.mx/inegi/default.asp?e=08 el 20 de noviembre de 2009.

Paredes, R. A., T. R. Van Devender & R. S. Felger (2000). *Cactáceas de Sonora, México: Su diversidad, uso y conservación*. Tucson, Arizona-Sonora Desert Press.

Pilbeam, J. (1980). *Mammillaria: A Collector's Guide*. New York, Universe Books.

Powell A.M. & J.F. Weedon (2004). *Cacti of the Trans-Pecos and Adjacent Areas*. Lubbock, Texas Tech University Press.

Rzedowski, J. (1992). "Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México", en *La diversidad biológica de Iberoamérica*. Vol. I. Compilación de Gonzalo Halffter. Acta Zoológica Mexicana (n.s.) Volumen especial. México.

Taylor, N.P. (1985). *The Genus Echinocereus*. London, The Royal Botanical Garden.

Universidad Autónoma de Tamaulipas (UAT) (2008). "La cooperación internacional como estrategia reguladora de cactáceas en peligro de extinción: Situación de las cactáceas en México". Consultado en: <http://www.turevista.uat.edu.mx/N%FAmero%204/4-cactus-s.htm> el 20 de enero de 2010.



CONSERVACIÓN DE GERMOPLASMA MEXICANO DE CHILE JALAPEÑO, PRODUCCIÓN DE HÍBRIDOS Y ACONDICIONAMIENTO DE SU SEMILLA PARA EL INCREMENTO DE LA COMPETITIVIDAD DEL SISTEMA-PRODUCTO CHILE EN EL ESTADO DE CHIHUAHUA¹

Armando Segovia Lerma, Jesús Muñoz Tavárez y Federico Villarreal Guerrero²

► Introducción

El cultivo de chile jalapeño es de gran importancia para el estado de Chihuahua, pues anualmente se establecen alrededor de 20 mil hectáreas, las cuales –con un rendimiento medio de 25 ton/ha– producen alrededor de 500 mil toneladas. Esto ha colocado a Chihuahua como el principal estado productor de esta hortaliza durante los últimos diez años.

Uno de los principales problemas que limitan su producción es la falta de materiales genéticos mexicanos, pues actualmente las variedades o híbridos empleados comercialmente por productores chihuahuenses, todos son de origen estadounidense. Esto pro-

¹ Proyecto FOMIX: CHIH-2008-C01-93613

Monto aprobado: \$520,000.00

Aportaciones concurrentes: \$800,000.00

Monto total: \$1,320,000.00

² De Semillas Tierra Blanca, SA de CV.



voca: 1) Dependencia tecnológica del extranjero en el uso de semillas de variedades mejoradas; 2) Fuga anual de divisas por alrededor de 352 millones de pesos por concepto de importación de semilla, cuando toda la superficie estatal establecida con jalapeño emplea semilla extranjera; 3) Alto costo de la semilla importada, pues si ésta se produjera regionalmente en Chihuahua, podría obtenerse con 10% del costo de la semilla extranjera; y 4) Baja disponibilidad de la semilla importada en el momento oportuno para su siembra.

Con la ejecución del presente trabajo de investigación se pretende eliminar la problemática anteriormente descrita mediante la determinación de efectos de heterosis, así como de patrones heteróticos entre los diferentes subtipos o subrazas de chile jalapeño, consideradas como nativas de nuestro país. Ello permitirá determinar estrategias de mejoramiento genético por hibridación que conduzcan a la obtención de híbridos de alto comportamiento. Asimismo, líneas de primera generación de autofecundación, en el presente trabajo, podrán ser derivadas como progenitores para la posterior obtención de híbridos de alto rendimiento, con base en los resultados a obtener en relación a patrones heteróticos entre los subtipos o subrazas de jalapeño.

► **Demanda estatal específica**

El proyecto atendió la problemática relacionada con la falta de variedades mexicanas de chile jalapeño en el estado de Chihuahua, la dependencia tecnológica del extranjero en el uso de semillas mejoradas y la fuga anual de divisas por concepto de importación de la semilla extranjera.

► **Objetivo general**

Determinar patrones heteróticos y efectos de aptitud combinatoria general y específica en cruzamientos realizados entre poblaciones de tres subrazas y una variedad de chile jalapeño para definir estrategias de mejoramiento genético en el estado de Chihuahua.

Objetivos particulares

- Evaluar el rendimiento de ocho progenitores criollos y una variedad mejorada de chile jalapeño y sus 36 cruzamientos directos simples posibles.
- Estimar efectos de aptitud combinatoria y patrones de heterosis.
- Derivar líneas seleccionadas de primera generación endogámica.
- Determinar estrategias de mejoramiento genético para la obtención de híbridos de chile jalapeño de alto rendimiento.

► Desarrollo del proyecto

1. Localización geográfica

El presente trabajo de investigación fue realizado en el municipio de Rosales, en lo referente al establecimiento de lotes de selección y derivación de líneas endogámicas, y en el municipio de Meoqui, Chihuahua, en lo referente a la evaluación de los progenitores y sus cruas dialélicas. Estos municipios se encuentran localizados entre los 28° 27' y 27° 22' latitud Norte y entre los 103° 17' y 105° 55' longitud Oeste, a una altura media de 1165 msnm y con un clima BWhw(w), García (1981).

2. Material genético

El material genético experimental empleado en el presente estudio lo constituyen ocho colectas de chile jalapeño criollo, obtenidas en 2007 en lotes de productores del estado de Veracruz, y una variedad norteamericana empleada comercialmente. Las poblaciones criollas serán denominadas Típico 1, Típico, Candelaria 1, Candelaria 2, Candelaria 3, Espinalteco 1, Espinalteco 2 y Espinalteco 3; asimismo, la variedad comercial será denominada Variedad Norteamericana.

3. Establecimiento de lotes de derivación de líneas endogámicas

El establecimiento de los lotes de selección y derivación de líneas endogámicas fue realizado en localidad de Nueve Milpas, con colindancia con los municipios de Meoqui y Rosales, ambos en el estado de Chihuahua. Las subrazas Típico, Espinalteco y Candelaria fueron establecidas en un lote de aproximadamente dos hectáreas, durante el mes de junio de 2007 por el sistema de trasplante.

Al momento del primer corte, plantas identificadas como superiores, con base en su producción y características de planta y fruto, fueron cosechadas y sus flores abiertas fueron eliminadas, dejando únicamente botones florales cerrados. Acto seguido, tales plantas fueron cubiertas con una estructura con tela "velo de novia" para el control de su autopolinización. Las plantas así autopolinizadas fueron cosechadas cuando produjeron los frutos de su segundo corte, permitiendo que éstos alcanzaran un estado de madurez de rojo macizo con semillas viables. Las semillas de los frutos cosechados de cada planta autopolinizada fueron extraídas, puestas a secar y guardadas en sobres de papel Manila, siendo así consideradas individual e independientemente como líneas de primera generación endogámica. En total, de los subtipos Típico, Espinalteco y Candelaria, 125 líneas endogámicas fueron derivadas durante el mes de septiembre.

4. Cruzamientos entre poblaciones criollas de las subrazas de jalapeño

Semilla de distintas poblaciones criollas por cada uno de los tres subtipos de jalapeño, así como semilla de la variedad norteamericana fueron establecidas en invernadero en charolas con sustrato, durante el mes de septiembre de 2007. La plántula obtenida de ocho poblaciones criollas, que incluyen los tres subtipos, así como la de la variedad extranjera, fueron trasplantadas a los 60 días a macetas en el invernadero. Durante el mes de enero de 2008, durante la etapa de floración, fueron realizados los cruzamientos programados entre los nueve progenitores, los ocho criollos y la variedad extranjera, practicándose todas las 36 cruza simples directas posibles entre ellos. Durante el mes de marzo de 2008, se cosecharon frutos rojos de todas las cruza, extrayéndose su semilla para su posterior establecimiento en campo para evaluar su rendimiento y determinar efectos de aptitud combinatoria general para los progenitores, así como la heterosis para los 36 híbridos. De este modo, poder determinar, por un lado, patrones heteróticos entre los progenitores y, por otro, estrategias de mejoramiento genético que conduzcan a la obtención de híbridos de alto rendimiento.

5. Evaluación de progenitores y cruza

Los nueve progenitores y sus 36 híbridos fueron evaluados en la localidad de Meoqui, empleando el diseño de bloques completos aleatorizados con tres repeticiones. El tamaño de la unidad experimental fue de cuatro surcos de 5m de longitud por 0.90m de ancho. El rendimiento fue cuantificado en cada parcela y su valor transformado a ton/ha. Adicionalmente, las 125 líneas de primera generación endogámica fueron establecidas en un surco de 10m de longitud x 0.90m de ancho para practicar la selección visual de las 5 líneas superiores en cada progenitor veracruzano.

6. Análisis estadístico

El rendimiento de campo de progenitores y cruza fue analizado por análisis de varianza estándar, es decir, ignorando el arreglo dialélico, empleando el modelo de análisis del diseño de bloques completos aleatorizados. Se practicó la prueba de separación de medias, empleando el estadístico de Tukey con $p=0.05$.

La heterosis respecto al progenitor medio fue calculada al comparar el promedio del híbrido contra el valor medio de sus dos progenitores, expresándose en porcentaje relativo al propio valor medio de los progenitores. La heterosis con respecto al progenitor superior se calculó al comparar el promedio del híbrido contra el valor del progenitor superior, expresándose en porcentaje relativo al valor del propio progenitor superior. La significan-

cia estadística de los valores de heterosis, para ambos casos, fue calculada empleando la técnica de contrastes ortogonales, descrita por Martínez-Garza (1989).

Adicionalmente, el rendimiento fue analizado empleando el modelo del Diseño 2 de Griffing (Martínez-Garza, 1983), estimándose también los efectos de aptitud combinatoria general para cada progenitor.

► Resultados

1. Análisis de varianza estándar

En el Cuadro 1 se presenta los cuadrados medios del análisis de varianza ignorando el arreglo en cruzamientos dialélicos de los tratamientos (análisis estándar). Los factores Repeticiones y Genotipos produjeron efectos altamente significativos ($p = 1\%$) sobre el rendimiento. El resultado descrito para Repeticiones indica la eficiencia del diseño experimental empleado para explicar las diferencias existentes en el material experimental. La significancia observada para el factor Genotipos indica una diferencia para la expresión genotípica existente entre los tratamientos experimentales, que incluyeron a los progenitores y sus cruzamientos. El valor del coeficiente de variación resultó muy aceptable, lo que indica una buena elección del diseño experimental empleado, un adecuado tamaño de muestra, así como una buena conducción experimental y toma de datos.

Cuadro 1. Cuadrados medios del análisis de varianza para el rendimiento (ton/ha) de nueve progenitores de chile jalapeño y sus cruza simples directas posibles. Meoqui, 2008

Factor (gl)	Repeticiones (2) (44)	Genotipos (88)	Error	(CV)
	6.80**	190.4**	1.39	4.94
** Significativo con $p = 0.01$				

2. Análisis de medias

En el Cuadro 2 se presentan los promedios del rendimiento de los nueve progenitores de chile jalapeño y sus 36 híbridos. Los progenitores de origen veracruzano exhibieron en general un comportamiento inferior al comportamiento del progenitor norteamericano (VN), pues todos ellos presentaron un rendimiento estadísticamente inferior a este último. Ello indica que las colectas de los progenitores, realizada en el estado de Vera-

cruz durante 2007, produjeron poblaciones con inadaptación inicial a las condiciones ambientales del centro-sur del estado de Chihuahua. Espinalteco 1, sin embargo, exhibió el mayor grado de adaptación, al presentar el más alto valor de rendimiento observado entre los ocho progenitores veracruzanos, el cual se clasificó en el segundo grupo estadístico, indicando, por un lado, la gran riqueza en cuanto a variabilidad genética existente en los subtipos, y, por otro, que la colecta Espinalteco 1 puede ser empleada en programas de mejoramiento genético a más corto plazo que el resto de ellas. En relación con los híbridos evaluados, tres de ellos –Típico 2 x Espinalteco 1, Candelaria 3 x Variedad Norteamericana y Espinalteco 1 x Variedad Norteamericana– presentaron el rendimiento agrupado estadísticamente como superior en el estudio, al igual que la variedad norteamericana. Ello indica que, no obstante el pobre comportamiento per se de los progenitores veracruzanos recién introducidos, algunos de ellos se complementaron bien en cruzamiento con la variedad norteamericana, debido a un efecto de heterosis o vigor híbrido.

Cuadro 2. Promedios del rendimiento (ton/ha) de nueve progenitores (diagonal) de chile jalapeño y sus 36 cruzas directas simples posibles (arriba de la diagonal). Meoqui, 2008

	T1	T2	C1	C2	C3	E1	E2	E3	VN
T1	26.0 fgh	26.8 efgh	26.0 fgh	20.64 klmnop	25.85 fghi	26.67 efgh	18.0 nopqrs	20.0 lmnop	32.6 bcd
T2		27.6 efgh	19.2 mnopqr	21.4 jklmn	28.8 def	39.12 a	21.12 jklmn	24.6 ghij	32.0 bcd
C1			16.88 opqrst	18.0 nopqrs	22.0 ijklm	30.0 cde	15.6 qrstu	16.8 qrstu	32.8 bc
C2				15.27 rstu	18.0 nopqrs	24.4 ghijk	12.64 uvw	15.0 stu	20.0 lmnop
C3					25.7 fghi	34.80 b	18.60 mnopqrs	20.80 jklmno	42.0 a
E1						34.0 b	22.0 ijklm	28.0 efg	40.0 a
E2							10.0 w	10.2 vw	19.4 mnopq
E3								14.0 tuv	23.68 hijkl
VN									39.2 a

a, b, ... , w : agrupan promedios estadísticamente iguales

DSH (0.05) = 3.946

T: Típico; C: Candelaria; E: Espinalteco; VN: Variedad Norteamericana

3. Heterosis

En el Cuadro 3 se presentan, para cada híbrido, los valores de heterosis expresados en porcentaje con respecto al valor del progenitor medio (arriba de la diagonal) y con respecto al progenitor superior (debajo de la diagonal). En relación con la heterosis respecto al progenitor medio, al comparar los resultados obtenidos para las cruzas entre los ocho progenitores veracruzanos, se observa que valores porcentuales altos corresponden a los híbridos donde participan las tres poblaciones –Típico, Candelaria y Espinalteco–, lo que indica que los tres progenitores produjeron, en general, híbridos en los que contribuyeron con complementos que generaron efectos heteróticos. Al comparar la heterosis entre todas las cruzas ensayadas, resulta sobresaliente el híbrido C3 x VN –con el valor más alto de heterosis respecto al progenitor medio–, siendo además la única craza con exhibición de heterosis positiva y significativa con respecto al progenitor superior. Cabe señalar que esta craza presentó el más alto rendimiento en el estudio (Cuadro 2). Sobresalen también T2 x E1 y E1 x VN, las que además de presentar heterosis significativa, produjeron híbridos de alto rendimiento (Cuadro 2). Otras cruzas con exhibición de heterosis respecto al progenitor medio son T1 x C1, T2 x E2, T2 x E3, C1 x C2, C1 x E1, C1 x E2, C1 x VN, C3 x E1 y E1 x E3.

Cuadro 3. Heterosis (%) con respecto al progenitor medio (arriba de la diagonal) y progenitor superior (debajo de la diagonal) de 36 híbridos de chile jalapeño. Meoqui, 2008

	T1	T2	C1	C2	C3	E1	E2	E3	VN
T1		0.0	21.2*	-0.2	0.2	-11.0*	0.0	0.0	0.0
T2	-2.9		-13.7*	-0.2	8.1*	26.9*	12.2*	18.3*	-4.2*
C1	0	-30.4		11.8*	3.3	17.9*	16.0*	8.7	16.9*
C2	-20.8	22.5	6.5		-12.2*	-1.0	-0.4	2.4	-26.6*
C3	-0.4	4.3	-14.4	-30.0		16.6*	4.2	4.8	29.4*
E1	-21.5	15.0	-11.8	-28.2	2.4		0	16.7*	9.3*
E2	-30.8	-23.6	-7.7	-17.6	-27.6	-35.3		-15.0	-21.1
E3	-23.1	-10.9	-0.6	-2.0	-19.1	-17.6	-27.1		-10.9
VN	-16.8	-18.4	-16.3	-49.0	7.1*	2.0	-50.5	-39.5	

*: significativo con $p = 0.05$

T: Típico; C: Candelaria; E: Espinalteco; VN: Variedad Norteamericana

Los híbridos que produjeron heterosis negativa y significativa con respecto al progenitor medio, para los casos de cruzas entre mismo subtipo o subraza, indican efectos de depresión por endogamia, mientras que en los casos de cruzas entre distintos subtipos o subrazas puede ser explicada por el hecho de haberse observado en los progenitores mezclas genéticas de un subtipo con otro para características de fruto y pubescencia en ramas,

dado que tales colectas realizadas con productores veracruzanos han pasado en sus manos durante muchas generaciones, realizándose la siembra de subtipos distintos, incluso en un mismo lote, permitiéndose la libre polinización natural entre ellos.

4. Aptitud combinatoria

En el Cuadro 4 se observan los resultados del análisis de varianza con estructura dialélica, al emplear el Diseño 2 de Griffing (Martínez-Garza, 1983). La variación significativa observada entre las cruzas se atribuyó en gran medida a efectos de aptitud combinatoria general, explicada por efectos genéticos aditivos y, en mucho menor medida, a efectos genéticos no aditivos, los cuales están directamente relacionados con los efectos de heterosis ya revisados. Esto indica que en las poblaciones progenitoras empleadas en el estudio se incluyen algunas que pueden ser utilizadas en programas de mejora genética del rendimiento, basados tanto en la Selección Recurrente como en la Hibridación.

Cuadro 4. Análisis de varianza dialélico del rendimiento de progenitores y cruzas de chile jalapeño. Meoqui, 2008

FV	GL	SC	CM	Fc
REPETICIONES	2	13,60	6,80	4,86*
CRUZAS	44	8378,74	190,42	136,01*
ACG	8	7368,45	921,06	657,90*
ACE	36	1010,29	28,06	20,05*
ERROR	88	122,98	1,40	
TOTAL	134	8515,32	CV =	4,94%

(*) Significativo al 1% ($\alpha=0.01$). ACG y ACE son las componentes de Aptitud Combinatoria General y Específica

En el Cuadro 5 se presentan los efectos genéticos de aptitud combinatoria general para los nueve progenitores empleados en el presente estudio. Espinalteco 1 y la Variedad Norteamericana resultaron los progenitores con los más altos efectos de aptitud combinatoria general, por lo que representan los dos progenitores recomendados para ser utilizados en programas de Selección Recurrente, que bien puede ser en la modalidad de Selección Recurrente Recíproca, dado que en cruce produjeron un rendimiento híbrido clasificado en el primer grupo de separación estadística de medias.

Cuadro 5. Efectos de aptitud combinatoria general (ACG) de nueve progenitores de chile jalapeño. Meoqui. 2008

Progenitor	ACG
Típico 1	0.855
Típico 2	2.645
Candelaria 1	-2.271
Candelaria 2	-5.320
Candelaria 3	2.100
Espinalteco 1	6.712
Espinalteco 2	-7.417
Espinalteco 3	-4.733
Variedad Norteamericana	7.430

5. Selección visual de líneas endogámicas

De las 125 líneas endogámicas derivadas por selección durante el ciclo anterior en los progenitores veracruzanos y evaluadas en el presente ciclo, se seleccionaron visualmente, con base en rendimiento, las cinco superiores en cada subtipo o subraza incluidos en el presente estudio. Se recomienda, en un ciclo de mejora siguiente, realizar cruzamientos empleando una o más líneas superiores de los subtipos identificados, produciendo híbridos superiores con la Variedad Norteamericana.

► Discusión

La evaluación en el estado de Chihuahua de las poblaciones criollas de chile del progenitor norteamericano, así como de los 36 híbridos resultantes del cruzamiento entre ellas, recolectadas durante 2007 en el estado de Veracruz, produjo resultados que indican lo siguiente: 1. El germoplasma de chile jalapeño empleado en el estudio incluye una rica expresión de variación genética, que puede ser empleada en programas de mejoramiento genético a corto, mediano y largo plazo, basados en la Selección Recurrente y la Hibridación; 2. No obstante el menor rendimiento de los progenitores de origen veracruzano respecto del progenitor norteamericano, indicativo de inadaptación local inicial, dos híbridos producto del cruzamiento progenitor veracruzano x progenitor norteamericano produjeron, debido a efectos de heterosis, el más alto rendimiento en el presente estudio, en conjunto con el rendimiento per se de la variedad comercial norteamericana. Esto conlleva a recomendar el empleo de la Selección Recurrente

en poblaciones veracruzanas para producir material con mayor adaptación local y de más alto rendimiento, consecuentemente, para aprovechar con mayor eficiencia, en cruzamientos posteriores, la heterosis producto de su combinación con el progenitor norteamericano.

La alta expresión de heterosis mostrada por el híbrido Típico 2 x Espinalteco 1 (Cuadro 3) contribuyó sustancialmente en la producción de un alto rendimiento, clasificado en el más alto grupo de separación estadística, pues en este caso los progenitores exhibieron un rendimiento *per se* muy bajo (Cuadro 2).

Los resultados obtenidos para el análisis dialélico de las cruzas (Cuadro 4) indican que la rica variación genética presente en el germoplasma evaluado está compuesta principalmente de variación genética aditiva, aprovechable en programas de Selección Recurrente, y, en menor grado, de variación genética no aditiva, aprovechable en programas de Hibridación. Los más altos efectos de aptitud combinatoria general observados para los progenitores Espinalteco 1 y Variedad Norteamericana (Cuadro 5) sugieren, para mejoramiento del rendimiento, su empleo en programas de Selección Recurrente empleando el método de Selección Recíproca Recurrente, dado que adicionalmente ambos progenitores produjeron en cruzamiento un rendimiento híbrido clasificado dentro del grupo de más alta separación estadística.

Conclusiones

1. El análisis de varianza estándar produjo diferencias altamente significativas ($p = 0.01$) para el factor Genotipos.
2. Los genotipos superiores en rendimiento resultaron los híbridos obtenidos mediante las cruzas Candelaria 3 x Variedad Norteamericana, Espinalteco 1 x Variedad Norteamericana, Típico 2 x Espinalteco1, así como la Variedad Comercial Norteamericana.
3. Los híbridos con mayor expresión de heterosis significativa fueron Candelaria 3 x Variedad Norteamericana, Espinalteco 1 x Variedad Norteamericana, Típico 2 x Espinalteco1.
4. El análisis de varianza dialélico indicó que el germoplasma de chile jalapeño evaluado exhibió una fuerte variación genética para rendimiento, que fue explicada principalmente por efectos de aptitud combinatoria general y de aptitud combinatoria específica.

5. Los progenitores con mayor expresión de aptitud combinatoria general fueron Espinalteco 1 y Variedad Norteamericana, para los que se recomienda el mejoramiento por Selección, empleando el método de selección recíproca recurrente, dado que exhibieron, en cruce, una alta expresión de heterosis y rendimiento.
6. En general, se recomienda el mejoramiento recurrente para adaptación y rendimiento de las poblaciones criollas veracruzanas de chile jalapeño estudiadas en el presente estudio, previo a su empleo en programas de Hibridación con progenitores adaptados localmente, como el progenitor Variedad Norteamericana.

Productos entregables

Se entregó un informe técnico final de investigación.





COAHUILA

IMPORTANCIA DE LA PROPORCIÓN DE MACHOS CON RELACIÓN AL NÚMERO DE HEMBRAS SOMETIDAS AL EFECTO MACHO¹

José Alfredo Flores Cabrera,² Gerardo Duarte Moreno y José Alberto Delgadillo Sánchez

► Introducción

En la Comarca Lagunera los caprinos locales explotados tanto intensiva como extensivamente, manifiestan variaciones estacionales de su actividad reproductiva (Delgadillo *et al.*, 1997; Duarte *et al.*, 2008; Delgadillo *et al.*, 1999). En los machos, el periodo de reposo sexual se presenta de enero a abril (Delgadillo *et al.*, 1999), mientras que en las hembras, el periodo de inactividad sexual ocurre de febrero a julio (Duarte *et al.*, 2008). La existencia de una estacionalidad reproductiva provoca que tanto la producción de leche como de cabrito se reduzca a ciertas épocas del año. Por ejemplo, en la Comarca Lagunera alrededor de 80% de los partos ocurren de diciembre a febrero, lo cual ocasiona una alta mortalidad de las crías al nacer durante el invierno y una estacionalidad en la producción de cabrito y de la leche, principales fuentes de ingresos

¹ Proyecto FOMIX: COAH-2002-C01-4220

Monto aprobado: \$239,000.00

Aportaciones concurrentes: \$50,000.00

Monto total: \$289,000.00

² Los tres autores pertenecen al Centro de Investigación en Reproducción Caprina, Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", Torreón, Coahuila.



de los productores. Los métodos disponibles para inducir la actividad sexual en los caprinos a base de hormonas (progestágenos y eCG) no están al alcance de la mayoría de los productores debido a su elevado costo y difícil aplicación.

Una alternativa es la utilización del efecto macho. Esta técnica barata y fácil de utilizar en la mayoría de los rebaños, consiste en la introducción de machos dentro de un grupo de hembras anovulatorias (Walkden-Brown *et al.*, 1999; Flores *et al.*, 2000; Delgadillo *et al.*, 2009). En la Comarca Lagunera la limitante para utilizar el efecto macho durante el periodo de inactividad sexual es que las cabras se estimulan únicamente cuando se introducen machos sexualmente activos, lo cual es posible mediante el tratamiento de días largos artificiales seguidos de días cortos naturales o bien únicamente días largos. En efecto, la respuesta de las hembras estimuladas con los machos tratados con días largos es superior (entre 80 y 100% de estros y ovulaciones) a la obtenida con machos en reposo sexual (alrededor de 3% de estros y ovulaciones; Flores *et al.*, 2000).

En la mayoría de estos estudios sobre efecto macho se ha utilizado con éxito una relación de un macho por cada 10 hembras, y han sido confinados en pequeños espacios (3 x 5 mts). Esto ha permitido una buena interacción entre machos y hembras y, por lo tanto, una mayor estimulación de las hembras. Sin embargo, no se conoce si la respuesta pueda ser la misma utilizando un mayor número de hembras por macho. Por ello, es necesario determinar el número óptimo de hembras que pueden ser estimuladas por un macho cuando se realiza el efecto macho.

► **Demanda específica que atiende el proyecto a nivel estatal o municipal**

Desarrollo tecnológico.

► **Objetivo general**

Determinar la respuesta estral de las cabras criollas anovulatorias sometidas al efecto macho utilizando una proporción macho/hembra de 1/9-10, 1/19-20 y 1/39.

► **Descripción del desarrollo del proyecto (proceso y beneficios)**

El presente estudio se realizó en el subtrópico mexicano (Latitud 26° 23' N y Longitud 104° 47'O), de noviembre de 2002 a mayo de 2003. Se utilizaron caprinos locales de la Comarca Lagunera que tenían de 3 a 4 años de edad al inicio del estudio; en estas hembras el periodo de anestro estacional se presenta de marzo a agosto, mientras que en los machos el periodo de reposo sexual se extiende de enero a mayo.

Inducción de la actividad sexual de los machos

Se utilizaron siete machos cabríos, los cuales fueron alojados en instalaciones abiertas y sometidos a un tratamiento fotoperiódico de días largos continuos (16 hrs de luz/día) del 1 de noviembre al 20 de abril. Aquéllos fueron puestos en un corral que medía 5 X 5 m, el cual fue equipado con 6 lámparas fluorescentes que proporcionaron una intensidad luminosa entre 250 a 350 lux al nivel de los ojos de los machos. El mecanismo de encendido y apagado de las lámparas se realizó mediante un reloj automático y programable (Interamic, Timerold, USA). El encendido de las lámparas fue fijo y ocurrió diariamente a las 06:00 h y posteriormente se apagaban a las 09:00 h cuando había suficiente luz natural. Por la tarde, el encendido de las lámparas se realizó a las 17:00 h, para apagarse a las 22:00 h. Este tratamiento fotoperiódico induce la actividad sexual en los machos cabríos de marzo a junio (Flores *et al.*, 2000; Delgadillo *et al.*, 2002). Todos los machos fueron alimentados con heno de alfalfa a libre acceso y 300 g de concentrado comercial (14% PC, 2.5 Mcal/kg) por día y por animal. El agua y los minerales se proporcionaron también a libre acceso.

Selección de hembras

Se utilizaron 154 cabras, las cuales eran explotadas en un sistema extensivo antes del inicio del estudio. Los partos de estas hembras ocurrieron de noviembre a diciembre del 2002. La ciclicidad fue determinada a través de los niveles plasmáticos de progesterona. Para ello, se obtuvo una muestra sanguínea de cada cabra los días 20 y 10 antes de la introducción de los machos. Las hembras que resultaron anovulatorias fueron estabuladas 15 días antes de la introducción de los machos, en instalaciones abiertas, en una superficie de 2 m² por hembra. La alimentación de éstas consistió en heno de alfalfa a libre acceso, y 200 g de concentrado comercial (14% PC, 2.5 Mcal/kg) por día y por animal. El agua y los minerales se suministraron también a libre acceso. El 15 de abril las cabras fueron divididas en 3 grupos homogéneos (n=39) de acuerdo con su condición corporal y su producción láctea. Cada grupo fue separado por 230 m para evitar cualquier interacción entre ellos.

Efecto macho

El 21 de abril a las 8 hrs., un grupo de hembras fue puesto en contacto con 4 machos (proporción 4:39; G10); el segundo grupo se expuso a 2 machos (proporción 2:39; G20); el tercer grupo fue expuesto a un macho (proporción 1:39; G39). En los tres grupos, los machos permanecieron con las hembras durante 18 días.

► Variables evaluadas

Comportamiento sexual de los machos

Este comportamiento se determinó durante los primeros 5 días después de la introducción de los machos en los grupos de hembras. Las observaciones se realizaron por la mañana (de las 8 a las 10 hrs.) antes del suministro del alimento. Las conductas sexuales que se registraron fueron las siguientes: automarcajes con orina, flehmen, olfateos anogenitales, aproximaciones, intentos de monta y montas completas.

Actividad estral

Esta actividad se registró dos veces por día (8 y 17 hrs.), desde el primer día de contacto con los machos hasta el final del estudio. Las hembras que permanecían inmóviles a la monta del macho se consideraron en estro. Las hembras en estro fueron retiradas del corral durante el periodo de observación, con la finalidad de que el macho continuara detectando otras hembras en celo. Al final de la observación, las hembras fueron reincorporadas a su respectivo corral.

► Resultados

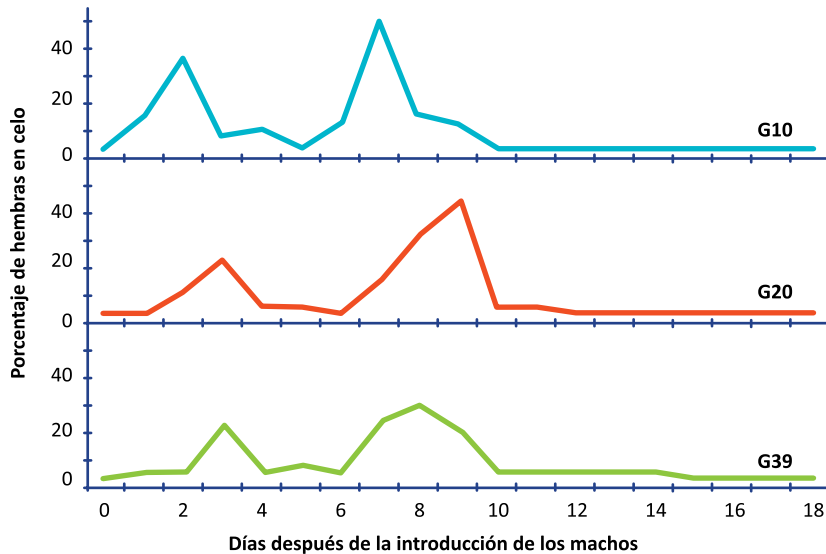
Actividad estral

El porcentaje de hembras que manifestaron actividad estral durante los 18 días de estudio no fue diferente ($P > 0.05$) entre los tres grupos (G10: 92%, G20: 95%, y G39: 90%; Figura 1. Sin embargo, el porcentaje de hembras que manifestaron actividad estral durante los primeros 5 días después de la introducción de los machos fue mayor en el G10 (61.5%) que en el G20 (33.3%) y G39 (33.3%; $P < 0.01$). En cambio, del día 6 al día 18 no hubo diferencias significativas en la respuesta estral ($P > 0.05$) entre los tres grupos (G10: 85%, G20: 92%, y G39: 85%). El intervalo entre la introducción de los machos y el inicio del estro fue menor en el G10 (57.9 ± 4.8 h, $P < 0.05$) que en el G20 (72.9 ± 4.1 h) y G39 (78.6 ± 7.6 h). Ninguna diferencia se registró entre el G20 y el G39 ($P > 0.05$). El porcentaje de ciclos estrales de corta duración no fue diferente entre los tres grupos (G10: 88%; G20: 92%; G39: 85%; $P > 0.05$). Asimismo, la duración de ciclos cortos fue similar entre los tres grupos (G10: 5.2 ± 0.1 ; G20: 5.2 ± 0.2 ; G39: 5.0 ± 0.1 días; $P > 0.05$).

Comportamiento sexual de los machos

Las diferentes conductas sexuales desplegadas por los machos se muestran en la Figura 2. Los automarcajes con orina, los flehmen, los intentos de montas, las montas sin penetración y las montas con penetración, fueron similares en los tres grupos ($P > 0.05$).

Figura 1. Porcentaje de hembras que presentaron actividad estral después de la introducción de machos previamente inducidos a una intensa actividad sexual mediante un tratamiento fotoperiódico

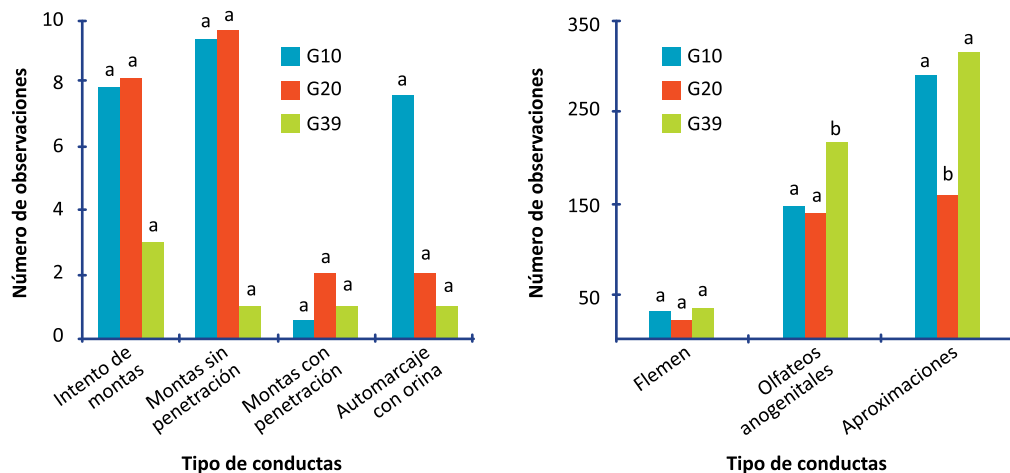


En el G10 se introdujeron 4 machos (proporción 4:39; n=39). En el G20 se introdujeron 2 machos (proporción 2:39; n=39). En el G39 se introdujo un macho (proporción 1:39; n=39).

Los olfateos anogenitales fueron superiores en los machos del G39 que en los del G10 y G20 ($P < 0.01$), mientras que las aproximaciones fueron mayores en los machos de los grupos G10 y G39 que en los machos del G20 ($P < 0.01$).

Los resultados obtenidos en este proyecto demuestran que la introducción de machos sexualmente activos es un método muy efectivo para inducir la actividad estral de las hembras caprinas anovulatorias. En estudios anteriores (Flores *et al.*, 2000; Delgadillo *et al.*, 2002) se había demostrado que un macho estimulado fotoperiódicamente era capaz de inducir la actividad sexual de las cabras anovulatorias, utilizando una proporción de 10 hembras por macho. En el presente estudio, se demostró que al incrementar el número de hembras por macho; 1 macho por cada 19 o 20 hembras (G20) o 1 macho por cada 39 hembras (G40), no afectó el porcentaje total de cabras que manifestaron actividad estral durante los primeros 18 días. Sin embargo, en los grupos G20 y G40, se registró un retraso en el inicio de la actividad estral de las cabras después de la introducción de los machos, lo cual se debió, probablemente, a una disminución en la intensidad del estímulo al estar los machos en contacto con un mayor número de hembras. Sin

Figura 2. Número de conductas sexuales desplegadas por los machos durante dos horas diarias en los primeros cinco días después de la introducción en los grupos de hembras



En el G10 se introdujeron 4 machos (proporción 4:39; n=39). En el G20 se introdujeron 2 machos (proporción 2:39; n=39). En el G39 se introdujo un macho (proporción 1:39; n=39). Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$).

embargo, ese retraso no afectó la respuesta total de las cabras debido a que los machos de ambos grupos mostraron un intenso comportamiento sexual, similar al registrado en el G10.

► Productos entregados

1. Desarrollo tecnológico

Un modelo de tratamiento que permite la inducción de la actividad sexual de los machos cabríos durante la época de reposo sexual utilizando días largos artificiales continuos. Este tratamiento consiste en la aplicación de días largos artificiales (16 horas de luz por día), a partir del 1 de noviembre. Esta tecnología permite la obtención de machos sexualmente activos durante la época de reposo sexual.

2. Publicaciones

Carillo, E., Véliz, F.G., Flores, J.A., Delgadillo, J.A. (2007). "El dectemento en la proporción macho-hembras no disminuye la capacidad para inducir la actividad estral de cabras anovulatorias". *Técnica Pecuaria en México*. 45(3):319-328.

Carrillo, E., Véliz, F.G., Duarte, G., Hernández, H., Malpaux, B., Delgadillo, J.A. Flores, J.A. (2004). "The female per male ratio influences the response of anoestrous female goats to the male effect". *Reproduction, Fertility and Development*. 16(4):37 (Abst).

Carrillo, E., Véliz, F.G., Duarte, G., Nava, M.P., Hernández, H., Malpaux, B., Delgadillo, J.A. Flores, J.A. (2003). "La respuesta de las cabras anéstricas al efecto macho es modificada por la relación macho-hembra". *XLVI Congreso Nacional de Ciencias Fisiológicas*. 3 al 6 de agosto de 2003. Aguascalientes, México. C32.

Carrillo, E., Tomás, R., Ramírez, S., Véliz, F.G., Duarte, G., Nava, M.P., Malpaux, B., Delgadillo, J.A., Flores, J.A. (2003). "La proporción macho-hembra modifica la respuesta de las hembras anéstricas al efecto macho". En: *Memorias de la XVIII Reunión Nacional sobre Caprinocultura*. 8 al 10 de octubre. Puebla, pp. 18-20.

3. Vinculación con productores

Se trabajó conjuntamente con los caprinocultores Jaime Mora de la Fuente y Javier Cervantes Tapia del Ejido Santa Fe, Municipio de Torreón, Coahuila, con los cuales se firmaron dos convenios de cooperación para realizar el presente proyecto de investigación en sus instalaciones.

4. Formación de recursos humanos

Doctorado

Evaristo Carrillo Castellanos (2006). "Efecto de la época del año y de la proporción de machos sobre la respuesta de las cabras criollas anovulatorias al efecto macho". Programa de Postgrado en Ciencias Agrarias. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro-Unidad Laguna.

Licenciatura

Rigoberto Tomás Antonio (2003). "Estimulación de la actividad sexual de las cabras mediante la introducción de machos tratados únicamente con días largos". Tesis de Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna. 35pp.

Santiago Ramírez Vera (2003). "Importancia de la proporción de macho-hembras sobre la respuesta de las cabras anovulatorias estimuladas mediante el efecto macho". Tesis de Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna. 39pp.

► Conclusiones y/o beneficios obtenidos

Los resultados del presente estudio permiten concluir que un macho inducido previamente a un estado de intensa actividad sexual es capaz de estimular la actividad estral y ovulatoria de 20 o 40 cabras criollas anovulatorias durante la época de anestro estacional. Al incrementar el número de hembras por macho, únicamente se registra un retardo en el inicio de la actividad estral. Sin embargo, este retardo en la respuesta no afecta el porcentaje total de cabras que manifiestan actividad estral y ovulatoria durante los primeros 18 días.

Este modelo tecnológico de inducción de la actividad sexual de los caprinos puede ser implementado en los rebaños caprinos del norte de México y permitirá a los productores programar la reproducción de su rebaño cuando exista una mayor demanda de sus productos (leche y cabrito).

► Bibliografía

Delgadillo JA, Canedo GA, Chemineau P, Guillaume D, Malpaux B (1999). "Evidence for an annual reproductive rhythm independent of food availability in male Creole goats in subtropical northern Mexico". *Theriogenology*. 52):727-737.

Delgadillo JA, Flores JA, Véliz FG, Hernández HF, Duarte G, Vielma J, Poindron, P, Chemineau P, Malpaux B (2002). "Induction of sexual activity in lactating anovulatory female goats using male goats treated only with artificially long days". *J. Anim. Sci.* 80:2780-2786.

Delgadillo JA, Gelez H, Ungerfeld, R, Hawken, PA, Martin, GB (2009). "The "male effect" in sheep and goats—revisiting the dogmas". *Behav. Brain. Res.* 200:304-314.

Duarte G, Flores JA, Malpaux B, Delgadillo JA (2008). "Reproductive seasonality in female goats adapted to a subtropical environment persists independently of food availability". *Dom. Anim. Endocrinol.* 35(4):362-70.

Flores JA, Véliz FG, Pérez-Villanueva JA, Martínez de la Escalera G, Chemineau P, Poindron P, Malpaux B, Delgadillo JA (2000). "Male reproductive condition is the limiting factor of efficiency in the male effect during seasonal anestrus in female goats". *Biol. Reprod.* 62:1409-1414.

Walkden-Brown SW, Restall BJ, Henniawati (1993). "The male effect in Australian cashmere goats Ovarian and behavioural response of seasonally anovulatory does following the introduction the buck". *Anim. Reprod. Sci.* 32:41-53.



RECUPERACIÓN DE ALUMINIO SECUNDARIO DURANTE LA FUSIÓN DE CHATARRAS COMPUESTAS EN HORNO DE DOBLE CÁMARA¹

Dr. Alfredo Flores Valdés² e Ing. José de Jesús Velázquez Rodríguez³

► Introducción

La globalización es uno de los problemas a los cuales se enfrenta la industria mexicana, Fundación JV, SA de CV es una empresa recicladora de chatarras y fabricación de piezas de aluminio localizada en el parque industrial Ramos Arizpe, en el estado de Coahuila. A través del desarrollo de nuevas tecnologías, la empresa implementa programas de mejora continua y capacitación permanente respetando el entorno ecológico.

Desde hace más de 20 años el Ing. José de Jesús Velázquez tiene contacto con el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional en su Unidad Saltillo, con quien ha realizado diversos estudios para la optimización y creación de nuevos procesos de fusión y refinación de aluminio, así como la impartición de asesoría especializada en fundición de aluminio.

¹ Proyecto FOMIX: COAH-2003-C02-06

Monto aprobado: \$750,000.00

Aportaciones concurrentes: \$750,000.00

Monto total: \$1,500,000.00

² Del CINVESTAV-Unidad Saltillo.

³ De Fundación JV SA de CV



Entre los proyectos se encuentran el estudio cinético para la eliminación de magnesio de las aleaciones de aluminio por medio de óxido de silicio, el diseño y fabricación de nuevos fundentes para el procesamiento de aluminio secundario, la elaboración de aleaciones maestras Al-Sr, Al-Mn, Al-Zn, Al-Zr, Al-Ce y Al-Cu, mediante la reducción aluminotérmica de sus correspondientes óxidos. La mayoría de estos trabajos han sido publicados en revistas indizadas y en memorias de congresos de la Sociedad Mexicana de Fundidores y del Instituto Mexicano del Aluminio, AC.

Actualmente se está trabajando en dar solución a la necesidad de reciclar cualquier tipo de chatarras que existe en el mercado nacional e internacional. Esto implicaría grandes inversiones debido a la necesidad de requerir de un triturador que separe el hierro anexado a la chatarra que dejó de ser útil. Otra característica es que tendría que disminuir el tiempo y el espacio de los empaques. La solución a esta problemática se dio al juntar tres tipos de hornos en uno solo, evitando, así, utilizar gran maquinaria para la preparación de chatarra y dar calidad en aleaciones en el área automotriz.

► **Demanda específica que atiende el proyecto a nivel estatal o municipal**

Desarrollo tecnológico de las empresas.

► **Objetivo general**

El objetivo principal de esta innovación es comprender la fenomenología del flujo de fluidos en el horno de reverbero a través de su modelación física y numérica para poder determinar el tiempo de mezclado y el tiempo de ciclo de un sistema de partículas-agua en un modelo de acrílico en escala 1:2.

► **Descripción del desarrollo del proyecto**

En conjunto con el CINVESTAV se hizo un estudio acerca de la simulación física del proceso de fusión de aluminio en un horno de reverbero. Se simularon las condiciones de operación de un horno industrial con capacidad de 4 mil kgs. de aleación líquida, usando un modelo de acrílico en escala 1:2.

Los resultados obtenidos y las informaciones de la literatura establecen que el Número de Froude proporciona una similitud dinámica para la simulación en ambos procesos. Para simular las características fluidodinámicas del aluminio líquido se utilizó agua, mientras que un polvo colorante se usó como trazador para determinar tiempo y ciclo de mezclado. Los parámetros estudiados fueron velocidad de rotación del impulsor,

diámetro del impulsor y geometría del impulsor. Se encontró que un impulsor de dos paletas no proporcionaba tiempos cortos de mezclado u operación, aunque mantenía buena potencia de mezclado. Por otra parte, un impulsor de tres paletas propició los tiempos de ciclo y mezclado más cortos, manteniendo alta potencia de mezclado.

La justificación del proyecto establece que, debido a que se desconocen los tiempos de mezclado y de ciclo, la trayectoria de partículas inyectadas, las velocidades relativas, la formación de vórtices, la localización de zonas muertas, etc., se hace necesaria la realización de una serie de pruebas en el modelo físico para cuantificar, así como hacer observaciones referidas al fenómeno de flujo de fluido que ocurre en el modelo bajo condiciones de frontera que traten de representar de la forma más confiable y realista lo que está pasando en el horno. Por ello, se trabajó en una ampliación en la modelación física y la validación de los experimentos se hizo con escalamientos en planta.

La imagen de la Figura 1 representa un horno de reverbero de dos cámaras; en una se introducen monoblocks, pistones, chatarra con hierro incrustado. El metal no se funde, sino que queda atrapado evitando la contaminación de hierro. Esta cámara también

Figura 1. Fotografía mostrando el horno de reverbero de doble cámara diseñado y construido en este proyecto



sirve para meter rebabas o chips delgados y no meter todo el metal, si no se oxidaría. Si se introdujera el aluminio en el horno, no habría manera de recuperarlo; en el caso del hierro, plomo y cobre sí se pueden recuperar, por lo que se juntaron las cámaras en un solo horno para que, así, se pueda fundir cualquier tipo de chatarra.

En el mercado internacional, con previa especificación del diseño, el horno costaría \$1,500,000 dólares, mientras que a la empresa le cuesta \$2,000,000 de pesos, lo cual la hace muy competitiva.

► Productos entregados

- Horno de reverbero de doble cámara piloto de 5 toneladas de capacidad de aluminio líquido
- 1 tesis de nivel maestría
- 1 tesis de nivel doctorado
- 2 publicaciones en revistas indizadas
- 3 publicaciones en congresos internacionales
- 1 reporte detallado de la investigación realizada

► Conclusiones y/o beneficios

Con este proceso se pueden rediseñar las unidades de fusión para tener un escalamiento que permita conocer los tiempos del ciclo y las velocidades en que se pueden detectar ineficiencias en el mezclado, así como detectar las partes de los hornos que pueden causar problemas. Se ha logrado diseñar y construir una unidad de fusión piloto, en la cual se entiende qué pasa durante la eliminación de impurezas, lo que ha permitido convertir en unidades de refinación a los hornos de reverbero de doble cámara.

Por parte de las investigaciones de alumnos adscritos al CINVESTAV Saltillo, se concluye que el impulsor 12P, similar al utilizado en la planta industrial, tiene una buena capacidad de bombeo, pero no mezcla muy bien. Por su parte, el impulsor 13P propuesto en el presente estudio es mejor mezclador que el 12P y su capacidad de bombeo es prácticamente la misma que la del 12P. A baja velocidad de rotación (255 rpm), el impulsor 13P ($t_m = 72$ segundos) mezcla mejor que el 12P ($t_m = 108$ segundos). Su tiempo de ciclo (t_c) es de 19 segundos, mientras que el del 12P es de 18 segundos. A una velocidad superior (292 rpm), el impulsor 12P presentó un $t_m = 84$ segundos; en cambio, el 13P produjo un $t_m = 108$ segundos. A esta misma velocidad, el tiempo de ciclo fue el mismo en ambos impulsores. Como ya se mencionó, el hecho de que el impulsor 13P no requiera que se aumente su velocidad de rotación hasta 292 rpm (206

rpm en planta) para lograr un buen mezclado y un bombeo aceptable es muy ventajoso, debido a que a nivel industrial evitaría que se atrape más cantidad de oxígeno y, por ende, se incremente la oxidación. En cuanto a la posición axial del impulsor a lo largo de la cuba, la mejor altura es 6.62 cm correspondiente a la relación $h_i/h=0.25$. La velocidad promedio lineal de recirculación del líquido fue de 17.37cm/s para el 13P a 255 rpm, y de 18.33 cm/s para el 12P a la misma velocidad de rotación. La relación $D/T=0.71$ fue mejor que la $D/T=0.80$, o sea que el diámetro del impulsor se debe mantener en 18 cm.

La experiencia de este proyecto se traduce en el papel que desempeña la empresa como laboratorio para los investigadores del CINVESTAV, realizando la modelación física e incorporando el apoyo de Fondos Mixtos.



IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN ESTRATÉGICO DE SUPLEMENTACIÓN ALIMENTICIA PARA MEJORAR LA RESPUESTA SEXUAL, LA TASA DE GESTACIÓN Y LA SOBREVIVENCIA DE LAS CRÍAS EN LAS CABRAS SOMETIDAS AL EFECTO MACHO¹

Dr. José Alberto Delgadillo Sánchez²

► Introducción

La estacionalidad reproductiva es un fenómeno común observado en diversas razas originarias o adaptadas a las regiones subtropicales. Esta estacionalidad reproductiva provoca una acumulación de la producción de leche y carne en algunos meses del año, lo que causa una disminución en el precio de venta de estos productos. En los caprinos del norte de México, esta estacionalidad reproductiva es controlada principalmente por el fotoperiodo. Sin embargo, la nutrición y las relaciones sociales, como el efecto macho, pueden modificar el desarrollo de la estación sexual natural. El profundo conocimiento de las interacciones entre el fotoperiodo, la nutrición y las relaciones socio-sexuales permiten incrementar la respuesta sexual de las hembras sometidas al efecto macho, incrementando la tasa ovulatoria, la tasa de gestación y la sobrevivencia de las crías.

¹ Proyecto FOMIX: COAH-2008-C07-93426

Monto aprobado: \$600,000.00

Aportaciones concurrentes: \$120,000.00

Monto total: \$720,000.00

² Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro".



En las regiones subtropicales, incluyendo la rivera del río Aguanaval en la Comarca Lagunera de Coahuila, la mayoría de los caprinos son explotados en condiciones extensivas y sometidos anualmente a variaciones importantes en la disponibilidad de alimento. La complementación alimenticia estratégica, es decir, la complementación en periodos precisos del ciclo reproductivo de los caprinos, podría mejorar la respuesta sexual y reproductiva de las cabras expuestas al efecto macho, y reducir la mortandad de las crías. Los estudios efectuados en nuestro laboratorio con cabras locales de la Comarca Lagunera, demostraron que la actividad sexual de los machos puede ser estimulada al someterlos a 2.5 meses de días largos, y que estos machos sexualmente activos al ponerlos en contacto con hembras en reposo sexual estimulan la actividad estral y ovulatoria de éstas. A esta técnica de bioestimulación se le conoce como efecto macho. También demostramos que las hembras que reciben una complementación alimenticia de 7 días a partir del momento de exponerlas a los machos, y 14 días después del segundo periodo de estros, el cual ocurre alrededor de 9 días de contacto machos-hembras, tienen tasas de ovulación y de gestación más altas que las hembras que no son complementadas.

Estos dos estudios se hicieron en animales y años diferentes, por lo que no se conoce si la complementación alimenticia puede mejorar estas variables en las mismas hembras. Tampoco se conoce si una complementación alimenticia 10 días antes del parto puede mejorar el vínculo madre-cría, la producción de calostro y, en consecuencia, la sobrevivencia de las crías.

► Demanda específica que atiende el proyecto a nivel estatal o municipal

4. Desarrollo Agropecuario

Demanda 4.1 Incremento de la producción, calidad transformación y comercialización de productos agropecuarios y forestales para bienestar de las familias rurales de la rivera del río Aguanaval del Estado de Coahuila.

Modalidad: B1.

► Objetivo general

Determinar si una complementación alimenticia incrementa la respuesta sexual y reproductiva, así como la producción de calostro y la sobrevivencia de las crías en las cabras sometidas al efecto macho.

► Descripción del desarrollo del proyecto (proceso y beneficios)

I. Respuesta sexual y reproductiva de las cabras expuestas al efecto macho

a) Grupos experimentales y efecto macho

El 4 de abril de 2009, las cabras se dividieron en 2 grupos homogéneos de acuerdo con su peso y condición corporal, y se expusieron durante 15 días consecutivos a los machos inducidos a una intensa actividad sexual durante el periodo de reposo al someterlos a un tratamiento de 2.5 meses de días largos (16 hrs. de luz/día) a partir del 1 de noviembre ($n=2/\text{grupo}$). Todas las cabras estaban en pastoreo extensivo y consumían solamente la vegetación natural del campo. Al regresar del pastoreo, un grupo de cabras, el Grupo 1, no recibió ninguna complementación alimenticia en el corral (condición corporal: 1.7 ± 0.1 ; peso corporal: 39 ± 0.9 kg; $n=36$). El Grupo 2 ($n=30$) recibió una complementación alimenticia compuesta de 0.260 kg de maíz roado, 0.110 kg de soya, y 0.900 kg de heno de alfalfa desde el primer día de contacto con los machos (día 0) hasta el día 23 postintroducción de éstos (1.8 ± 0.1 ; peso corporal: 38 ± 0.9 kg; $n=30$).

b) Porcentaje de hembras que ovularon y tasa ovulatoria

El porcentaje de cabras que ovularon no fue diferente entre las no complementadas y las complementadas (100% en los dos grupos). La tasa ovulatoria en las hembras del Grupo 1, las cuales no recibieron la complementación alimenticia, fue inferior a la registrada en las hembras complementadas de los Grupo 2, que sí recibieron la complementación alimenticia (1.4 ± 0.1 vs 1.67).

c) Fertilidad y prolificidad

La fertilidad (hembras paridas/hembras expuestas a los machos) fue mayor en las cabras complementadas (66%) que en las no complementadas (55%). Sin embargo, esta diferencia no alcanzó significancia estadística ($P=0.35$). La fecha promedio de partos de los Grupos 1 y 2 fue el 13 de septiembre + 0.4 días. La prolificidad no fue diferente ($P>0.05$) entre las cabras del Grupo 1, no complementadas (1.3 ± 0.2 crías) y las cabras del Grupo 2, complementadas (1.1 ± 0.2 crías).

II. Producción y calidad del calostro, peso vivo y mortandad de las crías en las cabras que recibieron o no una complementación con maíz durante los últimos 12 días de gestación después de haber sido sometidas al efecto macho

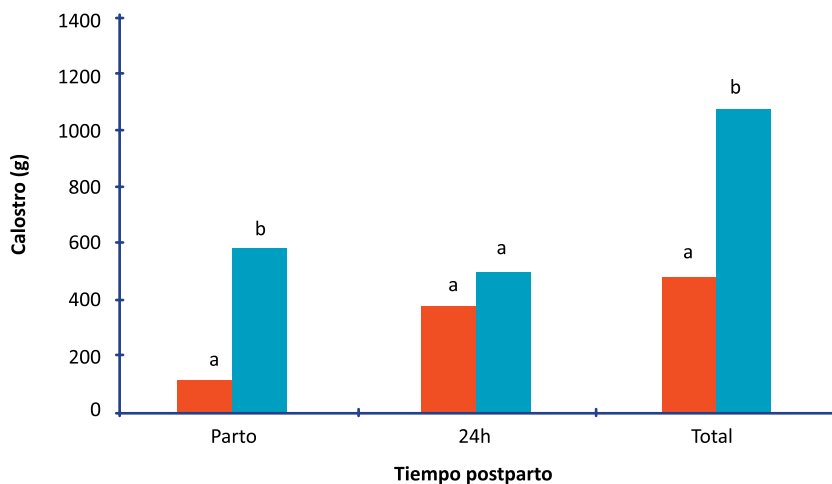
Las cabras del Grupo 1 no recibieron la complementación alimenticia, y se alimentaron durante todo el tiempo de estudio únicamente con la vegetación disponible en las áreas de pastoreo en la rívera del Río Aguanaval. En cambio, las cabras del Grupo 2 recibieron

antes y después del pastoreo, una complementación alimenticia diaria de 300 g de maíz rolado/cabra durante los últimos 12 días de gestación.

a) Producción de calostro

La producción de calostro al parto fue mayor en las cabras del Grupo 2, que recibieron la complementación alimenticia, que en las cabras del Grupo 1, que no la recibieron. En cambio, la cantidad de calostro a las 24 hrs. no difirió entre los 2 Grupos. La suma del calostro producido al parto y a las 24 hrs. postparto fue superior ($P < 0.01$) en el Grupo complementado que en el no complementado (Figura 1).

Figura 1. Producción de calostro (promedio \pm EEM) de las cabras mantenidas en condiciones extensivas



Después del pastoreo, las cabras del Grupo 1 no recibieron la complementación alimenticia (■; n=14), mientras que las cabras del Grupo 2 (■; n=14), recibieron diariamente antes y después del pastoreo 300 g de maíz rolado/cabra durante los últimos 12 días de gestación. Diferente literal en las barras denotan diferencia significativa ($P < 0.05$).

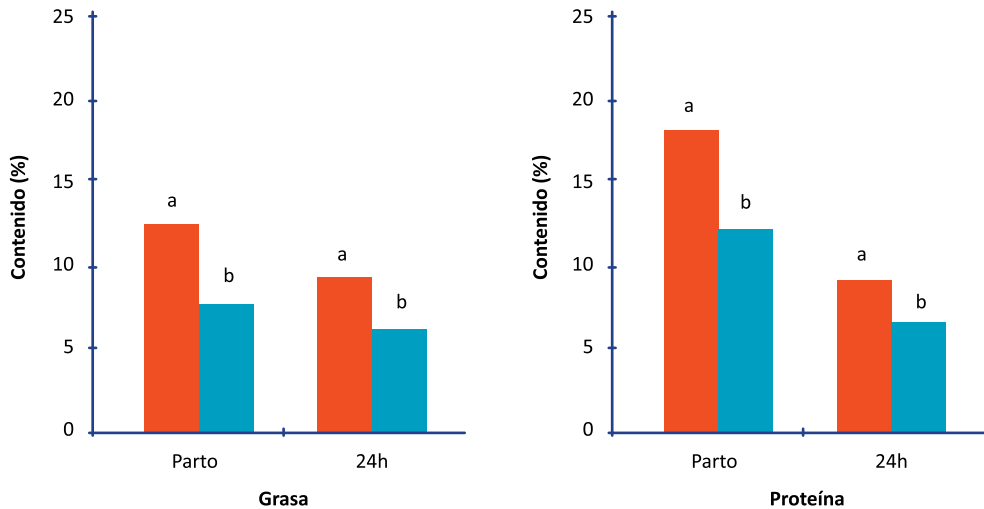
b) Calidad del calostro

Los contenidos de grasa y proteína en el calostro fueron mayores al parto y a las 24 hrs. postparto en las cabras del Grupo 1, no complementadas, que en las cabras del Grupo 2, que fueron complementadas (Figura 2).

c) Peso vivo y mortandad de las crías

Se consideraron únicamente los cabritos provenientes de madres que tuvieron sólo una cría al momento del parto. El peso de las crías se incrementó desde el nacimiento hasta

Figura 2. Contenido de grasa y proteína (promedio + EEM) en el calostro producido por las cabras mantenidas en condiciones extensivas



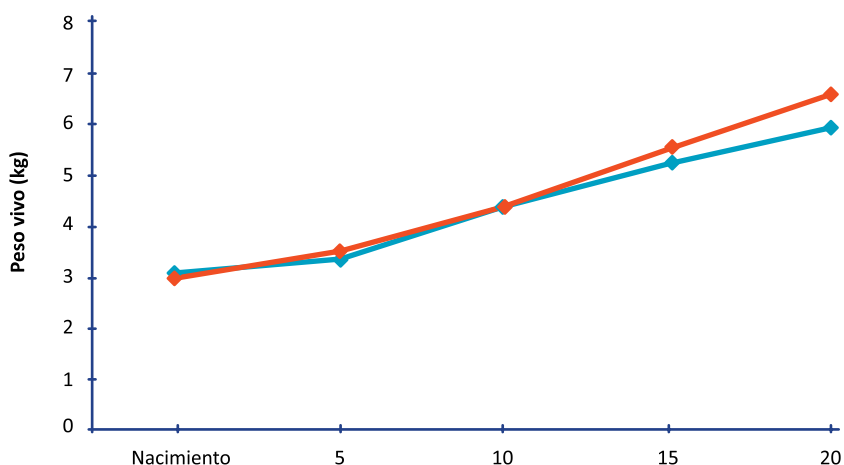
Después del pastoreo, las cabras del Grupo 1 no recibieron la complementación alimenticia (■; n=14), mientras que las cabras del Grupo 2 (■; n=14), recibieron diariamente antes y después del pastoreo 300 g de maíz rolado/cabra durante los últimos 12 días de gestación. Diferente literal en las barras denotan diferencia significativa ($P < 0.05$).

los 20 días de edad ($P < 0.001$), pero no existió diferencia significativa ($P > 0.05$) entre los 2 Grupos en el peso registrado en los diferentes periodos de vida (Figura 3). Sin embargo, la mortalidad de las crías tendió a ser mayor en el Grupo 1 (15%), que no recibió la complementación alimenticia, que en el Grupo 2, que sí la recibió (0%; $P = 0.12$).

► Productos entregados

- Innovación del proceso reproductivo y productivo de las cabras expuestas al efecto macho al utilizar una complementación alimenticia estratégica.
- Publicación, en forma de resumen, de los resultados obtenidos en el proyecto en la XLV Reunión Nacional de Investigación Pecuaria celebrada del 19 al 24 de octubre de 2009 en la Ciudad de Saltillo, Coahuila.
- Publicación de un boletín técnico.
- Presentación de cuatro tesis de licenciatura por alumnos inscritos en la carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”.

Figura 3. Cambios en el peso vivo (promedio + EEM) en las crías de las cabras mantenidas en condiciones extensivas



Después del pastoreo, las cabras del Grupo 1 no recibieron la complementación alimenticia (■; n=8), mientras que las cabras del Grupo 2 (■; n=14), recibieron diariamente antes y después del pastoreo 300 g de maíz rolado/cabra durante los últimos 12 días de gestación.

► Conclusiones y/o beneficios obtenidos

El objetivo general del proyecto se cubrió satisfactoriamente. La tecnología generada en nuestro laboratorio fue transferida a los usuarios, quienes participaron activamente en el desarrollo del proyecto, para innovar el proceso reproductivo y productivo de los caprinos. Se incrementó la tasa ovulatoria y la producción de calostro con la complementación alimenticia estratégica. Asimismo, la fertilidad de las cabras que recibieron la complementación alimenticia fue mayor (11%) que en las hembras no complementadas. La sobrevivencia de las crías provenientes de las cabras complementadas fue superior (15%) a la de aquellas provenientes de cabras no complementadas. Se modificó la estación de partos, los cuales ocurrieron en septiembre, es decir, 2-3 meses antes del inicio natural de éstos en las hembras no sometidas al efecto macho. Esto permitió que el cabrito se comercializara con un sobreprecio del 100% debido a la escasez del producto. El precio de venta promedio del cabrito fue de 416 pesos (rango: 350-500 pesos). También se logró que se produjera leche en los meses de escasez (septiembre-noviembre), mejorando los ingresos de los productores en estos meses. La innovación del proceso productivo tiene entonces un impacto social y económico al promover el

bienestar de las familias dedicadas a la caprinocultura. La adopción por parte de los productores de la tecnología transferida, puede alcanzar, a mayor escala, los impactos social y económico planteados en el presente proyecto.

La tecnología transferida para innovar los procesos productivo y reproductivo de los hatos caprinos está adaptada al sistema de explotación de las cabras localizadas en la rivera del Río Aguanaval. Además, esta tecnología es sustentable. En efecto, la combinación del fotoperiodo, el efecto macho y la complementación alimenticia permite la producción de leche y carne “orgánicas”. Esta tecnología no contamina el medio ambiente con hormonas exógenas, ni pone en riesgo la salud humana al ingerir alimentos que contienen niveles altos de hormonas. Además, es una tecnología que no somete a los animales a un sufrimiento innecesario. En conjunto, la publicación de los resultados obtenidos en el presente proyecto permitió mantener el liderazgo nacional e internacional del Centro de Investigación en Reproducción Caprina (CIRCA) en el área de la reproducción caprina, cumpliendo así el impacto científico planteado en el presente proyecto. Finalmente, el presente proyecto nos dio la oportunidad de participar en la formación de cuatro alumnos de licenciatura, cumpliendo así con nuestro compromiso académico.



PROPUESTA PARA EL DESARROLLO DE UN SISTEMA ESTATAL DE INNOVACIÓN IMPULSOR DE LA COMPETITIVIDAD DE COAHUILA DENTRO DEL CONTEXTO DE LA ECONOMÍA Y LA SOCIEDAD DEL CONOCIMIENTO¹

M en C. Claudia Aracely González Rodríguez²

► Introducción

La incorporación de nuevos enfoques metodológicos para el estudio del proceso de innovación en su perspectiva sistémica, que permita articular de una manera más eficiente a los actores y elementos involucrados en su desarrollo, constituye en la actualidad un campo de investigación en el que se plantean diversas ideas y propuestas. Diversos autores como Lundavall y Freeman, quienes propusieron los modelos de Sistemas Nacionales de Innovación, también han propuesto alcances y estructura, así como sus mecanismos de interrelación. Sin embargo, como ellos mismos lo refieren, y a partir de sus observaciones, muchos otros autores también sostienen que estos sistemas no sólo no están completamente determinados, sino que por la naturaleza cambiante de sus campos de acción basados en el conocimiento, la ciencia, la tecnología y sus aplicaciones, traen consigo nuevas opciones, muchas de ellas no suficientemente analizadas.

¹ Proyecto FOMIX: COAH-2006-C05-62157

Monto aprobado: \$450,000.00

Aportaciones concurrentes: \$100,000.00

Monto Total: \$550,000.00

² Corporación Mexicana de Investigación en Materiales, SA de CV.



Actualmente se considera que el tránsito a una economía basada en el conocimiento y el fomento del uso de las tecnologías de información y comunicación (TIC's), representa en este momento uno de los principales desafíos que enfrentan las naciones y diversas regiones en el contexto de la globalización que trae consigo un incremento de la competitividad.

De esta manera, las empresas, que constituyen la estructura productiva de las regiones, y los centros de investigación, que conforman la capacidad de generar y aplicar conocimientos, deben adaptarse a los cambios tecnológicos que se producen constantemente. En este sentido, el conocimiento, los recursos y capacidades tecnológicas representan tanto la plataforma básica, como la herramienta estratégica de la competitividad (Guerra Rodríguez, 2005).

En la construcción de estos escenarios la aplicación acertada de las políticas públicas, los programas de apoyo y la incorporación de las empresas al proceso de innovación requieren de una adecuada cooperación y verdadera atención. De ahí la necesidad de buscar y establecer nuevas medidas dirigidas a conocer y evaluar el proceso de innovación en un sistema.

Bajo estas consideraciones, como parte propositiva del proyecto, se presenta el enfoque de la cadena de valor de la innovación para integrar un sistema preliminar de innovación estatal.

Es necesario analizar los procesos existentes para crear innovaciones, identificar desafíos únicos y desarrollar maneras de abordarlos. Una forma de obtener su análisis es a través de la cadena de valor de la innovación, la cual presenta a ésta como un proceso secuencial de tres fases que incluye la generación de la idea, su desarrollo y la difusión de los conceptos desarrollados. A través de todas las fases se deben efectuar seis tareas cruciales: la generación interna entre unidades y la externa de la idea, su selección, desarrollo y difusión a través de la empresa u organización. Cada etapa es un eslabón de la cadena (Hansen y Birkinshaw, 2007).

Demanda específica que atiende el proyecto a nivel estatal o municipal

Los gobiernos están abandonando los conceptos basados en los “sistemas de ciencia y tecnología”, sustituyéndolos por modelos de “sistemas nacionales de innovación”. Los SNI se basan en considerar que la competitividad está impulsada por la innovación científica y tecnológica.

A diferencia de los modelos de ciencia y tecnología, que se centraban en sí mismos, y con escasas relaciones en el contexto, en los sistemas de innovación las instituciones e individuos dedicados a estas actividades tienen que diversificar sus vínculos con los otros agentes de la innovación. Los sistemas estatales de Ciencia y Tecnología tienen que ser transformados con celeridad en “sistemas estatales de Innovación”.

Es aquí donde Coahuila muestra retrasos, reflejo de la evolución de la política científica y tecnológica en México. La Ley de Ciencia y Tecnología promulgada en el año 2002, está basada en modelos de ciencia y tecnología sin considerar los nuevos enfoques de la innovación.

En 1996 se creó el Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología (COECYT) y promulgó su primera versión de Ley Estatal de Ciencia y Tecnología. Además, se generaron avances en política estatal de ciencia y tecnología, y se fortalecieron relaciones con el CONACYT. El estado contó con un organismo que inició la observación y registro de indicadores sobre la dinámica de la ciencia y la tecnología; también, los centros de investigación se volvieron parte de redes más complejas del conocimiento, pero todavía con escasa participación del sector productivo.

Se requiere que a 12 años de su origen se reflexione para generar opciones como los sistemas de innovación, con el fin de conocer cómo estimular el proceso de innovación en el estado. Este proyecto forma parte de la aprobación del Fondo Mixto CONACYT-Gobierno del Estado de Coahuila No. 62157, el cual generará un modelo preliminar de innovación. La propuesta para la realización de este proyecto está considerado bajo dos paradigmas: la dinámica de sistemas y la modelación basada en agentes. A esta última es a la que se enfoca este trabajo: desarrollar una metodología basada en agentes inteligentes para modelar un sistema de innovación.

Objetivo general

El objetivo general del proyecto es el desarrollo preliminar de un Sistema de Innovación Estatal basado en la vinculación con los sectores productivos, académicos y de servicios, que permita elevar la competitividad de la actividad científica y tecnológica que se realiza en el estado de Coahuila, dentro del contexto de una economía y sociedad global basada en el conocimiento. Para ello, se consideraron dos paradigmas:

- Dinámica de sistemas
- Sistemas inteligentes

► Objetivos específicos

- Elaborar la base documental (informativa, analítica, conceptual y prospectiva) para apoyar el inicio de un proceso de rediseño del actual sistema de ciencia y tecnología y su transformación a formas más avanzadas de innovación, adecuadas a las estrategias de desarrollo estatal.
- Disponer de una evaluación comparativa del sistema estatal actual y otros conceptos como los basados en sistemas nacionales de Innovación.
- Fomentar la articulación de grupos de diálogo y de investigación sobre innovación, competitividad estatal, ciencia y tecnología, economía y sociedad del conocimiento. Grupos que continuamente generen opiniones, puntos de vista y recomendaciones a los actores del proceso de innovación estatal.
- Disponer de elementos de información para el establecimiento de un programa de formación de capital humano en modelos avanzados de innovación en la economía y sociedad del conocimiento.

► Descripción del desarrollo del proyecto (proceso y beneficios)

1. Descripción

El esquema presentado en la Figura 1 representa de manera global el sistema propuesto, el cual está compuesto por los entornos que constituyen un sistema de innovación: financiero, productivo, científico y tecnológico, marco legal e institucional y la cadena de valor de la innovación.

- El **entorno financiero** establece las condiciones en las cuales se apoya a diversos proyectos de investigación y desarrollo que tengan una vocación de innovación potencial. En México, y específicamente en el estado de Coahuila, se cuenta con programas que apoyan financieramente y con esquemas diversos los proyectos de investigación y desarrollo que brinden innovaciones. Estos programas son difundidos por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Nacional Financiera y otras instituciones dependientes de la Secretaría de Economía, así como el Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología de Coahuila, la SEFOME del estado de Coahuila, etcétera.
- El **entorno productivo** está formado por las empresas que pueden producir, comercializar y distribuir posibles innovaciones. Los agentes de este entorno buscan enlazar el desarrollo tecnológico innovador a los usuarios finales.
- El **entorno científico** está formado por los centros de educación e investigación tanto privados como públicos. Las universidades y los centros de investigación desarrollan conocimiento que, en muchos casos, es abstracto, amplían el horizonte de

Figura. 1 Esquema del modelo preliminar del Sistema de Innovación Estatal



entendimiento de los fenómenos de la naturaleza o de índole social y generan bases sólidas para generar nuevo conocimiento.

- El **entorno tecnológico** es conformado por entidades que utilizan el conocimiento para resolver problemas reales; es decir, la investigación aplicada. Los centros de investigación y desarrollo tecnológico que son privados, gubernamentales o pertenecientes a las empresas, y los negocios que ofrecen consultorías especializadas son ejemplos claros de entidades que pertenecen a este entorno. Se percibe que es posible que existan entidades o agentes que pueden pertenecer a dos o a más entornos.
- Además, se incluye el **marco legal e institucional**, que constituye las leyes y reglamentos bajo los cuales operan los actores que integran el sistema (Fernández de Lucio, 2004).

La **cadena de valor de la innovación** engloba o atrae los cuatro entornos que se interrelacionan entre sí. De esta manera, contemplando los entornos involucrados, se asume que pueden surgir los tipos de innovación que a continuación se describen:

- **Innovación de producto.** Es la que se corresponde con la introducción de un bien o de un servicio nuevo, o significativamente mejorado, en cuanto a sus características o en cuanto al uso al que se destina. Esta definición incluye la mejora significativa de las características técnicas, de los componentes y los materiales, de la informática integrada, de la facilidad de uso u otras características funcionales.
- **Innovación de proceso.** Es la introducción de un nuevo, o significativamente mejorado, proceso de producción o de distribución. Ello implica cambios significativos de las técnicas, los materiales y/o los programas informáticos.
- **Innovación mercadotecnia.** Es la aplicación de un nuevo método de comercialización que implique cambios significativos en el diseño o el envasado de un producto, su posicionamiento o su promoción.
- **Innovación de organización.** Es la introducción de un nuevo método organizativo en las prácticas, la organización del lugar de trabajo o las relaciones exteriores de la empresa (Manual de Oslo, 2006).

Esta cadena de valor de la innovación está conformada por tres eslabones:

- **Generación de ideas.** Es la que comprende las ideas que surgen o se buscan para un posible desarrollo o mejora de un producto, proceso o servicio que pueden ser originadas en el interior de un departamento de la organización, entre varios departamentos o a través de fuentes externas.
- **Transformación de ideas.** Es concretar las ideas, o más específicamente, seleccionar las ideas que recibirán financiamiento y desarrollarlas hasta que sean productos o prácticas de la empresa u organización.
- **Difusión y comercialización.** Es la fase donde las empresas u organizaciones deben lograr que las unidades relevantes dentro de la organización apoyen y difundan los nuevos productos, negocios y prácticas a través de las ubicaciones geográficas, canales y grupos de clientes deseables.

2. Paradigmas de sistemas inteligentes y dinámica de sistemas

Es la modelación basada en agentes. Un sistema es modelado como una colección de entidades autónomas, llamadas agentes, que evalúan su situación y toman decisiones con base en los atributos y reglas que se les asigna. Es un paradigma de modelación que ha sido recientemente usado para describir fenómenos sociales. Estos modelos están compuestos por tres elementos principales: los agentes, el entorno o el ambiente y las reglas. Los agentes son las personas o entidades, el entorno o ambiente es el medio o

espacio abstracto sobre el cual los agentes interactúan, y las reglas son pautas de comportamiento para los agentes. Y este paradigma proporciona una descripción natural del sistema, incorpora heterogeneidad y discontinuidad en los agentes; flexibilidad que se denota por la posibilidad de definir reglas, la captura del fenómeno emergente, y permite la creación de un espacio abstracto donde los agentes interactúan en función de la distancia, facilitando así la formación de grupos de agentes (Ortiz, Sarriegi y Santos, 2006).

La Dinámica de Sistemas se entiende, en el sentido de Forrester (1968), como una metodología para entender el cambio, utilizando las ecuaciones en diferencias finitas o ecuaciones diferenciales. Dada la representación de estos procesos, podemos estudiar la dinámica del conjunto de los estados disponibles por el sistema que es el tema central de la modelación. La importancia de las interacciones en el enfoque sistémico hará necesario distinguir entre las variables de entrada generadas por el entorno y las variables de salida generadas por el propio sistema (Martín García, 2003).

Siguiendo el enfoque de la cadena de valor de la innovación que se propuso en el inicio, con la metodología de Dinámica de Sistemas, se modelaron los siguientes eslabones:

- **Generación de ideas.** Conformado principalmente por las ideas que se generan en una organización de manera interna, entre unidades o departamentos de la misma organización, las ideas generadas por la plantilla laboral. Contempla también la generación de ideas con externos considerando a los clientes, proveedores, inversionistas, etcétera. Se consideran de manera adicional los obstáculos que impiden que la generación de ideas se dé, como la cultura organizacional, los canales de comunicación, etcétera.
- **Selección y evaluación de ideas.** La selección y evaluación de ideas se alimenta del nivel de éstas que se genera en el primer bloque, además de que está influenciado por los mecanismos de selección y evaluación de ideas, como filtro para el siguiente eslabón.
- **Transformación de ideas.** Este eslabón se alimenta del nivel de selección y evaluación de ideas. Una vez que éstas se seleccionaron y evaluaron, se procede a su transformación, de acuerdo con otros indicadores que influyen y afectan tanto positiva como negativamente que dicha transformación se dé. Estos indicadores son los apoyos que ofrece el gobierno, sus deficiencias y el índice de participación que tienen las empresas. Además, considera la capacidad financiera/operacional, el riesgo financiero/operacional, contempla las necesidades sociales, la sustentabilidad y por último el tiempo de desarrollo de la innovación.
- **Difusión y comercialización de ideas.** Esta parte sigue la secuencia de los tres bloques anteriores, pero principalmente de la transformación de ideas, ya que si se realizó bien el producto o el servicio mejora, es aquí donde se analiza si finalmente es comercializado, ya que hay variables que afectan, como el grado de penetración

en los canales de comercialización, qué métodos o mecanismo de mercadotecnia utilizan, si la cobertura es internacional, nacional, regional o local, así como el grado en que la competencia copia o reproduce las innovaciones.

- **Valor de la cadena de innovación.** En este bloque es donde se almacena el resultado de los cuatro niveles y es donde se mide en general cómo está la cadena de valor de la innovación.

► Productos entregados

- Estado del Arte en Modelos de Innovación
- Estudio comparativo de políticas de innovación
- Programa inicial para la formación de capital humano en innovación
- Modelo y documento de Sistema Preliminar de Innovación Estatal
- Desarrollo de página web, con el propósito de:
 - Contar con un observatorio de ciencia, tecnología e innovación, que contenga la normatividad y la capacidad en CTI, así como las actividades que comprende la inteligencia competitiva del estado, como lo son las redes de innovación.
 - Mostrar los avances en el Sistema Preliminar de Innovación, que contempla el estado del arte de los sistemas de innovación estatales, regionales y nacionales.
 - Participar en los foros para promover la interacción de los diferentes actores del sistema de innovación, a través de este sitio web: <http://www.coahuila-innovador.com.mx>

► Conclusiones y/o beneficios obtenidos

El aumento de la innovación es fundamental para las organizaciones, ya que puede determinar el éxito a futuro de una organización, es decir, el de permanecer vigentes y sobrevivir al entorno en el que nos encontramos, que se caracteriza por una creciente dinamicidad, incertidumbre y turbulencia, y haciendo conciencia de la necesidad en la preparación para tomar decisiones.

En el enfoque de sistemas inteligentes los sistemas difusos nos permiten procesar la información cualitativa y la incertidumbre. Además, el modelar el sistema y evaluarlo nos permite dotar de una herramienta para la toma de decisiones a pesar de la incertidumbre.

La metodología también se ha apoyado en el manejo de algoritmos genéticos, para lograr la optimización, encontrar las políticas para mejorar un indicador, una predicción del comportamiento futuro del sistema y, de esta forma, anticiparse o amortiguar los cambios, o auxiliar al proceso de toma de decisiones de la institución o empresa, para la consecución de un objetivo concreto. Y para el caso de estudio, en los diferentes entor-



nos es notoria la necesidad de implementar políticas, técnicas de selección y evaluación de factibilidad y desarrollo de las ideas que se plantean, además de la necesidad de apoyar con políticas destinadas a impulsar el tránsito del conocimiento a la innovación en el entorno científico-tecnológico. También darle seguimiento a los demás eslabones para mejorar la cadena de valor de la innovación, ya que aunque la aproximación del modelo muestra que tiene un buen desempeño, podría mejorarse para alcanzar mejores niveles de competitividad y nivel de calidad de vida, que es el principio u origen de los sistemas de innovación.

El enfoque de Dinámica de Sistemas permitió analizar la cadena de valor de la innovación como un sistema, y permitió el análisis de políticas que nos permiten identificar qué pasaría si ciertos indicadores se comportaran en condiciones extremas, es decir, en sus niveles más bajos y más altos.

En el caso de estudio presentado el sector metalmecánico colabora en la generación de ideas de sus organizaciones; además, se observó que tienen conocimiento e incluso han participado en varios fondos de apoyo del gobierno. Su transformación de ideas es regular y, por último, para la parte de difusión se nota que tiene un lapso de casi tres años para poder comercializar un producto. El sector automotriz presenta un comportamiento menos participativo en el nivel de ideas y en la selección y evaluación; sin embargo, presenta un nivel más alto en la transformación, y en la difusión su tiempo de empen-

dimiento es más corto que el del sector metal mecánico. En general, ambos sectores presentan una falta de conocimiento del proceso de la cadena de valor de la innovación. Se recomienda impulsar la generación de capacidad en términos de formación de recursos humanos especializados en el manejo y dominio de los procesos de innovación.

Bibliografía

Fernández de Lucio, I (2004). “Análisis y medición de las interacciones en los Sistemas Regionales de Innovación. Su relación con la trayectoria histórica y tecnológica de las regiones”, Universidad Politécnica de Valencia.

Guerra Rodríguez, D (2005). *Metodologías para dinamizar los sistemas de innovación*. Instituto Politécnico Nacional.

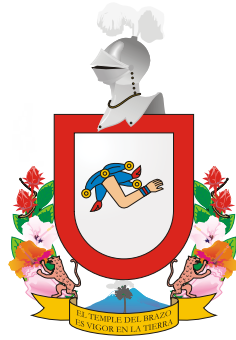
Martín García, J. (2003). Teoría y ejercicios prácticos de Dinámica de Sistemas.

Morten T. Hansen, J. Birkinshaw (2007). *La cadena de valor de la innovación*. Harvard Business Review.

OCDE (2006). *Manual de Oslo*.

Ortiz, A.; J. M. Sarriegi y J. Santos (2006). “Modelización de Variables Soft”, *Revista de Dinámica de Sistemas*, Vol. 2, Núm. 1, pp. 67-101, Universidad de Navarra.





COLIMA

CATÁLOGO DE RIESGOS EN EL ESTADO DE COLIMA. ZONIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS PRINCIPALES AMENAZAS NATURALES Y ANTROPOGÉNICAS Y ESTUDIO DE VULNERABILIDAD DE LAS EDIFICACIONES ESENCIALES¹

Mauricio Bretón G.;² Zoraida León, Arnoldo Campos, Sebastián González y Juan Ramírez

► Introducción

La generación del Catálogo de Riesgos en el estado de Colima (CREC) crea un instrumento que informa a la población sobre los peligros naturales y antropogénicos a los que está sometida con la finalidad de que ésta tenga una capacidad de respuesta superior durante un evento susceptible de afectación.

Está demostrado que los individuos que conocen de cerca los peligros asociados a la actividad natural del planeta se muestran más sensibles y se incrementan los niveles de respuesta positiva esperada para asuntos relacionados con una evacuación, reduciendo el impacto desastroso que puede suponer un fenómeno natural o antropogénico. Asimismo, la zonificación y análisis de áreas susceptibles a ser afectadas por estos fenómenos posibilitará una rápida actuación por parte de los sistemas de protección civil involucrados en la emergencia.

¹ Proyecto FOMIX: COL-2005-C01-14

Monto aprobado y total: \$1,274,984.00

² Observatorio Vulcanológico de la Universidad de Colima.



En este proyecto se elaboró un diagnóstico integral del estado de Colima considerando las condiciones del medio físico natural y el medio social en relación con los fenómenos naturales que inciden en esta región del occidente de México.

Asimismo, se realizó un análisis de los principales fenómenos naturales que han impactado al estado, un recuento histórico de sus ocurrencias, así como una descripción de las principales amenazas antropogénicas originadas por el tránsito y almacenamiento de sustancias químicas y el desarrollo de enfermedades en la entidad. De igual forma se describieron las herramientas informáticas, geográficas y de percepción remota que son utilizadas en el desarrollo del Sistema de Información Geográfica (SIG) indispensable en la generación del CREC.

► **Demanda específica que atiende el proyecto a nivel estatal o municipal**

La demanda atendida en este proyecto fue la del diagnóstico de los riesgos y vulnerabilidad de zonas habitacionales, espacios públicos, infraestructura hotelera y edificios de valor histórico.

► **Objetivo general**

Generación de un catálogo de riesgos para el estado de Colima, que además de definir los peligros naturales y antropogénicos a los que está expuesta la población de los distintos municipios colimenses, permita a los sistemas de protección civil implementar medidas de gestión, prevención y mitigación frente a diversos escenarios de peligro, estableciendo además una metodología específica para evaluar la vulnerabilidad de edificaciones esenciales. El CREC pretende contar con diagnósticos a nivel local, partiendo de criterios homogéneos y siguiendo una metodología ampliamente aceptada y fundamentada.

► **Descripción del desarrollo del proyecto (proceso y beneficios)**

Para la elaboración de este estudio se tomó como principal referente la metodología propuesta por el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) para la elaboración de Atlas de Riesgos, tomando en consideración que en los últimos años este organismo ha elaborado lineamientos generales y criterios uniformes para identificar y cuantificar los peligros, establecer las funciones de vulnerabilidad y estimar el grado de exposición. Todo esto se engloba en un SIG, el cual se desarrolló bajo la proyección WGS 84 con coordenadas UTM de la Zona 13N y una escala gráfica utilizada 1:50 000 y 1:250 000.

El diagnóstico del medio físico natural en el estado de Colima, así como del medio social y de infraestructura urbana de la entidad, nos dio una idea de la vulnerabilidad por municipio a causa de la incidencia de fenómenos naturales y antropogénicos. Dentro

de los naturales se estudiaron los fenómenos geológicos, específicamente la sismicidad, tsunamis, deslizamiento de laderas y vulcanismo; en los fenómenos hidrometeorológicos se analizaron los huracanes y la inundación en la zona urbana de las ciudades de Colima y Villa de Álvarez. De los fenómenos antropogénicos fueron incluidos en este catálogo los fenómenos químicos, dentro de los cuales se analizó el tránsito y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas, aplicando una metodología de cuantificación y análisis a escala municipal. También se realizó una zonificación por la presencia de estaciones de servicio de combustible. Dentro de los fenómenos sanitarios se elaboró un análisis sobre las principales enfermedades que inciden en cada municipio del estado, cuantificando la vulnerabilidad de cada una de ellas y definiendo su nivel de riesgo. Paralelamente, se analizó la vulnerabilidad de los principales centros hospitalarios de la entidad ante el peligro sísmico, evaluado con dos criterios específicos.

Con el análisis y la zonificación de las principales amenazas naturales y antropogénicas, se obtuvo como resultado la construcción de un documento metodológico descriptivo, un SIG, y la implementación de una herramienta de consulta web. Las principales características de cada uno de ellos se describen a continuación.

Fenómenos geológicos

Sismos

La situación geográfica del estado, cercano a la zona de subducción de la Placa de Cocos bajo la Placa Norteamericana, propicia la alta sismicidad asociada a los procesos tectónicos con sismos históricos que han superado los 8 grados de magnitud.

Para elaborar el estudio de riesgo por sismos, se implementó la metodología de evaluación simplificada de la vulnerabilidad de la vivienda unifamiliar ante sismo y viento de Reyes *et al.* (2008).

Se realizó para niveles de manzana (principales zonas urbanas) y municipio, mediante la utilización de la tipología de INEGI, con información por Áreas Geoestadísticas Básicas (AGEB) del censo de población y vivienda del año 2000, debido a que el censo de 2005 no cuenta con las variables que se consideraron (tipo de techos y paredes de las viviendas). Se elaboraron mapas temáticos a nivel municipal y de las principales zonas urbanas del estado, como son: Colima, Villa de Álvarez, Tecomán, Manzanillo e Ixtlahuacán, beneficiando a la población en general, dependencias gubernamentales y civiles, y permitiendo la identificación puntual de las zonas de mayor vulnerabilidad sísmica para una pronta reacción.

Los mapas del riesgo sísmico en los centros urbanos de Colima, Manzanillo y Tecomán ratifican la importancia de prepararnos ante este tipo de fenómenos. Especial atención

deberán tener los ayuntamientos en las zonas céntricas de cada una de estas ciudades por la antigüedad y tipo constructivo de las viviendas que no cumplen con la normatividad actual.

Tsunamis

La costa del estado es una zona que ha sufrido a los largo del tiempo el impacto de tsunamis que han afectado los 143 km de litorales. El más significativo y que mayor impacto causó ocurrió en junio de 1932, el cual generó olas superiores a 10 metros de altura que cubrieron una extensión de 30 km a lo largo de la costa y penetró en algunos puntos hasta en 1 km. Este tsunami fue catalogado como el más destructivo en la historia de México. Dado que sólo podemos basarnos en los eventos registrados históricamente, se zonificaron como áreas peligrosas por presencia de tsunami aquellas donde su elevación sea menor o igual a 10 metros sobre el nivel del mar (Zepeda *et al.*, 2001), esto visualizando el peor escenario para el área en estudio. Para realizar la zonificación fue necesario recurrir al Modelo Digital de Elevación (DME).

En el CREC es posible consultar las posibles afectaciones a zonas actualmente urbanas, turísticas e industriales como ocurre en la zona de La Culebra, el aeropuerto internacional de Playa de Oro de Manzanillo, la zona urbana y turística de Manzanillo, el puerto interior, la barra de Campos, la zona de Cuyutlán, Playa El Paraíso, Boca de Pascuales, El Real y Tecuanillo, entre otras.

Vulcanismo

El volcán de Fuego de Colima es un estratovolcán de composición andesítica que alcanza una altura de 3,860 metros sobre el nivel del mar. Debido a su actividad es uno de los más activos del país. En los últimos 500 años ha tenido una frecuencia de actividades explosivas y efusivas de más de 30 erupciones. Para el estudio se tomó como base el Mapa de Peligros del Volcán de Fuego de Colima de Navarro *et al.* (2003), pero se digitalizó la información y se actualizaron los productos de los eventos posteriores a 2003. A través de este estudio se logró identificar a más de 90 poblaciones con un aproximado de 415,000 habitantes, en un radio de 35 km del cráter del volcán de Fuego de Colima, que están expuestos por lo menos a uno de los peligros volcánicos ocurridos en los últimos siglos como son: la ocurrencia de nubes ardientes de ceniza, explosiones freáticas, lluvia de ceniza, flujos de lodo, flujos de lava y caída de bombas volcánicas, entre otros.

Deslizamientos

Debido a la morfología que prevalece en el estado, otro de los fenómenos que pueden afectar a la población son los deslizamientos de masa. En este estudio se zonificaron 4 zonas principales en el estado que son: La Salada (Tecomán y Coquimatlán) Tepames

(Colima), San Antonio (Comala) y carretera Villa de Álvarez-Minatitlán (Villa de Álvarez). Estos deslizamientos afectan principalmente a las vías de comunicación terrestre entre municipios y ciudades, siendo de especial importancia la zona conocida como La Salada. En esta área puede detectarse la cercanía de los deslizamientos sobre la autopista Colima-Manzanillo, sitio por el que circula gran parte del tráfico particular y comercial y es el paso de mercancías y sustancias peligrosas hacia la ciudad de Guadalajara y otras ciudades del país. Asimismo, este paso se ve afectado por la gran concentración de lluvias durante el año y una alta sismicidad de la zona, lo que se convierte en un factor acelerante de este tipo de peligro.

Fenómenos hidrometeorológicos

Inundación

En la elaboración de mapas de riesgo por inundaciones se implementó la metodología para riesgo por inundación y avenidas súbitas en zonas rurales de Eslava *et al.* (2006).

La aplicación de esta metodología se realizó en tres corrientes de agua que cruzan las ciudades de Colima y Villa de Álvarez: el Río Colima, y los arroyos Manrique y Pereyra. Adicionalmente se utilizaron los datos del Censo de Población y Vivienda del año 2000 del INEGI. El riesgo se calculó con la vulnerabilidad de las viviendas por manzana, la cantidad de viviendas habitadas de cada manzana y el valor de peligro para el tiempo de retorno. Los mapas de inundación generados por el CREC muestran a las personas asentadas en la zona conurbada de Colima-Villa de Álvarez sobre las inmediaciones del área de estudio y el nivel de riesgo que tienen de inundación en diferentes periodos de retorno.

Ciclones

El CENAPRED posee una base de datos con información de las trayectorias de aquellos ciclones que han transitado por nuestro país desde 1948 hasta la fecha. Para nuestro estudio, se tomó hasta el año 2005, lo correspondiente a 57 años de estudio.

Con la información recabada y la utilización de *software* fue posible obtener el nivel de peligro al cual se enfrenta la población del estado de Colima para las categorías de Depresión Tropical, Tormenta Tropical, Huracán Categoría 1 y Huracán Categoría 2. Las categorías 3, 4 y 5 no se han presentado en el estado durante los 57 años de estudio. También se logró obtener la vulnerabilidad que presenta la población ante un fenómeno de esta naturaleza tomando las variables de García *et al.* (2006): salud, educación y vivienda. Combinando variables se obtuvo la vulnerabilidad social. Dicho valor fue utilizado para calcular el nivel de riesgo que tiene la población de ser afectada por cada una de las categorías antes mencionadas.

Zepeda *et al.* (2001) utilizó aquellas áreas con una elevación menor o igual a 1,000 metros sobre el nivel medio del mar, ya que consideran el límite de influencia de los ciclones. Pero en las trayectorias que se tienen para nuestro caso de estudio, un huracán categoría 2 llamado Winfred, en septiembre de 1992, pasó por Manzanillo y Minatitlán sobre una zona con una elevación mayor a los 1,000 msnm. Por esta razón, se tomó todo el territorio que cubre a los municipios del estado de Colima sin discriminar el territorio por la elevación.

Con todo lo anterior se generaron mapas de zonificación del peligro, la vulnerabilidad y el riesgo al cual se enfrenta la población del estado de Colima para las categorías de depresión tropical, tormenta tropical y huracán categoría 1 y 2, siendo los municipios de Manzanillo y Armería los más afectadas en caso de ocurrencia de alguno de estos fenómenos.

Meteorología

Para la elaboración de mapas de precipitación, temperatura y evaporación fue necesario recurrir a la base de datos de la Comisión Nacional del Agua (CNA) dirección Colima, la cual proporcionó todos los datos de las 36 estaciones meteorológicas del estado de Colima del periodo 1939 a 2007. Con esta información se creó una sola base de datos que contiene toda la información recabada. Para la precipitación se obtuvo la mayor a 0.1mm, la máxima en 24 horas y la acumulada; para la temperatura se obtuvo la mínima, media y máxima, y para la evapotranspiración se consiguió la acumulada.

Para obtener los mapas de cada fenómeno se utilizó el modelo de interpolación en función inversa a la distancia (IDW) utilizando un mallado de 100 metros, teniendo como resultado mapas de precipitación de promedio mensual-anual, media mensual y media por cada uno de los doce meses del año. En el caso de la precipitación acumulada, y la máxima en 24 horas, se obtuvieron mapas para periodo de retorno de 2, 5, 10, 25, 50, 100, 250, 500, 1,000 y 2,000 años.

Fenómenos antropogénicos

Sustancias químicas

Para el caso de sustancias peligrosas, se procedió primero a la identificación de las rutas por las cuales transitan los vehículos con sustancias químicas peligrosas. Dependiendo de la frecuencia con la cual pasan estos vehículos, se decidió darle un color rojo a aquellas rutas que son más utilizadas para el tránsito de las sustancias peligrosas, y naranja a aquellas por donde es menor el tránsito de las mismas. Esto se hizo con base en la información proporcionada por diferentes fuentes (Protección Civil Manzanillo y Centro de Emergencias de Manzanillo), quienes coincidieron en afirmar que la autopista Manzanillo-Colima-Guadalajara es la ruta que más se utiliza para el transporte de estas sustancias hacia el interior del país. También se utiliza la que va a Lázaro Cárdenas,

Michoacán, por lo que esas dos autopistas fueron marcadas en color rojo, mientras que la carretera a Minatitlán y la carretera libre Armería-Manzanillo fue marcada con color naranja, ya que no se usan con la misma frecuencia que la autopista, debido a que no son óptimas para el tránsito de tráileres de doble remolque.

La Secretaría de Salud proporcionó la información sobre accidentes relacionados con sustancias peligrosas en diferentes puntos del estado de Colima. Con esta información se procedió a la identificación y la zonificación de dichos lugares geográficos en el SIG para posterior consulta.

Con la ayuda de “La Guía de Respuesta a Emergencia” se zonificaron áreas de seguridad en las principales vías de comunicación del estado de Colima, con base en algunas de las sustancias que se transportan por la red carretera. Esto sirve para demarcar las áreas de amortiguamiento en el caso de que ocurra un accidente relacionado con alguna sustancia o material peligroso.

Los mapas obtenidos ayudan principalmente a distinguir cuál es el área de seguridad en caso de ocurrencia de accidente relacionado con algunas de las sustancias peligrosas que se transportan por la red de carreteras del estado de Colima.

Identificación del peligro en estaciones de servicio de combustible

Primeramente se identificaron todas y cada una de las estaciones de servicio de combustible con la ayuda de un GPS. Éstas se clasificaron en tres categorías: 1° Gasolineras, 2° Gaseras y 3° lugares donde se vende únicamente diesel.

Debido a que la metodología no especifica un procedimiento para este fenómeno, se recurrió a diferentes fuentes oficiales³ para la identificación de áreas potenciales de peligro para la población en caso de un evento.

Los resultados que se obtuvieron señalan que el incremento de estaciones de servicio de combustible ha sido constante en los últimos años, pasando de 28 gasolineras en 1997 a 65 en 2008, es decir, 132% más, lo que ha incrementado el riesgo de accidentes donde puede verse involucrada la población, sobre todo cuando la densidad poblacional que existe alrededor de la gasolinera es elevada o cuando el tráfico vehicular (en el caso de carreteras) también lo es.

³ Reglamento de Zonificación Estatal del Estado de Colima, Artículos 401, 402 y 404. *Diario Oficial de la Federación*, 14 de agosto de 1990; *Diario Oficial de la Federación*, 19 de marzo de 1993; NOM-X-1993; PROY-NOM-124-ECOL-1999 y Norma NMX-R-003-SCFI-2004.

En este análisis se encuentra que el mayor riesgo ocurre en los centros urbanos de Colima-Villa de Álvarez, Tecomán, Armería y Manzanillo, en el que se pone en riesgo a población que se localiza en viviendas, escuelas, hospitales, mercados, plazas, templos, centros comerciales, calles y avenidas. Es significativo destacar los derrames o fugas que se han presentado en gasolineras de la ciudad de Colima. Las diferentes instituciones no llegan a ponerse de acuerdo sobre la distancia de seguridad que debe existir entre una estación de servicio y las edificaciones esenciales como escuelas, hospitales, albergues, etcétera. Sin embargo, en este Catálogo se ha trabajado tomando en consideración lo que distintas normas y reglamentos disponen sobre el tema.

Riesgos sanitarios

Los riesgos sanitarios comprenden una serie de enfermedades que afectan a la población estatal en general, entre las que se encuentran conjuntivitis, hipertensión, cáncer de mama, diabetes tipo I y II, isquémicas, embolia, shigelosis, paratifoidea, intoxicación, fiebre tifoidea, amebiasis, neumonías y bronconeumonías, influenza, infecciones agudas, dengue clásico y hemorrágico, VIH y otras infecciones.

Con la información proporcionada por la Secretaría de Salud del Estado de Colima, correspondiente al número de casos registrados por enfermedad en cada municipio en el periodo 2004-2007. Para manejar la información en el SIG se adicionaron los datos de georreferenciación de cada municipio.

Para obtener el riesgo se tomó en cuenta la información del II Censo de Población y Vivienda del INEGI (2005) correspondiente a cada municipio del estado y a los casos registrados en el periodo de estudio de cada enfermedad. Se calculó el riesgo utilizando el método Cutler-Ederer (Cutler *et al.*, 1958), que arroja como resultado el riesgo que tuvo el municipio en cada enfermedad en el periodo 2004-2007.

La representación geográfica se realizó mediante la elaboración de mapas temáticos por cada enfermedad. Lo que beneficia a la población en general y en particular a las dependencias de salud y gubernamentales para el conocimiento del riesgo de determinada enfermedad en el estado.

Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de infraestructura sanitaria

Se evaluó la vulnerabilidad sísmica en 14 hospitales del estado, utilizando para ello tres métodos, dos empíricos y uno híbrido. Los dos primeros fueron utilizados en todas las estructuras y son los de caracterización y categorización, y el método de inspección y puntaje. La última evaluación de vulnerabilidad se realizó utilizando un método híbrido,

el cual consiste en una combinación de un método analítico con uno experimental. Se elaboraron mapas de identificación de las edificaciones a nivel estatal y municipal mostrando la vulnerabilidad sísmica mediante los diferentes métodos utilizados, lo que permite a las autoridades de salud y gubernamentales conocer el estado de la infraestructura sanitaria para poder tomar decisiones al respecto. Con los análisis, se concluyó que la mayoría de los edificios evaluados presentan una vulnerabilidad sísmica entre media y baja.

► Productos entregados

Resultado del CREC, se generó un producto integral de consulta, el Sistema de Información Geográfica, el cual detalla en medios magnéticos las topologías geográficas generadas y utilizadas con su respectiva información tabular. La información geográfica se organizó en archivos vectoriales *Shape* e información *ráster*. El sistema se implementó bajo una plataforma de 32 bits, con sistema operativo Windows XP Profesional SP2, con la utilización de los programas que engloban el ArcGis Desktop 9.x (ArcMap, ArcCatalog) Er Mapper 7.1, Autocad 2006 y Google Earth (versión gratuita).

Los SIG han adquirido gran importancia en los últimos años como herramientas en la producción y el manejo de información para investigadores, analistas y planificadores. En el caso del análisis de riesgo no ha sido la excepción, ya que para llevar a cabo estudios e investigaciones donde interactúen rasgos geográficos con aspectos sociales y donde los sistemas expuestos puedan cuantificarse, se requiere de tecnologías que por un lado tengan una gran capacidad para el manejo y consulta de información, y por el otro puedan realizar de manera sencilla operaciones matemáticas y estadísticas.

Además de la generación del SIG, se ha creado para este proyecto una herramienta de Consulta de Mapas de Riesgo que intenta ser una herramienta de consulta ágil para los no especializados en los SIG, ya que permite visualizar a través de una dirección electrónica la información de fenómenos naturales y antropogénicos, su zonificación e impacto en el estado de Colima. La información base de la plataforma está protegida contra descargas de archivos fuentes, pero deja habilitada la consulta gráfica y tabular para que cualquier persona desde su computadora pueda conocer los riesgos y su influencia. Los usuarios de Internet tienen así acceso a la aplicación del SIG sin tener que comprar programas patentados o que requieran instalación. Los datos de riesgo en el SIG se pueden distribuir de este modo –incluidos los mapas en vectores, las imágenes en cuadrícula y los cuadros de datos. Asimismo, es posible la generación e impresión inmediata de mapas sobre un peligro determinado. Para su consulta la herramienta está disponible en la dirección <http://catalogoderiesgos.ucol.mx>

► Conclusiones y/o beneficios obtenidos

El CREC es un proyecto con información vital que la sociedad civil, dependencias de gobierno e instituciones privadas deben conocer y difundir, ya que detalla el comportamiento de los fenómenos naturales y antropogénicos estudiados y la probable afectación hacia sus habitantes.

El CREC es una herramienta en la identificación de los peligros y la mitigación de los riesgos, y es el antecedente de los Atlas de Riesgo que deberán elaborarse en el estado de Colima en el corto plazo y con un mayor nivel de detalle.

Para el uso de la plataforma digital no es necesario tener una computadora poderosa para ingresar al catálogo de riesgo vía web. Todo lo que necesita el usuario es un buscador básico y una conexión a Internet.

El CREC se presenta como un primer intento por condensar la información correspondiente a las amenazas naturales y antropogénicas que se presentan en el estado de Colima. Sin embargo, se requiere de mayor detalle tanto en la generación de datos como en el análisis espacial de los mismos. Es una herramienta que puede ser utilizada con toda seguridad por los sistemas de protección civil, estatales y municipales, y por cualquier organismo encargado en la toma de decisiones donde se involucre a la población.

► Referencias

Balramand Suzana Dragievi Shivanand (2006). *Collaborative Geographic Information Systems*. Idea Group Publishing 2006. ISBN: 1591408458.

Bernardo, A., Ugarte, A., Reyes, M. (2001). "Estudio de Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico en Posoltega y Quezalgaque". MOVIMONDO-UNI. Managua, Nicaragua.

CENAPRED (2001). "Diagnóstico de Peligros e Identificación de Riesgos de Desastres en México", Centro Nacional de Prevención de Desastres, México DF.

CENAPRED (2002) "Programa especial de prevención y mitigación del riesgo de desastres 2001- 2006". México.

CENAPRED-Sistema Nacional de Protección Civil (2004) *Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos*. Versión 2004. México.

Cutler S., J, Ederer F. "Maximum utilization of the life table method in analyzing survival". *J Chronic Dis* 1958; 8: 699-712.

García Arróliga, Norlang., Marín Cambranis, Rafael., & Méndez Estrada, Karla (2006). "Vulnerabilidad Social". En C. y. SEGOB, *Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos (Evaluación de la Vulnerabilidad Física y Social)* (pp. 75 a 146). México: CENAPRED.

Hall G. Brent, Leahy Michael G (2008) *Open Source Approaches in Spatial Data Handling*. Springer. ISBN: 978-3-540-74830-4.

Instituto de Ingeniería, UNAM-CENAPRED (2003) "Guía Metodológica para el Análisis del Peligro, Vulnerabilidad, Riesgo y Pérdidas Causadas por Desastres Naturales o Antropogénicos y su Reducción y Prevención". México.

Kropla Bill (2005). *Beginning MapServer Open Source GIS Development*. Apress. ISBN: 1-59059-490-8.

Mitchell Tyler (2005). *Web Mapping Illustrated*. O'Reilly. ISBN: 0-596-00865-1.

Navarro, Carlos, *et al.* (2003), *Mapa de Peligros Volcán de Fuego de Colima*. Observatorio Vulcanológico, Universidad de Colima, Gobierno del Estado de Colima.

Reyes Salinas, C., Flores Corona, L., Pacheco Martínez, M. A., López Bátiz, O., Valerio Zárate, L. Á., & Zepeda Ramos, O. (2008). "Evaluación simplificada de la vulnerabilidad de la vivienda unifamiliar ante sismo y viento. Recuperado en Marzo de 2008", de Centro Regional de Información sobre Desastres América Latina y el Caribe: <http://www.crid.or.cr/digitalizacion/pdf/spa/doc16159/doc16159-5a.pdf>

Zepeda Ramos, Óscar., González Martínez, Susana (2001). *Diagnósticos de Peligros e Identificación de Riesgos de Desastres en México*. México: CENAPRED.



DETERMINANTES POLIMÓRFICOS DE OBESIDAD EN POBLACIÓN INFANTIL Y JUVENIL EN EL ESTADO DE COLIMA¹

Elena Margarita Castro Rodríguez,² Luis Ignacio Angel Chávez y Carlos Enrique Tene Pérez

► Introducción

La obesidad infantil en México se ha incrementado en las últimas décadas hasta alcanzar niveles epidémicos. Se ha demostrado que alrededor de 30% de la población infantil y juvenil tiene algún grado de obesidad [1-5], y es considerado un problema de salud pública debido a su asociación con múltiples desórdenes metabólicos que anteriormente sólo se encontraban en población adulta, tales como diabetes tipo 2 y síndrome metabólico [6-9].

Hay más de 430 regiones cromosómicas con genes variantes (polimorfismos) involucrados en la regulación del peso corporal y el desarrollo de obesidad; muchos de ellos están representados muy escasamente en las diferentes poblaciones estudiadas hasta la fecha. Para este estudio, nosotros escogimos evaluar los genes con variantes gené-

¹ Proyecto FOMIX: COL-2005-CO1-21

Monto aprobado y total: \$672,600.00

² Del Centro Universitario de Investigaciones Biomédicas de la Universidad de Colima.



ticas involucradas en obesidad, que han demostrado tener una prevalencia aproximada de 30% en algunas poblaciones, ya que creemos que los individuos obesos presentarán más probablemente las variantes alélicas que representan riesgo para el desarrollo de esta enfermedad.

Los polimorfismos estudiados en este trabajo pueden estar relacionados con obesidad en una gran variedad de vías metabólicas entre las que se encuentran la obtención de energía: ácido glutámico descarboxilasa 2 (GAD2), proteína de transferencia microsomal (MTTP), glutamina: fructosa-6-fosfato amidotransferasa (GFAT); genes relacionados con adipogénesis y resistencia a la insulina: receptor activado por proliferador de peroxisomas gama (PPARG), receptores beta adrenérgicos 2 y 3 (ADRB2 y ADRB3); genes relacionados con la ingesta de alimento: receptor a leptina (LEPR); genes relacionados con la transducción de señales: subunidad beta 3 de proteínas G (GNB3), interleucina 6 o interferón beta 2 (IL6ST), receptor 2 del factor de necrosis tumoral (TNFRSF1B) y genes relacionados con fibrinólisis: inhibidor de los activadores del plasminógeno tipo 1 (PAI-1). Los polimorfismos que evaluaremos han sido estudiados previamente y se ha encontrado que alguno de sus alelos pueden ser factores de riesgo para obesidad en diferentes poblaciones [10-22].

► Demanda específica que atiende el proyecto a nivel estatal o municipal

En materia de salud, se atendió la demanda 2.1: Determinar los principales factores de riesgo de obesidad en la población del estado de Colima.

► Objetivo general

Investigar en la población infantil y juvenil (6-18 años) de Colima, obesos y de peso corporal normal, el perfil polimórfico de 11 genes que han sido probados previamente por su capacidad de incidir en el riesgo de obesidad en otras poblaciones. Evaluar si alguno de estos polimorfismos está relacionado con obesidad y con niveles anormales de lípidos y glucosa en sangre, y determinar si en la población colimense existe una relación entre la carga genética y la predisposición a obesidad.

► Descripción del desarrollo del proyecto (proceso y beneficios)

Material y métodos

Individuos de estudio. A partir de una población mestiza mexicana, se seleccionaron de manera aleatoria 827 participantes con edades entre 6 a 17 años de edad. El estudio fue

aprobado por el Comité de Ética y Bioseguridad del Centro Universitario de Investigaciones Biomédicas de la Universidad de Colima (2006/31) y todos los padres o tutores de los sujetos dieron su consentimiento, informado por escrito antes de su participación.

Muestras. A cada individuo se le tomó una muestra de sangre periférica por punción venosa en un tubo estéril con anticoagulante K₃EDTA, previo ayuno de 12 horas, para determinar los niveles séricos de glucosa, triglicéridos, colesterol total, colesterol LDL y HDL; y para extraer el DNA y determinar los genotipos de los diferentes genes. Se elaboró una historia clínica de cada participante en la que se incluyeron datos generales. Análisis clínicos. Los niveles de glucosa, triglicéridos, colesterol total, colesterol LDL y HDL fueron determinados por duplicado mediante espectrofotometría, utilizando reactivos Human (Wiesbaden, Alemania).

Características antropométricas. Se evaluó el índice de masa corporal, peso, talla, y plicometría. El peso y talla se determinaron en una báscula hospitalaria con estadímetro marca Torino. La medición de la talla se realizó al 0.5 cm más cercano; con el sujeto sin zapatos y con los talones juntos, con la cabeza en eje Frankfurt en una posición horizontal. El peso se registró a los 100 gr más cercanos al fiel de la báscula, con el sujeto vistiendo ropa ligera. La plicometría se llevó a cabo por duplicado, al milímetro más cercano utilizando un plicómetro de Lange, en el lado derecho del cuerpo con los sujetos de pie y relajados. Fueron medidos los pliegues subescapular, bicipital, tricipital, suprailíaco. Los perímetros corporales (cintura, cadera, cintura escapular) se determinaron por duplicado al milímetro más cercano empleando una cinta métrica plástica, con el sujeto relajado, con su peso bien balanceado en ambos pies y éstos con una separación entre ellos de aproximadamente 30 cm.

Obtención de DNA genómico. Para la extracción de DNA se empleó el método propuesto por Gustincich [23]; el botón de DNA obtenido se resuspendió en 200 µL de agua estéril, y se calculó la concentración e integridad por espectrofotometría.

Tipificación de los polimorfismos. Las variantes de los diferentes genes se determinaron mediante la técnica de longitud de fragmentos de restricción polimórficos-reacción en cadena de la polimerasa (PCR-RFLP). Los fragmentos polimórficos fueron amplificados a partir de DNA genómico (200 ng en 25 µL de reacción) mediante la utilización del kit AccuPrime™ Taq DNA Polymerase System (Invitrogen; California, USA), siguiendo las indicaciones del fabricante y utilizando para las variantes génicas los iniciadores descritos en la Tabla 1. Los fragmentos polimórficos obtenidos de PCR fueron digeridos con 5 U de las endonucleasas de restricción (New England Biolabs; Ontario, Canadá).

Tabla 1. Secuencia de primers utilizados para amplificar los fragmentos polimórficos de los diferentes genes estudiados (continúa...)

Gen	Polimorfismo	No. de acceso Gene Bank	Primers	Amplicon (pb)	Enzima de restricción
PPARG	Pro12Ala	rs1805192	F-GCCTAGACAGC ACTAAGAAG R-GCCTGAGATAC AACTGACAG	692	Bgl I
LEPR	Lys109Arg	rs8179183	F-AATTTATTTATG TGATAACTGCGT R-AATAAGGTGTG TTTTCTATTTCT F-TTCAGATACCTT TTAAGCTGG	600	Secuenciación
	Gln223Arg	rs1137101	R-CCTTTATAIATG ACTGATGTTTA F-ATGTATGAGGTT TATGATGCAAA R-TAACTTTGCCCA AATAGTACTG	392	Msp I
	Lys656Asn	rs8179183		600	Secuenciación
ADRB3	Trp64Arg	rs4994	F-ATGGCTCCGTG GCCTCAC R-ACCCACACCCAG GACCACAG	488	PfIM I
ADRB2	Gln27Glu	rs1042714	F-GCGCTTACCTGC CAGACTG R-TCCACACCATCA GAATGATCA	500	Tse I
MTTP	933 C/A	rs17029213	F-GTTATGAGTGG GGTATGAGC R-TGGGGAACCTTA CAATACTTCC F-CCTAAAACATTG ATATCCATGAT R-TTTATAGGAGTT GAGGGTCTTTA F-AGACAATGCTG ATTTGCTCCA R-TAATGATTAAAC GTAGGTGGG	238	BstN I
	1151 A/C	rs17029215		249	Tsp45 I
	-400 T/A	rs1800803		500	Ssp I

Tabla 1. Secuencia de primers utilizados para amplificar los fragmentos polimórficos de los diferentes genes estudiados (termina)

Gen	Polimorfismo	No. de acceso Gene Bank	Primers	Amplicon (pb)	Enzima de restricción
TNFRSF1B	1663 G/A	rs1061624	F-TTGGAGTGCCT GATGCTGG R-ACTCAGGCAGC ATCCCTC	500	Secuenciación
	1690 T/C	rs3397	F-TTGGAGTGCCT GATGCTGG R-ACTCAGGCAGC ATCCCTCC	500	Secuenciación
PAI-1	Ala15Thr	rs6092	F-CTTGCTCTAGGA TGCAGATG R-TCACCATCAATC TTGAATCCC	286	PshA I
GNB3	825 C/T	rs5443	F-TTCTTCCCAAT GGAGAGG R-CTCTCAGTGGG TGCCCT	526	Btg I
IL6ST	-174 G/C	rs1800795	F-TTCTTCATAATC CCAGGCTTG R-CGTTCTGAAGA GGTGAGTG	900	BstF5 I
	-572 G/C	rs34709428	F-GAAGGGTCCTA CTCAGAGC R-GAAACAAAGGA TATTCAAACCTGC	600	secuenciación
GAD2	-243 A/G	rs7090727	F-CTACCAAGGCG CTGAAATGA R-TGTCACGCAGG AACAGAAAAC	674	BspCN I
GFPT1	-913 G/A	rs73934911	F-TTTTTGATATTC AGTTTAGAACTTA R-AGGTTAAGATT TTCTAATAGTTATT	500	CpsC I

Los fragmentos digeridos fueron sometidos a electroforesis en geles de agarosa al 4% y 2% con buffer TBE (Tris-Boratos 90 mM, EDTA 2 mM) a 100 V durante 1 hora, y teñidos con bromuro de etidio. Los resultados fueron analizados mediante un documentador de geles Geldoc (Bio-Rad; California, USA).

Los fragmentos polimórficos evaluados por secuenciación fueron sometidos a una reacción utilizando ddNTP's terminadores fluorescentes (BigDye Terminator; Applied Biosystems). Los productos de la reacción fueron purificados mediante cromatografía de afinidad (DyeEx 2.0 Spin Kit; QIAGEN), antes de introducirse en un secuenciador automático ABI-PRISM 3000 (Applied Biosystems). Los genotipos fueron obtenidos directamente de los electroferogramas del equipo.

Evaluación estadística. Se empleó estadística descriptiva (media y desviación estándar), para analizar las características de los participantes. Se utilizó la prueba de χ^2 para la evaluación de la asociación estadística entre la presencia de los polimorfismos en cada uno de los grupos. Se determinó la razón de momios, para la evaluación de cada uno de los polimorfismos como factor de riesgo asociado a obesidad. Se utilizó la prueba T de Student. Para evaluación de las diferencias de medias entre ambos grupos se consideró como estadísticamente significativo un valor de $P < 0.05$. El análisis de los datos se realizó con la versión 12.0 de paquete estadístico SPSS.

Resultados

Las características clínicas de los sujetos de estudio se presentan en la Tabla 2, en la cual puede observarse que la diferencia en edad y género de los dos grupos no es estadísticamente significativa ($P = 0.850$ y $P = 0.2839$, respectivamente). Como era de esperarse, cuando se comparó el estado ponderal entre los dos grupos, se encontraron diferencias estadísticamente significativas en peso ($P < 0.001$), altura ($P = 0.018$), IMC ($P < 0.001$), % de grasa ($P < 0.001$), pliegues cutáneos ($P < 0.001$) y circunferencias ($P < 0.001$). Sin embargo, al comparar los valores de glucosa y lípidos en sangre de los dos grupos, no se encontraron diferencias significativas.

La frecuencia de alelos de los polimorfismos estudiados se muestra en la Tabla 3. Todos los polimorfismos muestran estar en equilibrio, según la prueba de Hardy-Weinberg [24].

De los polimorfismos estudiados, sólo encontramos asociación causal o estadística entre obesidad y los alelos A del polimorfismo rs17029213 del gen MTTP y G del polimorfismo rs1061624 del gen TNFRSF1B. Por el contrario, el alelo Arg del polimorfismo rs1137101 del gen LEPR está asociado a protección para desarrollar obesidad, ya que los individuos portadores de este alelo presentaron menores medidas de circunferencias corporales y pliegues cutáneos, además de un aumento en los niveles de colesterol HDL.

La Tabla 4 muestra los resultados obtenidos de la evaluación de riesgo para obesidad por tener alguno de los alelos mencionados, con sus respectivos intervalos de confianza y el valor de P. No se encontró asociación entre obesidad y carga genética con algún otro alelo.

Tabla 2. Características clínicas de los participantes con base en su estado ponderal

	Peso normal (n=339)	Sobrepeso-obesos** (n=488)	p***
Género (femenino/masculino)*	113/226	201/287	0.2839
Edad (años)	11.33±4	11.43±3	0.850
Peso (Kg)	40.74±14.2	61.19±16.9	<100.0
Altura (m)	1.46±0.2	1.52±0.1	0.018
IMC (Kg/m ²)	18.49±3.1	25.99±4.5	<100.0
Percentil de IMC sexo edad específicos	45.27±20.7	93.08±4.4	<100.0
% Grasa	24.35±4.6	32.97±6.2	<100.0
Pliegues Cutáneos (mm)			
Bicipital	10.31±4.4	17.57±4.1	<100.0
Tricipital	17.27±5.2	25.83±4.9	<100.0
Subescapular	12.58±4.6	21.53±6.6	<100.0
Suprailíaco	26.12±11.5	45.63±11.6	<100.0
Circunferencias (mm)			
Cintura escapular	88.84±10.9	103.87±12.3	<100.0
Cintura	65.64±7.9	84.43±10.9	<100.0
Cadera	82.71±12.0	95.95±11.8	<100.0
Brazo medio	21.64±3.2	27.55±3.6	<100.0
Glucosa (mg/dl)	88.15±10.9	88.79±11.7	0.758
Colesterol (mg/dl)	144.17±39.6	146.81±41.5	0.724
Triglicéridos (mg/dl)	112.81±43.1	121.07±50.4	0.344
Colesterol LDL (mg/dl)	96.11±21.5	102.80±24.4	0.118
Colesterol HDL (mg/dl)	39.82±9.4	37.64±9.6	0.213

*Los resultados son expresados en media \pm desviación estándar a excepción del género que se expresa en valores absolutos. **Obeso según los valores de corte para percentil de masa corporal sexo edad específicos (\geq al percentil 85). ***t de Student con excepción de la edad, circunferencia de cintura y percentil de índice de masa corporal los cuales se analizaron con la prueba de Mann-Whitney. El género se analizó con χ^2 .

Aun cuando la asociación de alelos Lys y Asn del polimorfismo Lys 656 Asn del gen LEPR con obesidad no mostró significancia, al analizar los distintos genotipos del polimorfismo Lys656Asn del gen LEPR y los grupos de estudio (obesos y no obesos), se encontró que los individuos de peso normal portadores del alelo Asn presentaron valores estadísticamente menores en el espesor de: pliegues bicipital, tricipital y suprailíaco, también en la circunferencia de cadera y brazo medio (Tabla 5). Mientras tanto, las personas obesas portadoras del alelo Lys, presentaron menores niveles séricos de colesterol HDL (P=0.006).

Tabla 3. Frecuencias de alelos de los polimorfismos en población del estado de Colima

Polimorfismo	Número de individuos por genotipo	Frecuencia de alelos	P*	Frecuencia del alelo silvestre obeso/normal	Frecuencia del alelo variante obeso/normal
PPARG Pro12Ala	PP = 0, PA = 0, AA =828	P = 0.0 / A = 1.0	-	-	-
LEPR Lys109Arg	KK=370, KR=349, RR=108	K =0.65/ R =0.35	< 0.01	K = 0.68 / 0.62	R = 0.32 / 0.38
LEPR Gln223Arg	QQ=238, QR=370, RR=219	Q =0.51/ R =0.49	< 0.01	Q = 0.49 / 0.54	R = 0.51 / 0.46
LEPR Lys656Asn	KK=661, KN=159, NN=7	K =0.89/ N = 0.11	< 0.01	K = 0.91 / 0.87	N = 0.09 / 0.13
ADRB3 Trp64Arg	WW=645, WR=181, RR=1	W = 0.88/ R= 0.12	< 0.01	W = 0.88 / 0.88	R = 0.12 / 0.12
ADRB2 Gln27Glu	GG=488, GE=331, EE=8	G = 0.79/ E= 0.21	< 0.01	G = 0.77 / 0.78	R = 0.23 / 0.22
MTP 933 C/A	CC=702, CA=124, AA=1	C = 0.92/ A= 0.08	< 0.01	C = 0.89 / 0.97	A = 0.11 / 0.03
MTP 1151 A/C	AA=645, AC=174, CC=8	A = 0.88/ C= 0.12	< 0.01	A = 0.86 / 0.87	C = 0.14 / 0.13
MTP -400 T/A	TT=827, TA=0, AA=0	T = 1.0 / A= 0.0	-	-	-
TNFRSF1B 1663 G/A	GG=306, GA=322, AA=199	G = 0.56/ A= 0.44	< 0.01	G = 0.66 / 0.42	A = 0.34 / 0.58
TNFRSF1B 1690 T/C	TT=182, TC=305, CC=340	T = 0.40/ C= 0.60	< 0.01	T = 41/ 40	C = 0.59 / 0.60
PAI-1 Ala15Thr	AA=828, AT=0, TT=0	A=1.0 / T=0.0	-	-	-
GNB3 825 C/T	CC=123, CT=698, TT=6	C=0.57 / T=0.43	< 0.01	C = 0.43 / 0.44	T = 0.57 / 0.56
IL6ST -174 G/C	GG=595, GC=127, CC=107	G=0.79 / C= 0.21	< 0.01	G = 0.79 / 0.77	C = 0.21 / 0.23
IL6ST -572 G/C	GG=587, GC=198, CC=42	G = 0.83/ C= 0.17	< 0.01	G = 0.82 / 0.81	C = 0.18 / 0.19
GAD2 -243A/G	AA=0, AG=99, GG=728	A = 0.06/ G= 0.94	< 0.01	A = 0.06 / 0.06	G = 0.94 / 0.94
GFAT -913G/A	GG=827, GA=0, AA=0	G = 1.0 / A= 0.0	-	-	-

*La prueba de X^2 fue utilizada para evaluar la ley de equilibrio de Hardy-Weinberg.

Discusión

La alta prevalencia de obesidad en la niñez y la adolescencia [1-5], tiene como consecuencia la temprana aparición de problemas de salud; entre ellos, el síndrome metabólico y la diabetes tipo 2 [6-9]. Es alarmante la prevalencia de obesidad en la muestra estudiada en este trabajo, donde encontramos que más de la mitad (59%) de la población infantil y juvenil presenta algún grado de sobrepeso u obesidad, aunque la muestra tiene un sesgo ya que sólo muestreamos las escuelas de las zonas urbanas. Existe un gran número de publicaciones que apuntan al hecho de que la población hispana tiene una gran predisposición a la obesidad [25, 26]. Es importante por tal motivo estudiar los mecanismos genéticos que predisponen a los individuos a sufrirla. En este estudio, nosotros tratamos de encontrar asociación entre los polimorfismos de diferentes genes con obesidad en una muestra infantil y juvenil de población mestiza mexicana. Nuestros resultados de-

Tabla 4. Factor de riesgo para obesidad de los polimorfismos

Genotipo	No. de individuos Obeso	No. de individuos Normal	OR (IC 95%)	p*
MTTP 933 CC	363	339	Alelo C = 0.01 (0.0014 – 0.0717)	< 0.01
MTTP 933 CA	123	1	Alelo A = 99.79 (13.93 – 717.150)	2.6921
MTTP 933 AA	1	0		1
TNFRSF1B 1663 GG	200	106	Alelo G = 2.7078 (2.2122 – 3.3145)	0.03
TNFRSF1B 1663 GA	248	74	Alelo A = 0.3693 (0.3017- 0.452)	0.175
TNFRSF1B 1663 AA	40	159		
LEPR 656 Lys/Lys	409	252	Alelo Lys = 1.5234 (1.111 – 2.0888)	3.045
LEPR 656 Lys/Asn	72	87	Alelo Asn = 0.6564 (0.4787 – 0.9)	0.69
LEPR 656 Asn/Asn	7	0		

* Evaluada mediante χ^2 .

muestran que sólo existe asociación de los alelos A del polimorfismo rs17029213 del gen MTTP, el alelo G del polimorfismo rs1061624 del gen TNFRSF1B con obesidad y asociación del alelo Asn del polimorfismo rs8179183 del gen LEPR, con el estado metabólico de los individuos que conforman nuestra muestra.

En la última década han sido reportados diversos estudios acerca de la asociación entre el índice de masa corporal y polimorfismos de los genes estudiados aquí [10-22]. La mayoría de estos estudios se limitan a muestras de individuos adultos. El hecho de no haber encontrado asociación entre los alelos de muchos de los polimorfismos estudiados y la obesidad en nuestra muestra, puede ser debido a que estos genes tienen un comportamiento de expresión diferencial entre los individuos de diferentes edades y estados metabólicos [27-29], lo que permite a los polimorfismos presentar mayor o menor poder de acción según el medio ambiente (vejez, menopausia, adolescencia, obesidad, entre otros) del individuo; esto no quiere decir que no pueda haber asociación de estos genes en otra muestra con diferentes características, tal como ha sucedido en los reportes antes mencionados.

Un hecho que nos llamó la atención fue la gran cantidad de trabajos de investigación donde se demuestra que un alto porcentaje de adolescentes con elevados volúmenes de grasa intra-abdominal presentan síndrome metabólico, medido a través de la elevación de los niveles de glucosa y lípidos en sangre [30]. Nosotros no encontramos evidencias de la presencia de síndrome metabólico en nuestra muestra, ya que los niveles de glucosa

Tabla 5. Características clínicas de los individuos portadores del alelo Asn del polimorfismo Lys656Asp del gen LEPR

	LEPR K656N		p**
	K/K (n=658)	K/N y N/N (n=169)	
Género (femenino/masculino)*	(239/419)	(78/91)	0.856
Edad (años)	11.67±3	10.31±3	0.036
Peso (Kg)	54.80±18.4	45.36±18.6	0.210
Talla (m)	1.51±0.1	1.45±0.1	0.072
IMC (Kg/m ²)	23.49±5.3	20.79±5.6	0.023
Percentil de IMC sexo edad específicos	75.98±25.6	64.54±31.7	0.098
% Grasa	29.52±7.2	31.88±6.2	0.213
Pliegues Cutáneos (mm)			
Bicipital	15.39±5.2	11.58±5.8	0.001
Tricipital	23.35±6.1	18.42±7.1	<0.001
Subescapular	18.67±7.2	14.85±7.4	0.170
Suprailíaco	39.67±14.4	30.00±15.2	0.003
Circunferencias (mm)			
Cintura escapular	99.40±13.0	91.34±15.7	0.008
Cintura	78.19±13.1	71.32±13.9	0.020
Cadera	91.88±13.0	85.44±14.6	0.030
Brazo medio	25.70±4.3	23.01±4.5	0.006
Glucosa (mg/dl)	88.28±11.4	89.70±11.4	0.594
Colesterol (mg/dl)	146.73±39.0	141.06±48.1	0.555
Triglicéridos (mg/dl)	119.70±47.9	108.30±45.5	0.310
Colesterol LDL (mg/dl)	100.16±22.7	99.41±26.8	0.892
Colesterol HDL (mg/dl)	37.70±9.5	43.38±9.0	0.006
* Los resultados son expresados en media ±desviación estándar a excepción del género que se expresa en valores absolutos. ** t de Student con excepción de Percentil de Índice de masa corporal los cuales se analizaron con el test Mann-Whitney. El género se analizó con X ² .			

y lípidos en sangre no fueron diferentes en los individuos de peso corporal normal comparados con aquellos de los individuos con obesidad o sobrepeso. Sin embargo, se requieren estudios más detallados para poder demostrar alguna evidencia de síndrome metabólico en los individuos con sobrepeso y obesos de nuestra muestra. Algunos de estos estudios podrían estar enfocados a la evaluación de la expresión de ciertas proteínas, entre ellas leptina, receptor a leptina, insulina, entre otras.

El alelo A del polimorfismo rs17029213 del gen MTTP, asociado a obesidad en este estudio, ha sido relacionado también con la presencia de mayores niveles de colesterol LDL y triglicéridos y, como consecuencia, con el desarrollo de síndrome metabólico [31, 32].

La proteína microsomal de transferencia de triglicéridos o MTTP es requerida para el ensamble y secreción de lipoproteínas que contienen apolipoproteína B a partir del intestino y el hígado, y su mal funcionamiento puede interferir con la absorción normal de grasas y las vitaminas solubles en grasas a partir de los alimentos.

En estudios donde se inactivó MTTP en un modelo murino, se encontró reducción de lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL) y triglicéridos, así como de colesterol HDL en plasma [33].

El alelo estudiado aquí puede estar involucrado en la regulación a la baja de esta proteína. Cabe mencionar que aunque encontramos asociación con obesidad, no encontramos diferencias en la cantidad de colesterol HDL o triglicéridos en la población portadora de este alelo. Ya que se ha demostrado que la población hispana tiene una tendencia genética a sufrir diabetes, y la obesidad también es un factor que puede desencadenar dicha patología, es muy importante hacer investigaciones más profundas que revelen el mecanismo fisiológico de dicho polimorfismo.

El alelo G del polimorfismo del gen TNFRSF1B asociado a obesidad en este estudio tiene un papel primordial en la respuesta de inflamación. El receptor tipo 2 del factor de necrosis tumoral alfa (TNFRSF1B o TNFR2) es el más grande de estos receptores y se encuentra fuertemente expresado en linfocitos T y B estimulados. La inflamación juega un papel crucial en la patogénesis de la diabetes tipo 2 y existen diversas líneas de evidencia que sugieren una importante contribución del dicho receptor a esta enfermedad. Los polimorfismos de este receptor han sido ampliamente estudiados como factor de riesgo para obesidad, ya que es altamente expresado por el tejido adiposo [34]; sin embargo, gran parte de ellos coinciden en que su papel principal se encuentra en su capacidad de promover la inflamación [35]. Es importante estudiar otros aspectos de este gen para determinar su forma de acción para promover la obesidad y su papel determinante en el desarrollo de diabetes tipo 2. Un aspecto importante de este trabajo es el de poder detectar tempranamente esta enfermedad [36] y este polimorfismo sería de gran ayuda.

El receptor a leptina LEPR es un mediador importante en la sensación de saciedad. En este estudio, aunque ninguno de sus alelos parece estar relacionado con obesidad, el alelo Asn sí parece estar relacionado con el estado metabólico de los individuos que conforman nuestra muestra, ya que presentaron menores medidas en pliegues cutáneos,

circunferencias e índice de masa corporal, además de presentar niveles mayores de lipoproteínas de alta densidad y menores concentraciones de triglicéridos.

Dos proteínas clave en el metabolismo de las HDL son la proteína de transferencia de fosfolípidos (PLTP) y la proteína de transferencia colesterol ester (CEPT); ambas están involucradas en el transporte de fosfolípidos, colesterol ester y triglicéridos entre las LDL, VLDL y HDL [37]. La expresión de estas proteínas se encuentra elevada en personas obesas, y su presencia es relacionada directamente con el IMC [38, 39]. En estudios llevados a cabo en cultivos de células HepG2, se observó que la leptina suprime la actividad de PLTP y CETP, originando con ello un decremento de los niveles de colesterol HDL [40]. En el presente estudio se encontró que los portadores del alelo 656N, presentaron un reducido IMC, menores perímetros corporales y aumento de colesterol HDL, sugiriendo una diferencia en la señalización del receptor a leptina en estos individuos. Aun cuando hace falta llevar a cabo más estudios para tratar de establecer una relación entre la presencia de este polimorfismo y el metabolismo de colesterol HDL, podríamos sugerir que este polimorfismo produce cambios en la señalización del receptor a leptina y, de esta manera, origina el aumento en los valores de HDL observado en sus portadores.

Una limitación del presente estudio es el pequeño tamaño de muestra. Sin embargo, pensamos que este trabajo es importante para mostrar las frecuencias de alelos en nuestra población y la falta de asociación o la asociación de los polimorfismos con el estado ponderal de los individuos jóvenes en una población mestiza mexicana, lo cual servirá como base para estudios acerca de los mecanismos que subyacen al efecto de estos polimorfismos.

► Productos entregados

- Resultados del muestreo de la población infantil y juvenil.
- Base de datos: conteniendo el historial clínico y de la evaluación realizada.
- Muestras de DNA clasificadas.
- Perfil polimórfico de genes relacionados con obesidad de una muestra representativa de la población infantil y juvenil del estado de Colima.
- Asociación y correlación del perfil polimórfico de la población infantil y juvenil del estado de Colima.
- Una tesis de licenciatura.
- Una tesis de maestría.

► Conclusiones y/o beneficios obtenidos

Conclusiones

- La incidencia de obesidad en nuestra muestra fue de 59%.
- El alelo A del polimorfismo rs17029213 del gen MTTP, así como el alelo G del polimorfismo rs1061624 del gen TNFRSF1B, están asociados a obesidad en nuestra muestra de individuos entre 6 y 18 años del estado de Colima.
- El alelo Arg del polimorfismo rs1137101 del gen LEPR está asociado a protección para desarrollar obesidad, esto es, disminución de medidas de circunferencias corporales y pliegues cutáneos, además de aumento en los niveles de colesterol HDL.
- No encontramos evidencias de la presencia de síndrome metabólico en nuestra muestra, ya que los niveles de glucosa y lípidos en sangre no fueron diferentes en los individuos de peso corporal normal comparados con aquellos de los individuos con obesidad o sobrepeso.

Beneficios

- La identificación de los polimorfismos asociados a una enfermedad puede ayudar a elucidar su patogénesis, y su conocimiento puede ser usado para mejorar el pronóstico de una persona con un problema de salud en particular.
- En el caso de la obesidad por ejemplo, las proteínas que intervienen en los procesos de inflamación y en el ensamble de lipoproteínas, tales como TNFRSF1B y MTTP, cuyos polimorfismos estuvieron asociados con riesgo para esta enfermedad, así como el gen LEPR involucrado en la sensación de saciedad, asociado con protección contra obesidad, podrían ser estudiados con mayor profundidad y definir los parámetros (actividad enzimática y vías de señalización alternas) que determinen la respuesta de un individuo a los factores desencadenantes de dicha patología, y de esta forma incidir en los hábitos de una persona y sus descendientes para evitar dicho riesgo.
- Este estudio también servirá como base de trabajos clínicos posteriores y para incidir en un método que permita el seguimiento y prevención, a mediano plazo, de diabetes, enfermedades isquémicas del corazón y enfermedad cerebrovascular en la población adulta del estado de Colima.
- A mediano plazo, estos resultados pueden sentar las bases para estudios posteriores de desarrollo de fármacos, acordes a la carga genética de nuestra población.

Bibliografía

1. Del Río-Navarro, B.E *et al. Obes Res.* 2004; 12:215-23
2. Sánchez-Castillo, C.P.; Pichardo-Ontiveros, E.; López-R., P. *Gac Med Mex.* 2004; 140: S3-20
3. Martínez-Aguilar, M.L. *et al. Rev Lat Am Enfermagem.* 2010; 18: 48-53
4. Pérez-Morales, M.E. *et al. Arch Latinoam Nutr.* 2009; 59: 253-9.
5. Velasco-Martínez, R.M. *et al. Nutr Hosp.* 2009; 24: 187-92
6. Romero, J.B.; Briones, E.; Palacios, G.C.; Castelán, K. *J Pediatr Endocrinol Metab.* 2010; 23: 589-96
7. Juárez-López, C. *et al. BMC Public Health.* 2010; 10: 318
8. Vázquez-Nava, F. *et al. Scientific World Journal.* 2010; 10: 1339-46
9. Del-Río-Navarro, B.E. *et al. J Asthma* 2010; 47: 501-6
10. Bensen, J.T. *et al. Hum Hered.* 2004; 57: 128-37
11. Berthier, M.T. *et al. J Hum Genet.* 2004; 49: 684-90
12. Clement, K. *et al. New Eng. J. Med.* 1995; 333: 52-354
13. Guízar-Mendoza, J.M. *et al. J Hum Hypertens.* 2005; 19: 341-6
14. Halleux, C.M. *et al. J. Clin. Endocr. Metab.* 1999; 84: 4097-4105
15. Hamid, Y.H. *et al. Diabetología.* 2005; 48: 251-60
16. Lange, L.A. *et al. Int J Obes Relat Metab Disord.* 2005; 29: 449-57
17. Lopes, C. *et al. Obes Res.* 2004; 12: 1284-1290
18. Meyre, D. *et al. J Clin Endocrinol Metab.* 2005; 90: 2384-90
19. Ochoa, M.C. *et al. Int J Obes Relat Metab Disord.* 2004; 28: S37-41
20. Puga, I. *et al. Endocrinology.* 2005; 146: 2210-20
21. Siffert, W. *Annu Rev Med.* 2005; 56: 17-28
22. Weigert, C. *et al. J Clin Endocrinol Metab.* 2005;90:1639-43
23. Gustincich, S. *et al. Biotechniques.* 1991; 11: 298-300, 302
24. The Hardy-Weinberg Equilibrium. http://users.rcn.com/jkimball.ma.ultranet/BiologyPages/H/Hardy_Weinberg.html
25. Rosas, L.G. *et al. J Am Diet Assoc.* 2009; 109: 2001-9
26. McFarlin, B.K. *et al. J Pediatr Gastroenterol Nutr.* 2009; 49: 450-5
27. Ballabriga, A. *Eur J Clin Nutr* 2000; 54: S1-S6
28. Quinton, N.D. *et al. J Clin Endocrinol Metab* 1999; 84: 2336-2341
29. Corona, G. *et al. J Sex Med.* 2010; 7: 1362-80
30. Syme, C. *et al. Arch Pediatr Adolesc Med* 2008; 162: 453-461
31. Berthier, M.T. *et al. J Hum Genet.* 2004; 49: 684-90
32. Rubin, D. *et al. Hum Mutat.* 2008; 29: 123-9
33. Raabe, M. *et al. J. Clin. Invest* 1999; 103: 1287-1298

34. Cottam, D.R. *et al. Surg Obes Rel Dis.* 2009; 5:S18-S19
35. Cifuentes, M. *et al. Arch Biochem Biophys.* 2010; 500: 151-6
36. Rodríguez-Morán, M. *et al. Pediatr Diabetes.* 2010; 11: 331-6
37. Tall, A. *Annu Rev Biochem* 1995; 64: 235 – 257
38. Dullaart, R.P.F. *et al. Eur J Clin Invest* 1994; 24: 188-194
39. Arai, T. *et al. Arterioscler Thromb* 1994; 14: 1129-1136
40. Kaser, S. *et al. International Journal of Obesity* 2001; 25: 1633-1639



EVALUACIÓN DIAGNÓSTICA DE LA CALIDAD Y DISPONIBILIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA EN EL ESTADO DE COLIMA¹

Ernesto Pastén Zapata, Humberto Calderón Zúñiga, Jürgen Mahlkecht, Miguel Ángel López Zavala, Carlos Alberto Caballero García y Axel Horst²

► Resumen

Se realizó un análisis acerca de la disponibilidad y calidad del agua en el estado de Colima y con base en los resultados se desarrolló un plan de monitoreo. Esta investigación surge debido a la necesidad de generar información actual sobre la situación del agua en la entidad, ya que el último estudio de este tipo se había realizado hace 13 años y el desarrollo del estado en conjunto con otros factores podría haber modificado las condiciones en las que se encuentra el recurso. Como complemento de la información histórica disponible, se llevaron a cabo dos campañas en campo en las cuales se obtuvieron datos importantes para el desarrollo del proyecto. Para estimar la disponibilidad de agua en las corrientes superficiales y en los acuíferos se emplearon diversos índices de calidad y vulnerabilidad. Finalmente, para determinar la calidad del agua subterránea se analizaron en laboratorio muestras de agua de algunos pozos de la zona y se determinó la vulnerabilidad de los acuíferos del estado.

¹ Proyecto FOMIX: COL-2005-CO1-3

Monto aprobado y total: \$1,641,000.00

² Del Centro del Agua para América Latina y el Caribe, Tecnológico de Monterrey.



Introducción

La Comisión Estatal del Agua de Colima, en su carácter de organismo encargado del recurso en el estado, muestra interés en conocer la situación actual de la disponibilidad y calidad del líquido en los cuerpos de agua de la entidad. Este interés fue plasmado en el año 2005 dentro de la convocatoria del Fondo Mixto Colima, el cual constituye un fideicomiso entre el Estado de Colima y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). Es así como el proyecto “Evaluación diagnóstica de la calidad y disponibilidad del agua superficial y subterránea en el estado de Colima”, propuesto por el Centro del Agua del Tecnológico de Monterrey, nace como solución a la demanda planteada por la Comisión.

El Tecnológico de Monterrey ha participado en estudios similares desde 1998. Además, aportó fondos concurrentes para fortalecer el equipo de trabajo. Para el desarrollo del proyecto se planteó el uso de la metodología definida en la NOM-011-CNA-2000, mientras que para la determinación de la calidad se utilizan diferentes índices de calidad de agua superficial y subterránea.

Figura 1. Delimitación hidrológica superficial (CNA, 1990)

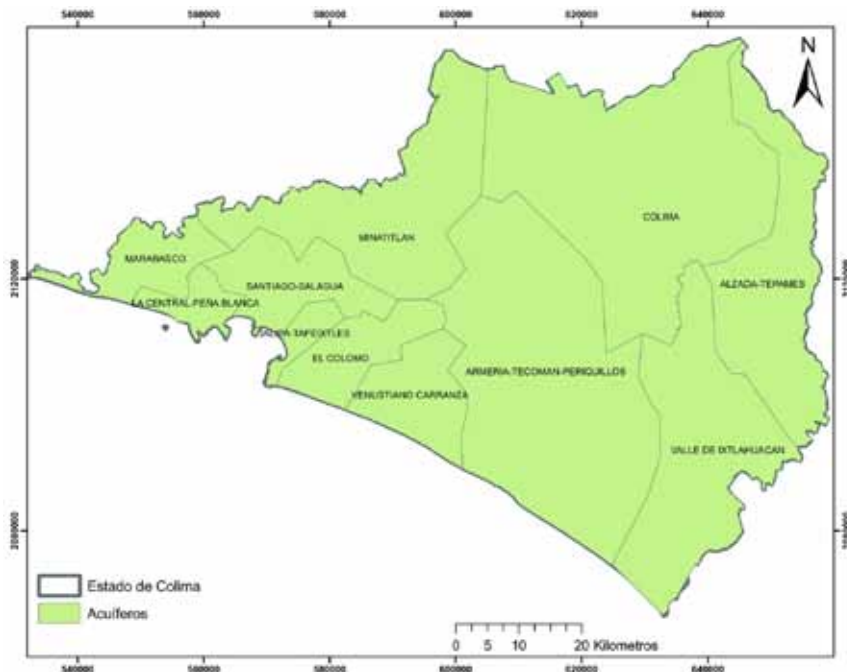


La zona de estudio comprende el estado de Colima, localizado en la región central occidental de la República Mexicana. El estado colinda al norte y noroeste con Jalisco, al sureste con Michoacán y en el oeste se encuentra el Océano Pacífico. Colima tiene una extensión territorial de 5,455 km² y está políticamente dividido en 10 municipios. En la mayor parte del estado el clima es cálido subhúmedo con lluvias en verano, con una temperatura promedio anual de 26.6°C y una precipitación promedio anual de 1,051.9 mm (CNA, 1990).

Los ríos principales del estado son: el río Armería, el río Minatitlán-Marabasco y el río Coahuayana, representando los últimos dos los límites territoriales con los estados de Jalisco y Michoacán, respectivamente. Las subcuencas que se encuentran en el estado son la subcuenca Marabasco, la subcuenca Cuyutlán, la subcuenca Armería y la subcuenca Coahuayana (ver Figura 1).

En cuanto a los cuerpos de aguas subterráneas, dentro del estado de Colima se encuentran 11 acuíferos. El acuífero Colima es el único que se encuentra en la provincia denominada Eje Neovolcánico, mientras que los otros 10 acuíferos se encuentran en la provincia Sierra Madre Sur.

Figura 2. Zonas acuíferas oficiales de Colima (SEMARNAT, 2003)



Anteriormente, se han realizado algunos estudios relacionados con la situación de los recursos hídricos en Colima. En la década de los 70 se dio a conocer el Atlas Geohidrológico del estado por medio de la Secretaría de los Recursos Hidráulicos (SARH). En 1989, la Comisión Nacional del Agua (CNA) llevó a cabo una actualización de la geohidrología del estado publicada en la “Sinopsis Geohidrológica del Estado de Colima”. De igual manera, el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) desarrolló en 1995 el “Estudio Hidrológico del Estado de Colima”, en donde se analizaban las condiciones del agua superficial y subterránea en la entidad.

► **Demanda específica que atiende el proyecto a nivel estatal o municipal**

Como se mencionó anteriormente, la investigación realizada surge a partir de una necesidad expresada por la Comisión Estatal del Agua en Colima. La Comisión reconoce que el agua es un recurso vital para el desarrollo del estado. Todos los sectores productivos y la población en general dependen en gran medida del acceso al líquido. Por lo tanto, la calidad y disponibilidad del agua resulta de gran importancia a nivel estatal y municipal, ya que se debe garantizar el acceso al recurso para que los usuarios satisfagan sus necesidades específicas.

La falta de información reciente (el último estudio realizado en Colima es del año 1995) y el desarrollo del estado podrían hacer que la percepción que se tiene acerca de la disponibilidad y calidad de los recursos hídricos discrepe con la real. De la fecha de publicación del último reporte elaborado por el INEGI a la fecha de culminación de este proyecto, pasaron 13 años en los cuales no se tenía la certeza sobre la condición de los cuerpos de agua de la entidad. Durante el transcurso de esos 13 años, Colima ha experimentado diferentes cambios demográficos, así como en sus condiciones naturales, esto podría significar un cambio hidrológico y un aumento en el consumo de agua, por lo que la disponibilidad y la calidad superficial y subterránea del recurso podrían verse seriamente afectadas.

Considerando lo anterior, resulta de gran importancia para el estado y los municipios llevar a cabo estudios acerca de la disponibilidad y calidad del agua. No es conveniente dejar pasar periodos prolongados de tiempo sin que se tenga un conocimiento claro acerca de la situación presente del recurso. La información que se genere por este tipo de estudios ayudará a mejorar las acciones y estrategias que tomen las instituciones encargadas del manejo del recurso en el estado.

► **Objetivo general**

Dadas las necesidades expresadas en la demanda de la Comisión Estatal del Agua de Colima, se plantea un objetivo general y una serie de objetivos específicos complemen-

tarios. El objetivo general del proyecto se define como realizar un diagnóstico de la calidad y la disponibilidad del agua en el estado de Colima a nivel subcuenca y acuífero, con el fin de establecer un programa de monitoreo y control de la calidad del agua superficial y subterránea.

Adicionalmente, se plantean los siguientes objetivos específicos que complementan el objetivo general: a) Evaluar la disponibilidad de agua superficial y subterránea en las subcuencas del estado, b) Definir y establecer criterios para evaluar la calidad del agua en subcuencas y acuíferos del estado de Colima, c) Valorar la situación actual que guarda la calidad del agua en las subcuencas y acuíferos del estado de Colima, d) Formular un programa de monitoreo de la calidad del agua en el estado de Colima, y e) Proponer un plan de acciones.

Estos objetivos cumplen con las expectativas expresadas por la demanda de la investigación, por lo que al lograr los objetivos se pueden satisfacer dichas expectativas.

Descripción del desarrollo del proyecto

Inicialmente se realizó una recopilación bibliográfica de toda la información disponible en la zona de estudio relacionada con los temas relevantes de la investigación. Se efectuó una búsqueda de información en bibliotecas, bibliotecas digitales, sitios oficiales de dependencias de gobierno, INEGI, así como las gerencias de la Comisión Estatal del Agua de Colima y el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. La información obtenida durante la recopilación resulta de suma importancia para cumplir con los objetivos del proyecto, y además es de gran utilidad ya que en un solo lugar se concentra un volumen considerable de información.

En cuanto a la determinación de la disponibilidad del agua superficial, para estimar los componentes hidrológicos establecidos por la NOM-011-CNA-2000, se clasificó la información en: usos del agua, retornos a la red, escurrimiento natural y volúmenes comprometidos. Para estratificar la información, los usos de agua, retornos y volúmenes comprometidos, se analizaron según rubro económico: público urbano, agrícola, pecuario e industrial. Los escurrimientos superficiales fueron analizados empleando los datos de hidrometría, climatología, edafología, vegetación, geomorfología e hidrología. Para complementar la información se realizaron dos campañas de aforo en las tres corrientes principales del estado en los meses de julio y diciembre de 2006. La determinación del flujo se determinó mediante el método de sección-velocidad, por lo que se realizó un levantamiento topográfico de la sección transversal y se determinó la velocidad media de la sección. Asimismo, para definir los puntos de monitoreo se siguió el criterio del US Geological Survey publicado en el documento "Selection of NSIP Base Gage Locations". Para la determinación de los volúmenes precipitados en el área de estudio se realizó el

análisis por el método de las isoyetas, utilizando la información de las estaciones climatológicas del estado. Para definir el escurrimiento natural se estimó el coeficiente de escurrimiento como función del parámetro K (obtenido mediante la caracterización de la combinación de la edafología, uso de suelo y cobertura vegetal). Finalmente, el volumen anual de extracción de agua superficial se determinó mediante los datos del Registro Público de Derechos del Agua (REPGA). Con los datos obtenidos se realizó el cálculo de la disponibilidad de agua superficial para las diferentes subcuencas de la entidad.

Figura 3. Levantamiento topográfico de la sección transversal del río Coahuayana como parte de los trabajos de campo



Para la estimación de la disponibilidad del agua subterránea se empleó la metodología definida por la NOM-011-CNA-2000. De los 11 acuíferos del estado, la Comisión Nacional del Agua ya ha realizado estimaciones oficiales para 7. Por lo tanto, solamente se estimó la disponibilidad en los cuatro acuíferos restantes: Marabasco, Jalipa Tapeixtles, Alzada-Tepames e Ixtlahuacán. Para aumentar la información disponible en la base de datos, se realizó una campaña en campo que involucró la medición de niveles del agua subterránea utilizando una sonda piezométrica. El cambio de almacenamiento fue determinado a partir de la evolución promedio anual de los niveles del agua subterránea,

el área de la unidad hidrogeológica y el coeficiente de almacenamiento. La evolución de los niveles piezométricos se obtuvo al considerar la base de datos desde 1990 hasta 2006. El coeficiente de almacenamiento se determinó mediante pruebas de bombeo e información recopilada. Con datos del REPDA se estimó la extracción a la que los acuíferos son sometidos. Asimismo, se estimó el caudal base al calcular el volumen promedio del flujo de las corrientes superficiales durante los periodos de estiaje. La descarga por manantiales fue tomada de valores registrados en el REPDA, mientras que la descarga por evapotranspiración fue desestimada, ya que los niveles freáticos se encuentran 2 metros por debajo de la superficie. El flujo subterráneo fue calculado por medio de la Ley de Darcy. La permeabilidad se determinó a partir de pruebas de bombeo. El gradiente se calculó al considerar los niveles freáticos y el promedio a lo largo de la línea de flujo considerada. Finalmente, el volumen concesionado fue determinado mediante la sumatoria de los volúmenes concesionados por la Comisión Nacional del Agua inscritos en el REPDA. Al estimar la información anterior, se realizó el cálculo de la disponibilidad en cada acuífero mediante la metodología definida en la norma.

Para definir la calidad del agua superficial, se adoptó el índice de calidad (ICA) recomendado por la Comisión Nacional del Agua. Para complementar la información histórica, se realizaron dos muestreos: uno en julio y otro en diciembre de 2006. Para los muestreos se definieron 29 puntos ubicados en los principales ríos de Colima. Para la determinación de los parámetros microbiológicos, fisicoquímicos y pesticidas se empleó la NOM-127-SSA1-1994, mientras que para los metales pesados se empleó la norma NOM-001-SEMARNAT-1996. El método de muestreo se definió según los procedimientos de los Métodos Estándar para el Análisis de Agua y de Aguas Residuales. Durante el muestro se midió directamente la temperatura, pH y oxígeno, mientras que los demás parámetros fueron analizados en laboratorio.

Para realizar el análisis de calidad del agua subterránea, se realizó un muestreo en diferentes pozos del estado. Las muestras fueron obtenidas directamente de las salidas de los pozos, permitiendo que aquél alcanzara condiciones estacionarias. El pH, conductividad eléctrica, temperatura, alcalinidad y oxígeno disuelto fueron medidos directamente en campo utilizando una celda de flujo continuo y una sonda multiparamétrica. Para el análisis de cationes y aniones se filtró la muestra. De igual manera se tomaron muestras para el análisis de los isótopos estables deuterio, oxígeno-18 y azufre-34 para interpretar el origen del agua. Todas las muestras fueron almacenadas en hieleras hasta ser entregadas a los laboratorios para su análisis. Además, se realizó un análisis hidroquímico utilizando los programas PhreeqC y RockWorks™ para realizar el modelo. Adicionalmente se definió la vulnerabilidad del acuífero mediante el Acuífero Vulnerability Index (AVI) (Van Stempvoort *et al.*, 1993).

► Productos entregados

Como parte de los resultados del proyecto, se entregaron diversos productos generados a partir de la investigación realizada. Los productos entregados son: un reporte final de la investigación, dos tesis de investigación relacionadas con aspectos del proyecto que fueron desarrolladas por alumnos de posgrado y las bases de datos recopiladas a lo largo de la investigación que fueron empleadas para realizar el análisis.

El reporte final representa el producto principal de la investigación realizada. En dicho escrito se describen y comentan a profundidad las actividades, análisis, resultados y conclusiones de la investigación. Dentro del reporte final se incluye la información relacionada a las etapas de planeación, desarrollo y conclusión del proyecto. Adicionalmente, se recomienda un plan de acciones para optimizar el uso del recurso en el estado, así como sugerencias para ser aplicadas en el manejo integral del agua de la entidad.

Figura 4. Medición del nivel del agua subterránea durante las campañas de campo



Para complementar la información incluida en el reporte final, además, se están desarrollando dos artículos de investigación. El artículo *“Development and application of a harmonized water quality index”* trata acerca del desarrollo de un índice de calidad y un programa computacional, así como su aplicación en la evaluación de la calidad de los principales ríos del estado de Colima. La aplicación de este índice mostró que la temporada de lluvias contribuye a mejorar la calidad del agua para usos como la irrigación agrícola, la recreación de contacto directo y la protección de la vida acuática; sin embargo, el índice muestra que a lo largo del año la calidad del agua de los ríos es mala para consumo humano (López Zavala MA, *et al.*, 2010). El segundo artículo producido se titula *“The origin of salinity and sulphate contamination of groundwater in the Colima State”* y trata sobre la aplicación de composiciones químicas e isótopos estables de agua y sulfato para caracterizar las fuentes y procesos responsables de concentraciones elevadas de sulfatos y otros constituyentes del agua subterránea en acuíferos de Colima. Como resultado del estudio, se encontró que la subcuenca Marabasco se ve afectada por contaminación antropogénica ocasionada por actividades mineras. Los resultados obtenidos relacionados con fuentes y área de contaminación son esenciales para el diseño y desarrollo de un programa de monitoreo de la calidad del agua en la zona de estudio (Horst A., *et al.*, 2009).

Las dos tesis de investigación fueron escritas por alumnos del Tecnológico de Monterrey de nivel maestría que presentaron dicha tesis como requisito de graduación. La tesis titulada *“Adaptación y aplicación de un índice de calidad del agua armonizado (ICAA)”* trata acerca de la evaluación de la calidad de los principales ríos del estado de Colima mediante el Índice de Calidad del Agua Armonizado (ICAA), el cual es obtenido mediante una metodología que determina la calidad del agua dándole al usuario la posibilidad de decidir los parámetros a evaluar, los límites permisibles de los parámetros y las repeticiones de cada monitoreo (Calderón, 2010). La tesis *“Modelo de evaluación de los recursos hídricos en el estado de Colima para simulación de estrategias”* aplica la modelación del sistema hídrico y la simulación de diferentes alternativas en la situación del agua. Para la modelación y simulación se empleó el *software Water Evaluation and Planning System (WEAP)*, que es un programa especializado para realizar análisis de este tipo, mediante el cual se simuló estrategias relacionadas con la demanda urbana, la instalación de plantas de tratamiento y la reconversión de los cultivos en el sector agrícola, entre otras. Resultó interesante observar el incremento en el rendimiento (ganancia económica/volumen de agua utilizado) del sector agrícola, al simular la reconversión de cultivos en la zona de estudio (Pastén, 2009).

Finalmente, se hizo entrega de la base de datos que se utilizó durante la investigación. La base de datos es el resultado de la recopilación de información, así como de la información obtenida durante las diferentes mediciones de campo y análisis de laboratorio realizados.

► Conclusiones

El proyecto realizado fue benéfico para el estado de Colima, ya que los resultados alcanzados permiten a las autoridades tener una base de datos más informada y una perspectiva más profunda acerca de la situación del agua dentro del estado. Al tener información detallada acerca de la disponibilidad y calidad del agua superficial y subterránea, las instituciones encargadas de la gestión del agua cuentan con los fundamentos para realizar planes de acción en el sector hídrico. En ocasiones, la falta de información fidedigna limita la planeación y operación eficiente de las personas e instituciones encargadas de la administración del sector hídrico, por lo tanto, la información generada en el estudio pretende llenar vacíos de información para poder ser aplicados en la operación y gestión del recurso.

Al realizar el análisis de los resultados obtenidos sobresalen varias conclusiones. Inicialmente, se puede mencionar que la calidad en las aguas superficiales es de moderada a baja. Además, la calidad del agua se ve afectada en épocas donde hay una disminución en la precipitación. El río con más puntos de baja calidad del agua es el Coahuayana, seguido del río Marabasco. En ambos casos, la baja calidad del recurso se debe principalmente a la presencia de niveles altos de coliformes fecales y totales, y fosfatos que sugieren descargas domésticas y agropecuarias sin tratamiento. En cuanto a la presencia de metales, el bario y el plomo fueron los únicos que sobrepasaron los límites establecidos por la normatividad en ciertos puntos de análisis. Se deben aplicar estrategias para minimizar los residuos industriales para evitar el deterioro de la calidad del agua en la región sin emplear prácticas poco sustentables. Se recomienda continuar trabajando en la extensión de la cobertura del servicio de saneamiento en el estado, así como el tratamiento de las descargas. Asimismo, para evaluar los efectos de las acciones implementadas se debe generar una red de monitoreo cuyos resultados sean transmitidos de manera fluida y eficaz.

En cuanto a la disponibilidad de agua en las subcuencas del estado (Marabasco, Armería y Coahuayana), se encontró que el grado de presión sobre el recurso va de moderado a fuerte, siendo más crítico cuando no se considera la aportación de agua por parte de las áreas vecinas (Jalisco y Michoacán). Realizando una comparación, la subcuenca Armería es la que presenta un grado de presión más fuerte, seguida por la subcuenca Coahuayana, la subcuenca Marabasco y por último la subcuenca Cuyutlán. Por lo tanto, es de gran importancia generar estrategias para contrarrestar esta situación sustentablemente.

Analizando los resultados relacionados con el agua subterránea, se puede inferir que la calidad del agua de los acuíferos es buena en la mayoría de los pozos analizados, tomando como referencia la Norma Oficial Mexicana de agua potable. Algunos límites son sobrepasados en los acuíferos Marabasco, Armería, Venustiano Carranza y en el

Valle de Ixtlahuacán. Además, se concluye que los acuíferos son vulnerables por tener niveles freáticos cercanos a la superficie terrestre y una alta permeabilidad.

En relación con la disponibilidad de agua subterránea, se analizaron 4 de los 11 acuíferos. En los acuíferos Alzada-Tepames y Valle de Ixtlahuacán, en la porción este del estado, la disponibilidad de agua resultó ser negativa, es decir sin disponibilidad. Mientras tanto, en los acuíferos Marabasco y Jalipa Tapeixtles hay disponibilidad del recurso, aunque no es recomendable otorgar nuevas concesiones de extracción. Considerando estos resultados y las disponibilidades previas calculadas por la Comisión Nacional del Agua, en 9 de los 11 acuíferos del estado hay disponibilidad de agua, sin embargo, la presión sobre el recurso va de moderada a fuerte tendiendo a ser fuerte en la mayor parte del estado, limitando el uso del recurso hídrico.

Con la intención de proponer estrategias para mejorar la situación del recurso, se formularon programas de monitoreo de caudales superficiales, calidad del agua superficial, niveles piezométricos y calidad del agua subterránea. Adicionalmente, se propuso un plan de acciones en el que sobresalen pautas para la optimización de los diferentes usos del agua, así como el análisis de la operación de los organismos de agua potable, alcantarillado y saneamiento, evaluación de las plantas de tratamiento municipal y el manejo integral del recurso en la entidad.

Finalmente, hay que recalcar la importancia en la realización de este tipo de proyectos, ya que se genera conocimiento sobre temas en los cuales no dispone de toda la información. En este caso, los aportes y el interés por parte de las instituciones municipales, estatales y federales ayudó a cumplir con los objetivos establecidos desde el comienzo del proyecto. Para realizar una correcta toma de decisiones, es primordial tener datos actualizados, por ende, se debe invertir en redes de monitoreo y estudios como éste que generen suficiente información para la correcta implementación de acciones. Es importante subrayar que este tipo de iniciativas es de gran valor para el desarrollo del estado y el país, ya que con ellas se obtiene información y herramientas benéficas para la planeación y progreso de los diferentes sectores de la nación.

Bibliografía

Calderón, H. (2010). "Evaluación de diferentes métodos existentes para la generación de un índice de calidad del agua". Tesis de Maestría. ITESM Campus Monterrey.

CNA (1990). *Sinopsis Geohidrológica del Estado de Colima*. Comisión Nacional del Agua.

Horst A., Mahlkecht M., López Zavala M. A., Mayer M. (2009). "An investigation on the origin of salinity and sulphate contamination in the Colima district, Mexico, constrained by isotopes". En revisión.

ITESM (2007). *Evaluación diagnóstica de la calidad y disponibilidad del agua superficial y subterránea del Estado de Colima*. Centro del Agua para América Latina y el Caribe. ITESM Campus Monterrey.

López Zavala M. A., Calderón Zúñiga H., Mahlkecht J (2010). "Development and application of a Harmonized Water Quality Index". En revisión.

Pastén, E (2009). "Modelo de evaluación de los recursos hídricos en el Estado de Colima para simulación de estrategias". Tesis de Maestría. ITESM Campus Monterrey.

SEMARNAT (2003). Acuerdo por el que se dan a conocer los límites de 188 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos. México, DF.

Van Stempvoort D., Evert L., Wassenaar L. (1993) "Aquifer vulnerability index: a GIS compatible method for groundwater vulnerability mapping". *Can Wat Res J* 18: 25–37





DURANGO

SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DE LOS ECOSISTEMAS DE ZONAS ÁRIDAS DEL ESTADO DE DURANGO¹

Dr. Marín Pompa García²

► Introducción

El acceso fácil y rápido a información geográfica digital es fundamental para poder crear proyectos de planeación y manejo del medio ambiente y de los recursos humanos, económicos y naturales que en ellos existen. A nivel mundial existen esfuerzos para crear colecciones de bases de datos geográficas digitales con coberturas que van desde local hasta global (ver por ejemplo: <http://www.mass.gov/mgis/>; <http://webgis.wr.usgs.gov/globalgis/>). La integración de estas bases de datos es de poco valor si no se provee acceso fácil y eficiente a ellas por parte de científicos, estudiantes, manejadores de recursos y público en general. Esto es, existen dos tareas que deben de llevarse a cabo: 1) Integrar bases de datos geográficas homogéneas que contengan el mayor número posible de capas de información; y 2) proveer fácil acceso a estas bases de datos. Estas dos tareas fueron desarrolladas en esta investigación. Se propuso usar los ecosistemas del estado de Durango como caso de estudio para la creación de un sistema estatal de información geográfica digital, como los que existen en diversas partes del mundo y que han probado ser de gran utilidad para apoyar proyectos sociales, económicos, de manejo del medio ambiente natural y construido, y para la gestión del desarrollo sostenible (ver por ejemplo: <http://www.mass.gov/mgis/>; <http://www.nysgis.state.ny.us/>).

¹ Proyecto FOMIX: DGO-2008-C01-87972

Monto aprobado: \$276,000.00

Otras aportaciones: \$15,000.00

Monto total: \$291,000.00

² Facultad de Ciencias Forestales, Universidad del Estado de Durango.



El sistema desarrollado provee acceso a diversas capas de información geográfica digital existentes para el estado de Durango por medio de un sitio de Internet. Los usuarios podrán acceder a cada una de las capas de información para confirmar si la información es útil para sus propósitos. Si es así, el usuario podrá bajar la información para ser usada en Sistemas de Información Geográfica (SIG).

► **Demanda específica que atiende el proyecto a nivel estatal o municipal**

Aprovechamiento de los recursos naturales e impacto ambiental en zonas áridas.

► **Objetivo general**

Integrar un sistema de información geográfica digital para los ecosistemas áridos del estado de Durango que permita contar con bases de datos actualizados, confiables y de fácil acceso como herramienta de gestión permanente y versátil para el desarrollo sustentable del estado.

► **Descripción del desarrollo del proyecto (proceso y beneficios)**

El proceso metodológico consistió de las siguientes etapas:

ETAPA 1. Integración de las bases de datos

1. Búsqueda de las fuentes de información geográfica digital (áreas de conservación de las aves, climas, cuencas, suelos, vegetación, poblaciones, localidades, división florística, etc.) existentes para el estado de Durango, en diversas fuentes: INEGI, CONABIO, INIFAP, Gobierno del Estado, CONAFOR, CNA; paralelamente, se realizaron visitas de campo dentro del territorio estatal para verificar información cartográfica. Cabe señalar que se logró ampliar el área de estudio y el alcance del proyecto, dado que originalmente se había planteado el SIG sólo para los ecosistemas áridos del estado de Durango; sin embargo, fue posible tener como referencia todo el territorio estatal, en beneficio directo de los usuarios del proyecto
2. Se estudiaron las características de la información existente en cada una de estas colecciones para valorar su inclusión o no dentro del SIG a desarrollar.
3. A continuación se coleccionaron y/o editaron los metadatos para cada una de las capas de información incluidas en el SIG. Se usó el editor FGDC de ESRI disponible en el sistema ARCGIS, el cual es compatible con los últimos estándares existentes para metadatos a nivel mundial.
4. Se realizó una edición de las capas para generar coberturas a nivel estatal, ya que mucha de ella está disponible a nivel nacional; una vez lo anterior, se realizó una homogenización de formato digital de cada una de las capas de información exis-

tentes. También se exploró el uso de los últimos estándares propuestos por “Open Geospatial Consortium” (<http://www.opengeospatial.org/>) para el almacenamiento y transmisión de información geográfica como antecedente para la realización de un espacio web.

5. Se homogenizó la proyección geográfica de todas las capas de información, determinándose usar la proyección en coordenadas geográficas, dadas sus propiedades de dirección verdadera y versatilidad en cualquier *software* de SIG. Este sistema de referencia se utilizó para todas las capas de información.

ETAPA 2. Acceso y consulta a la base de datos geográfica

1. Se creó un portal Internet para proveer acceso a los metadatos y las capas de información geográfica. Su vínculo web es: <http://www.ujed.mx/sigeed/>
2. El portal provee las siguientes funciones: B.1) Registro de usuario para llevar control de acceso al sitio y la información; B.2) Instrucciones para el uso del sistema; B.3) SIG-Web para ver la información sin necesidad de bajarla y usar un SIG de manera local (esto permite que aquellos usuarios que no posean altos conocimientos tecnológicos puedan acceder a la información). B.4) acceso a los metadatos de cada una de las capas de información.
3. Finalmente, se desarrolló una tarea de mantenimiento de la base de datos y del portal en Internet. Se propuso que la Universidad “Benito Juárez” del estado de Durango sea la depositaria de la versión final de los datos y del sistema de Internet. En el mantenimiento estarán involucrados profesores y alumnos relacionados con las asignaturas de sistemas de información geográfica, lo que posibilitará la formación de recursos humanos a través de tesis y, en su caso, el establecimiento de redes de cooperación mediante la vinculación académica.
4. Se presentaron los productos ante el sector usuario con objeto de recoger su opinión; a su juicio, este trabajo ha tenido gran relevancia para el desarrollo de la investigación en el estado de Durango.
5. Se formaron recursos humanos (estudiantes y profesores) que adquirieron conocimientos y habilidades tecnológicas en SIG y web-SIG.
6. Se generó una publicación en cierta revista científica, y se dio fortalecimiento al cuerpo académico que pertenece el investigador responsable del proyecto.

► Productos entregados

- Sistema de información geográfica digital para los ecosistemas del estado de Durango, capaz de compilar, almacenar, desplegar, y proveer acceso a información referenciada geográficamente.
- Formación de recursos humanos, a través de la realización de una tesis de licenciatura y una de maestría.

- Una publicación científica.
- Evidencias de la realización de un taller dirigido a usuarios como mecanismo de transferencia.
- Constancia de fortalecimiento al cuerpo académico que pertenece el investigador.
- Manual de metadatos.

► Conclusiones y/o beneficios obtenidos

Dicha contribución es el primer esfuerzo a nivel estatal por integrar un sistema de información geográfica similar. Por la sencillez en que se muestra la información, se posibilita que la sociedad en su conjunto conozca a mayor detalle información socioeconómica y ambiental del estado. Además, se puede potenciar el uso de esta información para investigaciones futuras, ya que asegura su transferencia y adopción por parte de los usuarios. Es también importante apoyo para la docencia e investigación de los estudiantes relacionados con la materia.

Asimismo, este trabajo posee la ventaja de ser flexible y dinámico, pues posibilita su complementación mediante la incorporación de información adicional o, en su caso, puede adaptarse para fines específicos y su aplicación no sólo está acotada al ámbito ambiental, sino por el contrario, favorece la toma de decisiones en diversas áreas del conocimiento.

Es de trascendencia señalar que los procedimientos para manipular esta herramienta son caracterizados por ser simples y accesibles para cualquier usuario interesado en la materia.



ESTABLECIMIENTO DE UN PROCESO BIOLÓGICO PARA EL APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS Y MEJORA DE PROCESOS EN EL RASTRO MUNICIPAL DE GÓMEZ PALACIO, DGO¹

José Luis Juárez Figueroa,² Miguel Ángel Serrano García, Deniss Alejandrina Díaz Garza, María del Rosario Moncayo Luján y Carlos Alberto Cenicerros Buendía

► Introducción

En promedio, el peso del ganado vacuno faenado es de 250-400 kg., dependiendo de la raza y la edad del animal, y puede llegar a alcanzar 600 kg. o más. En la faena, aproximadamente 3% de este peso se obtiene en la forma de sangre. La evaluación del volumen de agua necesaria para convertir a un animal en carne depende del grado de tratamiento de los subproductos que se lleva a cabo en los locales (Chaux *et al.*, 2009).

El volumen de efluente generado es un reflejo de los volúmenes de agua consumidos, ya que 80-95% del agua utilizada es descargada como efluente. La composición de los efluentes de los mataderos depende del proceso de producción, de la separación en la descarga de materias como sangre, intestinos y desechos del suelo (Chaux *et al.*, 2009).

¹ Proyecto FOMIX: DGO-2008-C04-96526

Monto aprobado: \$2,000,000.00

Aportaciones concurrentes: \$1,065,000.00

Monto total: \$3,065,000.00

² Profesor de Tiempo Completo, Ingeniería en Biotecnología, Universidad Politécnica de Gómez Palacio, Dgo.



En el caso de los rastros municipales, las aguas son altamente contaminantes debido a su carga orgánica, con una demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅₀) de 5000 a 10000 mg/l, generando un alto impacto ambiental en los cuerpos receptores de agua y en suelo (López *et al.*, 2008).

Las concentraciones típicas encontradas en efluentes de faena de vacunos y porcinos alcanzan concentraciones de 3000 mg/l para sólidos suspendidos totales, DBO₅₀ de 7000 mg/l, DQO de 12000 mg/l y nitrógeno total (NT) de 6000 mg/l (Chaux *et al.*, 2009). La normativa mexicana exige un tratamiento de estos desechos antes de ser destinados a cuerpos de agua, a sistemas de alcantarillado y para riego de cultivos (NOM-001-SEMARNAT-1996).

Actualmente, el Rastro Municipal de Gómez Palacio sacrifica un promedio de 60 reses por día. En el proceso utiliza aproximadamente 60 m³ de agua, la cual se mezcla con residuos sólidos y líquidos propios de la operación, alcanzando un rango promedio de DQO de 10000 a 11000 mg/l, con un aproximado de 1.5 ton de sólido/día. El volumen total de los residuos era depositado en áreas aledañas (Ilustración 1 y 2), lo que representaba un foco de contaminación al efectuarse el proceso de descomposición de la materia orgánica.

► Demanda específica

Ante la problemática ambiental y, atendiendo la demanda para *Tratamiento de Aguas Residuales en un Rastro Municipal*, el Departamento de Biotecnología de la Universidad Politécnica de Gómez Palacio, en colaboración con el Rastro Municipal de Gómez Palacio y, con el apoyo financiero otorgado por el Comité Técnico y de Administración del CONACYT a través de su programa FOMIX, establece un proceso para reutilizar los residuos sólidos y líquidos generados en la operación de Rastro Municipal de Gómez Palacio.

► Objetivos

Reutilizar los residuos sólidos y líquidos generados durante la operación del proceso de sacrificio para la obtención de:

- Agua tratada con calidad de riego,
- Biogás,
- Biofertilizantes y
- Biorremediación de áreas aledañas contaminadas durante el periodo de operación del Rastro Municipal de Gómez Palacio sin las prácticas sanitarias.

Ilustración 1. Áreas contaminadas, aledañas al Rastro Municipal de Gómez Palacio



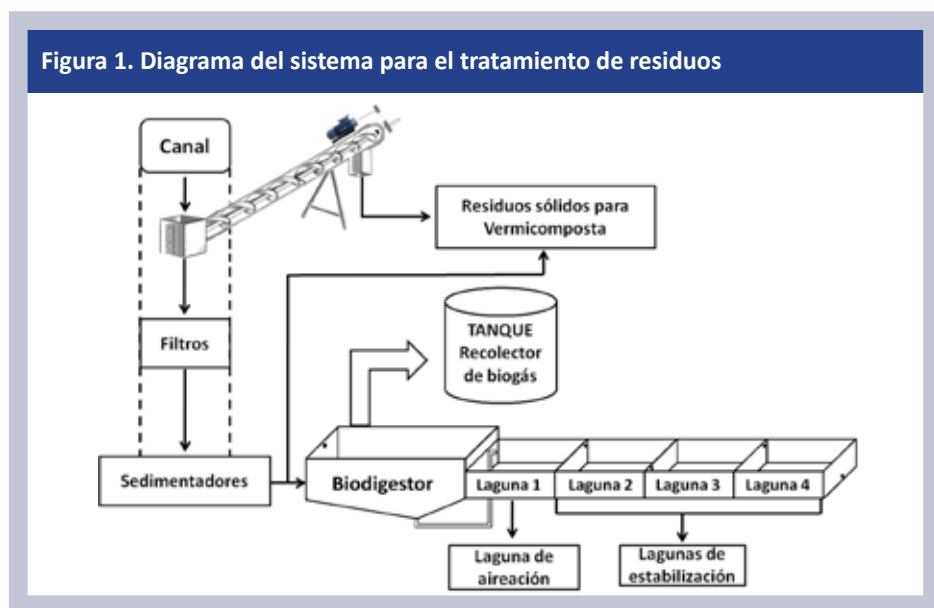
Ilustración 2. Áreas contaminadas, aledañas al Rastro Municipal de Gómez Palacio



Metodología

Se instala un transportador helicoidal y se establece un sistema de sedimentadores para la retención, separación y manejo individualizado de sólidos, previo a un biodigestor anaerobio de 180 m³ de capacidad, donde se lleva a cabo la producción y separación de gases energéticos (biogás).

Cumpliendo el tiempo de residencia, el efluente es transferido a la fase de tratamiento de agua, en una laguna de aireación con manejo de lodos activados acoplada a 3 posteriores lagunas de estabilización de 60 m³ de capacidad cada una (Figura 1).

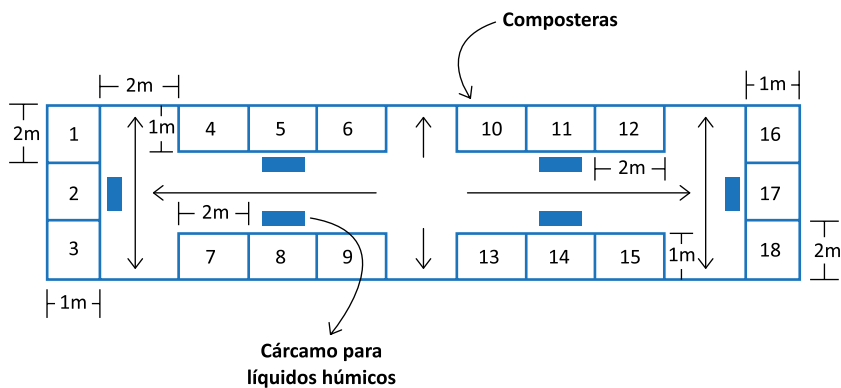


Por su parte, los sólidos son tratados en celdas experimentales de vermicomposteo a escala piloto (Figura 2), donde las lombrices consumen grandes y diversas cantidades de residuos, eliminando rápidamente los olores fétidos y, en general, su potencial de contaminación, generando a la vez biofertilizantes como producto final del metabolismo de la lombriz.

Resultados y discusión

Como resultado del proyecto, en el tratamiento del agua residual y, con respecto al efluente original (10000 a 11000 mg/l), se ha logrado descender a aproximadamente 400 mg/l, parámetro muy cercano al que exige la normativa vigente y que representa una remoción del DQO aproximada de 99.6%.

Figura 2. Complejo experimental para vermicomposteo



Con respecto al manejo de sólidos, se obtiene información valiosa derivada de pruebas piloto y a escala laboratorio, resultantes del manejo de variables diversas; respecto a la producción de biogás, se realizan diseños experimentales a nivel laboratorio y planta piloto, con diversas concentraciones de sólidos y tiempos de residencia en biodigestor para determinar las condiciones más óptimas para la producción (para determinar las concentraciones mínimas de sólidos y tiempos de residencia mínimo necesario para la generación de biogás).

Se logra alcanzar una producción aproximada de $9.8 \text{ m}^3/\text{día}$ de biogás, sin embargo, las fluctuaciones en el número de sacrificios, específicamente las alzas, donde se han registrado picos de 110 animales sacrificados y un consumo de hasta 120 m^3 de agua, disminuyen significativamente el tiempo de residencia, lo que afecta la estabilidad del sistema; por otra parte, los cambios violentos en las condiciones climáticas han colapsado el sistema en diversas ocasiones.

Las condiciones descritas y su subsecuente inestabilidad en el sistema, induce fluctuaciones en la calidad del agua, sin embargo, la composición del agua permanece en los parámetros que se muestran a continuación:

Cuadro 1. Caracterización del agua tratada

DQO (mg/l)	800	2000
DBO (mg/l)	350	400
Sólidos sedimentables (ml/l)	6	40
pH	7	8

Ilustración 3. Biodigestor anaerobio de la planta tratadora de aguas residuales



Ilustración 4. Laguna de aireación de la planta tratadora de aguas residuales



► Conclusiones

Se lograron cumplir los objetivos que fueron trazados en el proyecto. En el tratamiento de aguas podemos deducir que, manteniendo la concentración constante de lodos activados en las lagunas y ampliando el tiempo de residencia, podemos estabilizar para mantener dentro de los límites permisibles por la normativa vigente para obtener agua con calidad de riego de cultivos.

La recuperación del agua generada durante la producción puede satisfacer las necesidades de riego de los agricultores locales. En la producción de biogás, se ha logrado obtener 9.6 m³ de biogás por día, sin embargo, de acuerdo con la literatura, el potencial es mucho mayor, por lo que sugerimos ampliar la capacidad del biodigestor, para con ello incrementar la producción de biogás y por añadidura reducir la concentración y complejidad de la materia orgánica contaminante.

Se hace la propuesta de ampliación y rediseño del sistema de digestión anaerobia que permita aumentar el tiempo de residencia para obtener mayor eficiencia en la producción de biogás. La capacidad del digestor anaerobio actual nos ofrece un tiempo de retención (residencia) máximo de 3 días, la laguna de aireación (laguna 1) y las 3 lagunas subsecuentes nos dan un tiempo de residencia máximo de un día.

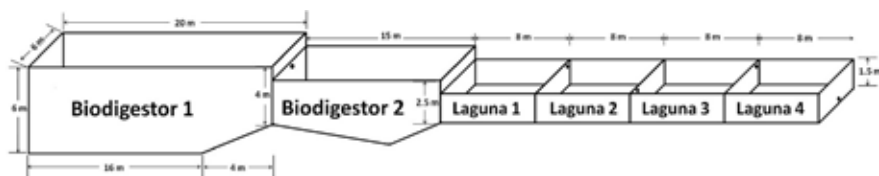
Para la mejora de la situación actual y optimizar los objetivos planteados, requerimos incrementar un mínimo de 10 días el tiempo de residencia y sedimentar los sólidos previamente a la entrada del biodigestor actual. La retención de sólidos favorecería la disminución de los niveles de contaminación al ingreso de la laguna de aireación, la producción de 400 a 500 m³ de gas metano por día y su posterior tratamiento por vermicomposteo.

Para tal efecto, y teniendo en consideración las limitantes de área disponible, presentamos la siguiente propuesta: la construcción de un biodigestor anaerobio que complemente el tiempo de retención y que cumpla paralelamente la función de clarificador, con las dimensiones que se describen en la Figura 3.

Los residuos sólidos generados en el proceso son sustratos potenciales para la obtención de composta; las cantidades generadas pueden satisfacer la demanda de biofertilizantes de agricultores locales, sin embargo, es escasa la literatura que determina el manejo de sólidos provenientes del sacrificio del ganado, lo que sugiere ampliar el manejo de variables para generar conocimiento respecto a su aprovechamiento.

Se recomienda ampliar el estudio y manejo de variables para establecer cuáles son los métodos y condiciones más adecuadas para el aprovechamiento de sólidos a escala pi-

Figura 3. Propuesta para ampliación del sistema de biodigestión anaerobia



loto y subsecuente escalamiento industrial. Para tal efecto, se sugiere continuar con la operación de las celdas experimentales de composteo.

► Productos entregados

Se establece y se entrega al Rastro Municipal de Gómez Palacio un biodigestor anaerobio (Ilustración 3) con su respectivo sistema de filtración y almacenamiento de biogás, una planta tratadora de aguas residuales que consta de una laguna de aireación (Ilustración 4), y tres lagunas de estabilización (Ilustración 5), todo lo anterior en operación, así como un complejo experimental de 18 celdas de vermicomposteo (Ilustración 6) con capacidad de 1m³ cada una y sistema individualizado de captura de ácidos húmicos.

► Beneficios y otros productos

En los impactos/beneficios económicos, científicos y ambientales podemos enlistar:

- Tres proyectos de licenciatura para cinco estudiantes residentes de estadía, para titulación en Ingeniería en Biotecnología.
- Generación de empleo con tres puestos laborales para el mantenimiento de la planta tratadora.
- Con el tratamiento biológico establecido, se han eliminado olores fétidos y fauna nociva en áreas aledañas al Rastro Municipal de Gómez Palacio.
- Se han establecido áreas verdes y cultivos en las áreas anexas al Rastro Municipal, mismas que se mantienen con el agua tratada, derivada de su proceso.
- Obtención de agua con calidad de riego.
- Obtención de vermicomposteo a escala laboratorio y piloto.
- Generación de nuevo conocimiento en el manejo de residuos sólidos generados en labores de sacrificio de ganado.

Ilustración 5. Lagunas de estabilización de la planta tratadora de aguas residuales



Ilustración 6. Complejo piloto experimental de vermicomposteo (fase de construcción)



Agradecimiento

El presente trabajo fue realizado con el apoyo financiero del Gobierno del Estado de Durango y del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

Referencias

Chaux, G; Rojas, G; Bolaños, L. (2009). Producción más limpia y viabilidad de tratamiento biológico para efluentes de mataderos en pequeñas localidades caso: municipio del tambo Colombia. *Facultad de Ciencias Agropecuarias*, Volumen 7 (No. 1): 102-4.

López, A; De la Barrera, J; Vallejo, R; Barahona, C. (2008). Estudio comparativo entre un proceso físico-químico y uno biológico para tratar agua residual de rastro. *Interciencia*. Volumen 33 (No. 7): 490 – 6.

NOM-001-SEMARNAT-1996 que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.



ESTUDIO A ESCALA PILOTO SOBRE LA REDUCCIÓN DE LA EMISIÓN DE CONTAMINANTES AL AMBIENTE DURANTE EL COCIMIENTO DE LADRILLO CON MATERIALES CARACTERÍSTICOS DE LA REGIÓN LAGUNERA¹

Alfredo Bueno Solano²

► Introducción

La fabricación de ladrillo en el municipio de Gómez Palacio, Durango, es un sector productivo unifamiliar y no representa monopolio de la actividad, ya que cada uno de los obradores tiene un propietario asociado a la Unión de Ladrilleros Lázaro Cárdenas AC, con una producción de 470 mil ladrillos por semana aproximadamente.

En el sector actual de producción de ladrillo, se cuenta con 90 hornos con una capacidad de 10 mil tabiques o ladrillos. De manera tradicional, se utilizan diferentes tipos de combustibles –comúnmente leña, aserrín y cirre (excremento de ganado vacuno y/o caprino deshidratado). Sin embargo, hace algunos años eran utilizadas llantas usadas, textiles, plásticos diversos, entre otros; generalmente desechos de otras industrias e, incluso, basura doméstica.

¹ Proyecto FOMIX: DGO-2009-C02-111444

Monto aprobado: \$542,000.00

Aportaciones concurrentes: \$941,211.00

Monto total: \$1,483,211.00

² Universidad Politécnica de Gómez Palacio



Para el cocimiento de una carga de 10,000 tabiques o ladrillos, se tiene un consumo promedio de 7 a 9 m³ de materiales combustibles sólidos como cirre, aserrín y otros, en un horno tradicional, sin medios de control de las emisiones de gases y partículas durante las 12 a 14 horas que tiene de duración una quema. Aunado a ello, los hornos se ubican al noreste y a 1 km de la mancha urbana, por lo que los vientos dominantes en la región de noreste a suroeste distribuyen los contaminantes hacia el centro de la ciudad. El municipio desea reubicar el total de los hornos ladrilleros fuera de la mancha urbana, por lo que requiere información que le dé elementos para invertir en la construcción de un parque industrial ladrillero más amigable con el medio ambiente y con sus habitantes, para lo cual la Universidad Politécnica de Gómez Palacio colaborará con la adaptación e implementación de la tecnología de hornos MK a las condiciones específicas del municipio para presentar una opción ecológica que ayude a disminuir los problemas por emisión de contaminantes.

► **Demanda específica que atiende el proyecto a nivel estatal o municipal**

La actividad de fabricación de tabique o ladrillo representa uno de los grandes problemas de contaminación en el municipio. La fabricación de ladrillos requiere el uso de cuatro materiales básicos: arena, arcilla, agua y combustible. Por tal motivo, la tendencia de los trabajadores de esta microindustria es buscar terrenos cercanos a bancos de material y con acceso al agua. El combustible, sin embargo, se considera el principal problema económico y ambiental de esta microindustria (Corral, 2007).

La carencia de fuentes de abastecimiento de aserrín y madera incrementa su costo y, por otra parte, el utilizar materiales alternos provoca cuadros ambientales de alto impacto en la generación de partículas y/u otros contaminantes, que pueden ser tóxicos o cancerígenos.

La necesidad de una regulación integral de esta actividad y la creciente urbanización del municipio hacia el norte y noreste dirigida hacia el sector actual de producción de ladrillo, hace imprescindible la reubicación de los hornos para el cocimiento de ladrillo. De manera particular, la comunidad ladrillera de Gómez Palacio tiene la problemática de que el terreno en que se encuentran actualmente no es de su propiedad. Esta situación es propicia para el proyecto de reubicación y ha sido bien aprovechada. Actualmente, el municipio de esta entidad ha firmado un convenio con los ladrilleros para su reubicación, por lo que se tiene el compromiso de entregar los terrenos en un tiempo definido.

Sin embargo, la Dirección de Ecología y Protección al Ambiente promueve la realización de cambios integrales que permita el uso de tecnología aplicada al conocimiento, a través de la modificación de un horno tradicional abierto por un horno MK cerrado, un

uso eficiente de los materiales combustibles y una diversificación de los productos que detonen en el crecimiento del sector de fabricación de productos de barro.

Por este motivo, el municipio de Gómez Palacio busca implementar un parque industrial ladrillero que cuente con todas las instalaciones y capacidades necesarias para soslayar todas las deficiencias actuales, pero este tipo de proyectos conlleva a inversiones de gran cuantía, las cuales tienen que ser sustentadas en bases firmes.

Debido a lo anterior, es menester en el presente proyecto dar muestras fehacientes de la factibilidad de realizar la inversión a gran escala, al sustentar con datos reales en un proyecto prototipo (4 hornos ecológicos MK) que la reducción de emisión de contaminantes y la optimización del proceso de cocimiento de ladrillo es factible.

► **Objetivo general**

Adecuar la tecnología de hornos Márquez-Kiln en conjunto con un dosificador de aceite (turbo-atomizador), utilizando como uno de los principales combustibles el cirre (excremento de vaca deshidratado), con la finalidad de realizar estudios para establecer la operación más eficaz del horno en relación con la calidad de los ladrillos, tiempos menores de cocimiento y menor producción de contaminantes, cuyos resultados le den elementos tangibles al municipio de Gómez Palacio para avalar la construcción de un parque industrial ladrillero, en el cual se pretende ubicar a todos los ladrilleros de la región para reducir las emisiones de partículas y gases de efecto invernadero esparcidas hacia la mancha urbana en el municipio de Gómez Palacio.

► **Objetivos específicos**

- Adaptar la tecnología de los hornos MK en conjunto con un dosificador de partículas a las condiciones particulares del municipio de Gómez Palacio, a través de un proyecto piloto que contempla la construcción de 4 hornos.
- Dar elementos tangibles para la toma de decisiones al municipio de Gómez Palacio para reubicar la totalidad de los hornos ladrilleros.
- Mejorar la calidad de vida de los habitantes del municipio, al reducir de forma significativa los efectos del impacto ambiental adverso generado por las continuas emisiones de contaminantes atmosféricos en la actividad de producción de ladrillo

► **Descripción del desarrollo del proyecto (proceso y beneficios)**

La propuesta comprende dos fases, las cuales se describen a continuación:

Fase A. Construcción de sistemas de hornos ecológicos prototipo Márquez-Kiln

1. Reubicación y adquisición de terreno

La reubicación de la totalidad de los hornos para el cocimiento de ladrillo requiere la adquisición de un predio de 50 hectáreas. Para este proyecto, la presidencia municipal de Gómez Palacio negoció la adquisición de 30 de las 50 hectáreas, ubicadas a 30 km de la mancha urbana para poder realizar la construcción de los hornos prototipo.

2. Preliminares y terraplén

Se realizará la limpieza, en un trazo de 6,000 m² de superficie para la ubicación de 4 lotes de 25x60 m, además de la conformación de terraplén compacta de 1953.12 m³, con un espesor de 20 cm, con material de banco (tierra limpia para relleno).

3. Excavaciones mecánicas

Para la construcción de hornos ecológicos MK de cocimiento de ladrillo se realizarán, en cada uno de los 4 lotes, las excavaciones mecánicas de 10x10x2 metros en material común en seco, incluyendo afín de taludes.

4. Plantación de barreras naturales

Se realizará la plantación de 300 ejemplares de árboles nativos o adaptados a la región como pueden ser el huizache, acacia farnesiana; mezquite, *Prosopis juliflora*, álamo chopo, *Populus nigra*, fresno, *Fraxinus americana* y pinabete, *Abies pectinata*. La reforestación será en las áreas perimetrales del predio del parque industrial ladrillero, a fin de generar barreras de contención para la captura de gas de efecto invernadero, y que el follaje sea un filtro de partículas u hollín en que se considere un bajo consumo de agua.

5. Desarrollo y construcción del proyecto piloto de hornos MK

Se realizará como sigue: este proyecto piloto comprende la construcción de 5 hornos ecológicos MK, se iniciará con la excavación mecánica en 4 pozos de 5x10x2 metros, para iniciar con la construcción de la cámara de combustión, los arcos del horno y los canales subterráneos para el intercambio de efluentes de emisión. Se fabricarán también las compuertas de cierre del horno; esto último es uno de los principales cambios en la relación con los hornos tradicionales, las chimeneas se construirán para dar salida a la corriente de emisión y contarán como compuertas de cierre para el control de las mismas.



La operación de los hornos es como sigue: trabajan por pares de hornos, en el que se llenan los dos hornos de ladrillos crudos, uno para la quema y el otro como filtro. El domo controla la combustión y elimina las salidas de emisiones y contaminantes a la atmósfera. La chimenea del primer horno está cerrada. La chimenea del segundo horno y el canal se usa para guiar las emisiones al segundo horno antes de salir a la atmósfera. Los ladrillos del segundo horno se usan como filtro. Después de que los ladrillos en el primero están cocidos, se descarga. Este horno se vuelve a llenar con ladrillos crudos que ahora servirán como filtro revirtiéndose el proceso. La quema realizada en este tipo de hornos reduce las emisiones en forma considerable, disminuyendo además los tiempos de quema y, por consecuencia, los materiales a consumirse.



Fase B. Estudio de eficiencia del horno y medición de contaminantes y su repercusión en la salud ambiental

1. Investigación y medición de parámetros

Una vez construidos los hornos prototipo, se procederá al levantamiento estadístico de información y datos reales de la quema del horno MK, bajo diferentes condiciones de materiales y tiempo de cocción, para posteriormente realizar análisis de las muestras tomadas en laboratorio y revisar que los resultados realmente reduzcan los contaminantes de manera considerable comparada con el horno tradicional. De acuerdo con los resultados de laboratorio, se realizarán ajustes en caso necesario para alcanzar los parámetros que se desean.

2. Entrenamiento

Una vez que se tengan los resultados de las investigaciones de la eficiencia del horno y de reducción de contaminantes, se procederá a definir la reglamentación necesaria para el uso de los hornos, para que efectivamente se sigan los procedimientos, y replicar lo resultados en todos los hornos que se lleguen a fabricar. Además, se realizará la capacitación de los ladrilleros en uso de hornos con el mismo fin.

► Productos que se entregarán al terminar el proyecto

Dos sistemas de hornos ecológicos MK (Márquez Kiln) con un dosificador de aceite, como parte del proyecto piloto para dar certeza al municipio de Gómez Palacio, Durango, de implementar un parque industrial ladrillero con esta técnica y eliminar los hornos tradicionales de cocimiento de ladrillo.



Entrega de la evaluación de las emisiones de gases de combustión de los hornos MK (monóxido de carbono, óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno, entre otros), generadas por el consumo de materiales como cirre, aserrín y maderas.

Un estudio de impacto ambiental (evaluación preliminar de riesgos de problemas respiratorios) en los alrededores de la ubicación actual de las ladrilleras, para que pueda ser comparado contra un estudio futuro similar, después de la reubicación de los ladrilleros en el parque industrial ladrillero.

► Conclusiones y/o beneficios obtenidos

Con base en los resultados de la investigación en el presente proyecto, se busca entregar elementos tangibles al municipio de Gómez Palacio para reubicar a 30 km de la mancha urbana a todos los hornos ladrilleros tradicionales que se ubican actualmente a 1 km al noroeste de la ciudad de Gómez Palacio, Durango.

Entre los principales beneficios del proyecto se encuentran:

- Contar con lineamientos para establecer capacitación integral para la diversificación de los productos de barro y mejorar la calidad de vida de los trabajadores de esta actividad productiva.
- Reducir y restringir el uso de materiales combustibles en el cocimiento de ladrillo.
- Reducir los tiempos de quemas en los hornos de cocimiento de ladrillo.
- Reducir las emisiones de gases de combustión y partículas, precursores del calentamiento global.
- Contar con un reglamento de operación de los hornos, a fin de regular cada una de las actividades a desarrollarse en las quemas.



RED INTERNACIONAL DE FORTALECIMIENTO ACADÉMICO E INVESTIGACIÓN DEL POSGRADO URUZA-UACH¹

C.A. Meza-Herrera;² M. Wurzinger;³ A. González-Bulnes;⁴ J.M. Serradilla M.;⁵ M. Villarroel;⁶ B. López-Ariza y J.M. Cisneros V.;⁷ M. Mellado y F. Véliz-Deras⁸

► Introducción

El presente proyecto de innovación, investigación y desarrollo se situó, en lo general, en el Área 3 (Desarrollo Educativo y Social) y responde a la Demanda 3.1 Fortalecimiento de los Programas Académicos, de Investigación y de Desarrollo Tecnológico en Materia Ambiental, Agroforestal y Pecuaria de la Región de Zonas Áridas en el Estado de Durango. Incluye las modalidades A2: Investigación Científica Aplicada, y la C2: Formación de Recursos Humanos, Creación y Consolidación de Grupos y Redes de Investigación e Innovación. El Programa de Maestría en la URUZA-UACH forma parte del padrón de



¹ Proyecto FOMIX: DGO-2008-C01-87559, Monto aprobado: \$604,000.00, Aportaciones concurrentes: \$300,000.00
Monto total: \$904,000.00

² De la Universidad Autónoma Chapingo - Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, México.

³ De la BOKU - University of Natural Resources and Applied Life Sciences, Austria.

⁴ Del Departamento de Reproducción, INIA, España.

⁵ De la Universidad de Córdoba, España.

⁶ De la Universidad Politécnica de Madrid, España.

⁷ De la Universidad Autónoma Chapingo - Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas.

⁸ De la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", México.

posgrados de calidad del CONACYT, sin embargo, futuras evaluaciones tomarán como parámetros el desarrollo de un posgrado no sólo competente sino de excelencia y calidad internacional. Dicho entorno genera la necesidad de desarrollar e implantar nuevas estructuras organizacionales y programáticas más sólidas y eficientes, con características interinstitucionales, multidisciplinarias e internacionales que fortalezcan el proceso académico y el quehacer científico en los programas de posgrado; lo anterior al través del establecimiento de Redes de Apoyo Interinstitucional, preferentemente internacionales. El establecimiento de la Red Internacional de Fortalecimiento Académico e Investigación del Posgrado en URUZA (RIFAIP-URUZA) promovió el establecimiento de un consorcio de seis instituciones de educación superior en México y la Unión Europea.

El desarrollo de la RIFAIP-URUZA, generó una excelente oportunidad para el intercambio de experiencias y el desarrollo de estrategias *know how* con instituciones de vanguardia en la UE. Permitió también un acercamiento multi-institucional y multidisciplinario entre los socios del consorcio para la formulación de metas, objetivos y estrategias en el desarrollo académico y de investigación del posgrado en URUZA. El desarrollo de redes de apoyo académico y de investigación es imprescindible para lograr la calidad internacional de los posgrados, ya que el trabajo en red permite la interacción y la complementariedad. Por lo anterior, en los últimos años se ha redimensionado la importancia de la multilateralidad funcional, especialmente a través de la generación de redes y alianzas estratégicas entre instituciones académicas y de investigación. El presente proyecto dio respuesta a dos modalidades de la Convocatoria-2008 a través del desarrollo de dos componentes: C2, Formación de Recursos Humanos y Formación de Redes: Red Internacional de Fortalecimiento Académico e Investigación del Posgrado-URUZA-UACH, y A2: Investigación Científica Aplicada Efecto de la Suplementación Nutricional Focalizada en Ventanas Específicas del Proceso Productivo sobre la Eficiencia Reproductiva en Cabras.

Demanda específica que atiende el proyecto a nivel estatal

Área 2. Desarrollo educativo y social

Demanda: Fortalecimiento de los programas académicos, de investigación y de desarrollo tecnológico en materia ambiental, agroforestal y pecuaria en la región de zonas áridas en el estado de Durango.

Modalidad A2: Investigación Científica y Aplicada.

Modalidad C2: Formación de recursos humanos, creación y consolidación de grupos y redes de investigación e innovación, y desarrollo tecnológico.

► Objetivo general

Apoyar actividades que se llevan a cabo en el programa académico de posgrado de la UACH-URUZA, el cual impacta las áreas de desarrollo ambiental, agroforestal y pecuario en el estado de Durango, mejorando sus procesos docentes y de investigación, incrementando sus estándares de calidad, con fines de propender al establecimiento de un posgrado con calidad internacional, impulsando el desarrollo de redes de investigación multidisciplinaria, interinstitucional y, en este caso particular, de participación internacional.

Otra de las funciones prioritarias de la red incluyó el desarrollo de la modalidad A2, Investigación Científica Aplicada, la cual evaluó el uso de la suplementación nutricional focalizada en ventanas específicas del proceso productivo, a fin de incrementar la eficiencia reproductiva de hembras caprinas, que se insertó también en el Área 1-Agropecuaria, de la citada Convocatoria, en la Demanda 1.2 Tecnologías de Producción Animal de Zonas Áridas, Modalidades A2 y B1.

► Descripción del desarrollo del proyecto

El proceso de internacionalización de la educación superior y el posgrado es hoy una realidad en las distintas regiones del mundo, aunque su desarrollo en México ha estado más relacionado a instituciones de educación privada, con un marcado rezago en las instituciones públicas. En particular, el posicionamiento internacional de los sistemas de educación superior y posgrado (IESP) en los distintos países de la Unión Europea (UE), y en menor grado en México, se ha profundizando cada día más, tomando un lugar estratégico y central en las políticas educativas institucionales, particularmente el sector privado. De manera paralela, y en medio de una dinámica altamente competitiva, más que cooperativa, el componente calidad se ha convertido en un tema central en la gestión de las IESP, las cuales buscan cumplir con eficacia y eficiencia su misión y los objetivos que se han comprometido a alcanzar. El creciente interés por la calidad académica de las IESP ha puesto de manifiesto diversos procesos de evaluación como un mecanismo para fomentar el mejoramiento a partir de información interna y externa de la propia institución. Lo anterior se basa en la *auto-evaluación* que conecta lo que se *declara*, a lo que se *hace*, a lo que se *logra* y a lo que hay que cambiar. Una estrategia que permite identificar, analizar y comparar lo que una IESP en particular está haciendo frente a lo que otras IESP implementan en su afán por alcanzar objetivos propuestos; es el *benchmarking*: *comparar para proyectar*.

Dentro de las metas que establecen las diferentes IESP está el establecimiento de una “dinámica evolutiva positiva”, y dentro de esta estrategia la planificación representa ese puente entre su presente y el futuro deseado, tomando como base la mejora continua. Al respecto, un primer paso al interior de la UACH-URUZA en esta actividad de evaluación-comparación-proyección, fue el reconocimiento del Programa de Maestría como parte del Padrón de Posgrados de Calidad del CONACYT. En abril 2008, la URUZA-UACH logró la acreditación por parte de la COMEAA de los programas de licenciatura tanto en su Orientación Agrícola como en la Pecuaria. Recientemente, en agosto de 2010, el H. Consejo Universitario de la UACH aprobó los nuevos planes de estudio basados en competencias para los programas de licenciatura en la URUZA-UACH. Sin embargo, nuevas evaluaciones se tomarán como parámetros a seguir para el desarrollo de un posgrado, no sólo competente, sino de excelencia con calidad internacional. Dicho entorno genera la necesidad de desarrollar e implantar estructuras organizacionales y programáticas más sólidas y eficientes, con características interinstitucionales, multidisciplinarias e internacionales que fortalezcan el proceso académico y el quehacer científico en los programas de posgrado de la IESP; lo anterior al través del establecimiento de redes de apoyo interinstitucional, preferentemente internacionales. El establecimiento de la *Red Internacional de Fortalecimiento Académico e Investigación del Posgrado en URUZA (RIFAIP-URUZA)* propuso establecer el desarrollo de un consorcio de seis instituciones de educación superior en México y la Unión Europea:

1. Universidad Autónoma Chapingo-Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas
2. BOKU-University of Natural Resources and Applied Life Sciences, Austria
3. INIA-Departamento de Reproducción Animal, Madrid, España
4. Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España
5. Universidad de Córdoba, Córdoba, España
6. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, México

En una perspectiva global, la movilidad de académicos y estudiantes mexicanos, y en particular de la UACH, se nota rezagada en comparación con otras regiones del mundo siendo, según datos de la OCDE, tanto los académicos como los estudiantes mexicanos quienes muestran menor movilidad internacional. Dentro de las causales de dicha situación se pueden mencionar la falta de políticas nacionales o institucionales, la lentitud institucional –tanto a nivel central como en la misma URUZA– para innovar y adaptarse a los cambios del contexto internacional, así como a la falta de dominio de idiomas extranjeros por parte de académicos y estudiantes. La agenda de los socios de consorcio incluyó en forma prioritaria la cooperación académica, abordando cuatro aspectos fundamentales: i) Movilidad de académicos y estudiantes, ii) Intercambio de experiencias en investigación, iii) Producción conjunta de conocimiento, y iv) Desarrollo de programas académicos y de investigación interinstitucionales.

La movilidad del personal académico y de investigación es uno de los pilares más importantes para desarrollar un posgrado con calidad internacional. Parece haber una marcada diferencia entre investigadores para los cuales la movilidad internacional es una práctica normal con respecto a docentes con pocas expectativas para el desarrollo de este tipo de estancias internacionales, en los cuales el manejo de idiomas extranjeros es prácticamente nulo. El primer grupo participa, en general con bastante habitualidad de intercambios con otras instituciones extranjeras, en congresos fuera del país y mantiene relaciones con investigadores del exterior, con una marcada tendencia a interactuar con investigadores norteamericanos o europeos, y en poco o menor grado de América Latina. El segundo grupo, que es mayoritario, tiene escasa movilidad internacional y limitadas relaciones académicas con el exterior. Los beneficios de la movilidad de investigadores se perciben al intercambiar el conocimiento, compartirlo y transferirlo, abriendo así nuevos caminos hacia la comprensión y propuestas de solución de problemas comunes. En el mismo sentido, el desarrollo de plataformas virtuales de aprendizaje (*e-learning platforms*) es una estrategia de enriquecimiento del programa académico, así como en el desarrollo de propuestas de investigación.

Productos entregados

Formación de recursos humanos

Doctorado

Escareño-Sánchez, L.M. (2010). "Design and implementation of a community-based goat breeding program for smallholders in the north of Mexico". Doctoral Dissertation. BOKU-University of natural Resources and Applied Life Sciences, Department of Sustainable Agricultural Systems, Vienna, Austria. 100 pp. (Asesor Internacional, Dr. Meza-Herrera, sustentada 25-04-10).

Maestría

García, O. A. (2010). "Factores de riesgo que afectan las variables reproductivas y enfermedades podales de vacas Holstein de Torreón Coahuila". Tesis de maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Dirección de Postgrado, Unidad Laguna. Torreón, Coahuila, México. 59 pp. (Asesor, Dr. Meza-Herrera, sustentada 22-06-10. Aprobado por Unanimidad).

Hernández-Valenzuela, L.C. (2010). "Efecto de la suplementación de betacaroteno sobre el inicio de la pubertad y niveles séricos de insulina en cabras". Tesis de maestría. Universidad Autónoma Chapingo, Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas.

Bermejillo, Durango, México. 97 pp. (Director, Dr. Meza-Herrera; sustentada 14-05-10. Aprobado con Mención Honorífica).

Inzunza-López, J.A. (2010). "Comportamiento de las temperaturas extremas en la Comarca Lagunera". Tesis de maestría. Universidad Autónoma Chapingo, Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. Bermejillo, Durango, México. 97 pp. (Director, Dr. Valdez-Cepeda; sustentada 06-05-10. Aprobado con Mención Honorífica).

Hernández-Martínez, M.A. (2009). "Actividad fotosintética en árboles de nogal pecanero (*Carya illinoensis* (Wangeh) K. Koch) establecidos en altas densidades en la Comarca Lagunera". Tesis de maestría. Universidad Autónoma Chapingo, Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. Bermejillo, Durango, México. 40 pp. (Director, Dr. Arreola-Ávila, sustentada 16-12-09).

Antonio-Chirino, E. (2009). "Factores que afectan la producción de leche en vacas Holstein inducidas hormonalmente a la lactancia". Tesis de maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Dirección de Postgrado, Unidad Laguna. Torreón, Coahuila, México. 59 pp. (Asesor, Dr. Meza-Herrera, sustentada 18-12-09. Aprobado por Unanimidad).

Sepúlveda-González, E. (2009). "Efecto de las condiciones climáticas y semen (fresco o congelado) sobre el desempeño reproductivo de vacas Holstein tratadas con somatotropina". Tesis de maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Dirección de Postgrado, Unidad Laguna. Torreón, Coahuila, México. 59 pp. (Asesor, Dr. Meza-Herrera, sustentada 18-12-09. Aprobado por Unanimidad).

Landeros-Márquez, O. (2009). "Fertilización nitrogenada y fitoextracción de plomo por huizache (*Acacia farnesiana*) en suelos contaminados". Tesis de maestría. Universidad Autónoma Chapingo, Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. Bermejillo, Durango, México. 74 pp. (Director, Dr. Trejo-Calzada; sustentada 11-11-09).

Ortiz-Cano, H.G. (2009). "Fitoextracción de plomo y cadmio en suelos contaminados usando Quelite (*Amaranthus hybridus* L) y micorrizas". Tesis de maestría. Universidad Autónoma Chapingo, Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. Bermejillo, Durango, México. 63 pp. (Director, Dr. Trejo-Calzada; sustentada 11-11-09).

Chávez-Rivero, J.A. (2009). "Evaluación de la eficacia de un reactor anaerobio de flujo ascendente en el tratamiento de agua residual". Tesis de maestría. Universidad Autónoma Chapingo, Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. Bermejillo, Durango, México. 88 pp. (Director, Dr. Pedroza-Sandoval, sustentada 23-10-09).

López-Medrano, J.I. (2009). "Suplementación de glutamato, inicio de pubertad y niveles séricos de triyodotironina en cabras". Tesis de maestría. Universidad Autónoma Chapingo, Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. Bermejillo, Durango, México. 97 pp. (Director Dr. Meza-Herrera; sustentada 24-04-09. Aprobado con Mención Honorífica).

Torres-Moreno, M. (2009). "Efecto de la suplementación de glutamato sobre pubertad y los niveles séricos de insulina en cabras en el norte de México". Tesis de maestría. Universidad Autónoma Chapingo, Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. Bermejillo, Durango, México. 93 pp. (Director Dr. Meza-Herrera; sustentada 24-04-09. Aprobada con Mención Honorífica).

García-Olvera, N.C. (2008). "Variación espacial de la concentración de plomo en suelos del área de Bermejillo, Durango". Tesis de maestría. Universidad Autónoma Chapingo, Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. Bermejillo, Durango, México. 73 pp. (Director, Dr. Trejo-Calzada; sustentada 14-10-08).

Calzada-Rivera, A.M. (2008). "Evaluación físico-química del gel y jugo de la hoja de sábila (*A. barbadensis* M.) en diferentes prácticas de manejo". Tesis de maestría. Universidad Autónoma Chapingo, Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. Bermejillo, Durango, México. 116 pp. (Director, Dr. Pedroza-Sandoval; sustentada 14-11-08).

Morán-Martínez, R. (2008). "Estructura poblacional de los sabinos (*Taxodium mucronatum* TEN) y su potencial dendrológico en la parte baja del Rio Nazas". Tesis de maestría. Universidad Autónoma Chapingo, Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. Bermejillo, Durango, México. 103 pp. (Director, Dr. Villanueva-Díaz; sustentada 17-10-08)

Esquivel-Arriaga, O. (2008). "Fertilización nitrogenada y fitoextracción de plomo y cadmio por Trompillo (*Solanum elaeagnifolium* Cav) en suelos contaminados". Tesis de maestría. Universidad Autónoma Chapingo, Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. Bermejillo, Durango, México. 106 pp. (Director, Dr. Trejo-Calzada; sustentada 17-10-08).

Licenciatura

García-López, M.A. (2010). "Aminoácidos neuroexcitadores, condición corporal, circunferencia escrotal, y concentraciones séricas de LH en machos caprinos bajo fotoperíodos crecientes". Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. URUZA. Bermejillo, Durango, México. (Director, Dr. Meza-Herrera; sustentada 8-03-2010. Aprobado con Felicitación).

López-Espinoza, M.C. (2009). "Aminoácidos excitadores, machos caprinos, circunferencia escrotal, fotoperíodos crecientes y testosterona en un muestreo intermitente". Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. URUZA, Bermejillo, Durango, México. (Director, Dr. Meza-Herrera; sustentada 18-09-2009. Aprobado con Felicitación).

González-Maldonado, J. (2009). "Aminoácidos excitadores, machos caprinos, circunferencia escrotal, fotoperíodos crecientes e insulina en un muestreo intermitente". Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. URUZA. Bermejillo, Durango. México. (Director, Dr. Meza-Herrera; sustentada 10-06-2009. Aprobado con Mención Honorífica).

Santillano-Meléndez, F.J. (2009). "Aminoácidos excitadores, folículos antrales y hormona del crecimiento en cabras bajo fotoperíodos decrecientes". Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. URUZA. Bermejillo, Durango, México. (Director, Dr. Meza-Herrera; sustentada 16-07-2009. Aprobado con Felicitación).

González-Velázquez, A. (2009). "Efecto agudo de la suplementación de L-glutamato sobre el desarrollo de folículos antrales y niveles séricos de IGF-1 en cabras". Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. URUZA. Bermejillo, Durango, México. (Director, Dr. Meza-Herrera; sustentada 16-04-2009. Aprobado con Mención Honorífica).

García-Plascencia, I.E. (2008). "Efecto agudo de la suplementación de B-caroteno sobre el desarrollo de folículos antrales y niveles séricos de insulina en cabras". Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. URUZA. Bermejillo, Durango, México. (Director, Dr. Meza-Herrera, sustentada 09-12-2008. Aprobada con Felicitaciones).

Gutiérrez-Rendón, J.L. (2008). "Efecto agudo de la suplementación con L-glutamato en cabras sobre el desarrollo de folículos antrales y niveles séricos de insulina". Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. URUZA. Bermejillo, Durango, México. (Director, Dr. Meza-Herrera; sustentada 08-15-2008).

Libros/Capítulos de libro

González-Bulnes, A., C.A. Meza-Herrera, M. Rekik, H. Ben Salem, R.T. Kridli (2010). "Limiting factors and strategies for improving reproductive outputs of small ruminants reared in semi-arid environments". In: *Semi-arid environments: Agriculture, water supply and vegetation*. Ed: K.M. Degenovine. Nova Science Publishers Inc. Hauppauge, NY, USA. (www.novapublishers.com). ISBN: 978-1-61761-541-2.

Meza-Herrera, C. A., J.J. López-Medrano, M. Torres-Moreno, A. Gonzalez-Bulnes, F.G. Véliz-Deras, M. Mellado y M. Wurzinger (2009). "Innovaciones conceptuales en el

establecimiento de la pubertad". In: *Fisiología de la Reproducción en Rumiantes*. CP, Montecillos, México. Primera Edición. pp. 105-126.

Artículos científicos - Sólo *Journals* indexados en JCR, SCI-E y CONACYT

Meza-Herrera, C.A., A. González-Bulnes, R. Kridli, M. Mellado, C.F. Aréchiga-Flores, H. Salinas, and J.M. Luginbuhl (2010). "Neuroendocrine, metabolic and genomic cues signaling the onset of puberty in females". *Reproduction in Domestic Animals*. In press. DOI: 10.1111/j.1439-0531.2009.01355.x

Flores-Nájera M.J., C.A. Meza-Herrera, F.G. Echavarría, E. Villagómez, L. Íñiguez, H. Salinas, and A. González-Bulnes (2010). "Influence of nutritional and socio-sexual cues upon reproductive efficiency of goats exposed to the male effect under extensive conditions". *Animal Production Science*. In press. 50(9)

Meza-Herrera, C.A., T. Ross, D. Hallford, D. Hawkins, and A. González-Bulnes. 2010. "High periconceptual protein intake modifies uterine and embryonic relationships increasing early pregnancy losses and embryo growth retardation in sheep". *Reproduction in Domestic Animals*. 45(4):723-728.

Carrillo, E., C. A. Meza-Herrera, F.G. Véliz-Deras. 2010. "Reproductive seasonality of young French-Alpine goat bucks adapted to subtropical conditions in Mexico". *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. 1(2):169-178.

Meza-Herrera, C.A., F.G. Véliz-Deras, M. Wurzinger, B. López-Ariza, G. Arellano-Rodríguez, and R. Rodríguez-Martínez (2010). "The kiss-1, kisspeptin, gpr-54 complex: A critical modulator of GnRH neurons during pubertal activation". *Journal of Applied Biomedicine*. 8(1):1-9.

Urrutia-Morales, J., C.A. Meza-Herrera, F.J. Escobar-Medina, H.G. Gámez-Vázquez, B.M. Ramírez-Andrade, M.O. Díaz-Gómez, and A. González-Bulnes (2009). "Relative roles of photoperiodic and nutritional cues in modulating ovarian activity in goats". *Reproductive Biology*. 9(3):283-294.

Véliz, F.G., M. Mellado, E. Carrillo, C.A. Meza-Herrera, and R. Rivas-Muñoz (2009). "Effects of a long day photoperiod on milk yield and ovarian activity of Saanen goats in northern Mexico". *Journal of Applied Animal Research*. 36(4):287-290.

Arellano-Rodríguez, G., C.A. Meza-Herrera, R. Rodríguez-Martínez, R. Dionisio-Tapia, D.M. Hallford, M. Mellado and A. González-Bulnes (2009). "Short-term intake of B-carotene

supplemented diets enhances ovarian function and progesterone synthesis in goats". *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 93(6):710-715.

Véliz, F.G., C.A. Meza-Herrera, M. A. de Santiago-Miramontes, G. Arellano-Rodríguez, C. Leyva, R. Rivas-Muñoz and M. Mellado (2009). "Effect of parity and progesterone priming on induction of reproductive function in Saanen goats by buck exposure". *Livestock Science*. 125(2-3):261-265.

Torres-Moreno, M., C.A. Meza-Herrera, A. González-Bulnes, J.I. López-Medrano. M. Mellado-Bosque, M. Wurzinger and R. Trejo-Calzada (2009). "Effect of exogenous glutamate supply on the onset of puberty in goats. I. Serum levels of insulin". *Journal of Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 11(1): 193-196.

López-Medrano, J.I., C.A. Meza-Herrera, A. González-Bulnes, M. Torres-Moreno, M. Mellado-Bosque, M. Wurzinger and R. Trejo-Calzada (2009). "Effect of exogenous glutamate supply on the onset of puberty in goats. II. Serum levels of triiodothyronine". *Journal of Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 11(1):197-200.

Guerra-García, M., C.A. Meza-Herrera, M.T. Sánchez-Torres-Esqueda, J. Gallegos-Sánchez, G. Torres-Hernández and A. Pro-Martínez (2009). "IGF-1 and ovarian activity of goats in divergent body condition and supplemented with non-degradable ruminal protein". *Agrociencia*. 43(3): 241-247.

Gámez-Vázquez, H.G., C.A. Rosales-Nieto, R. Bañuelos-Valenzuela, J. Urrutia-Morales, M.O. Díaz-Gómez, J.M. Silva-Ramos and C.A. Meza-Herrera (2008). "Body condition score positively influence plasma leptin concentrations in criollo goats". *Journal of Animal and Veterinary Advances*. 7(10):1237-1240.

Conferencias y publicaciones en eventos científicos

Meza-Herrera, C.A. (2010). "Nutrición focalizada y eficiencia reproductiva en caprinos". Máster en Zootecnia y Gestión Sostenible: Ganadería Ecológica e Integrada. Curso Académico 2009-2010. Universidad de Córdoba, Córdoba, España. Junio 22, 2010. (Under support of the ALFA-III-ALAS Project) (Presentado como Conferencia Magistral)

Meza-Herrera, C.A. (2010). "In search of collaborative graduate programs between UCO & URUZA-UAACH: Synergies and Challenges". First International Meeting of Policy Makers of the ALFA-III-Consortium. Universidad de Córdoba, Córdoba, Spain. Politécnica de Madrid. Madrid, Spain. June 24, 2010. (Under support of the ALFA-III-ALAS Project) (Presentado como Conferencia Magistral)

Meza-Herrera, C.A. (2010). "Chapingo Autonomous University & the enhancement of the rural society in Mexico: The role of Bachelor and Graduate Programs". First International Meeting of Policy Makers of the ALFA-III-Consortium. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid, Spain. June 19, 2010. (Under support of the ALFA-III-ALAS Project) (Presentado como Conferencia Magistral)

Meza-Herrera, C.A. (2010). "SWOT analyses of graduate programs of the Consortium ALFA-III-ALAS: Main Challenges". First International Meeting of Policy Makers of the ALFA-III-Consortium. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid, Spain. June 19, 2010. (Under support of the ALFA-III-ALAS Project) (Presentado como Conferencia Magistral)

Meza-Herrera, C.A. (2010). "Interacción nutrición-reproducción en cabras: Actualización de algunos conceptos". Reunión Plenaria de la Red Caprina Interuniversitaria del Noroeste Argentino. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Catamarca. Catamarca, Argentina. Mayo, 2010. (Con apoyo financiero del Proyecto ALFA-III-ALAS) (Presentado como Conferencia Magistral)

Meza-Herrera, C.A. (2010). "A proposal to harmonize the graduate program curriculum of the ALFA-III-ALAS Consortium". Third International Consortium Meeting of the ALFA-III-ALAS Project. Universidad Nacional de Catamarca. Catamarca, Argentina. May, 2010. (Under support of the ALFA-III-ALAS Project) (Presentado como Conferencia Magistral)

Meza-Herrera, C.A. (2010). "Actual situation and harmonization of the curriculum development component in the graduate program at UACH-URUZA". Third International Consortium Meeting of the ALFA-III-ALAS Project. Universidad Nacional de Catamarca. Catamarca, Argentina. May, 2010. (Under support of the ALFA-III-ALAS Project) (Presentado como Conferencia Magistral)

Meza-Herrera, C.A., Véliz-Deras, F.G., Hernández-Valenzuela, L.C., González-Bulnes, A., Mellado, M., Wurzinger, M. Abad-Zavaleta, J. (2009). "El rol de los genes Kiss-1, OCT-2, TTF-1 & EAP-1 en la activación de los neurones de GnRH durante la pubertad y la reproducción estacional". XXI Semana Internacional de Agronomía. UJED-FAZ. Gómez Palacio, Durango. México. Noviembre, 2009. Sección I: Conferencias Magistrales, pp. 27-36. (Presentado como Conferencia Magistral)

De Santiago-Miramontes, M.A., Luna-Orozco, J.R., Véliz-Deras, F.G., Hernández-Bustamante, J.D., Meza-Herrera, C.A., Mellado-Bosque, M. (2009). "Inducción de la actividad estral de cabras en anestro con el estímulo de machos y hembras estrogenizadas". XXI Semana Internacional de Agronomía. UJED-FAZ. Gómez Palacio, Durango. México. Noviembre, 2009. Sección II: Carteles, pp. 507-510.

De Santiago-Miramontes, M.A., Luna-Orozco, J.R., Véliz-Deras, F.G., Hernández-Bustamante, J.D., Meza-Herrera, C.A., Mellado-Bosque, M. (2009). "La presencia de cabras en estro adelanta la respuesta estral de cabras anovulatorias". XXI Semana Internacional de Agronomía. UJED-FAZ. Gómez Palacio, Durango. México. Noviembre, 2009. Sección II: Carteles, pp. 523-526.

Meza-Herrera, C.A. (2009). "Innovaciones conceptuales en el establecimiento de la pubertad. VI Curso Internacional Innovaciones en Reproducción Animal". Colegio de Postgraduados. Universidad Autónoma Chapingo. Auditorio de Sociología Rural. Estado de México, México. Septiembre, 2009. (Presentado como Conferencia Magistral)

Meza-Herrera, C.A. (2009). "Current status of the curriculum development component in four graduate programs in Latinamerica (Perú and Bolivia)". Second International Consortium Meeting of the ALFA-III-ALAS Project. Universidad Autónoma of Yucatán, Mérida, Yucatán, México. September, 2009. (Under support of the ALFA-III-ALAS Project) (Presentado como Conferencia Magistral)

Meza-Herrera, C.A. (2009). "Avances de Investigación en la Interacción Nutrición-Reproducción en Cabras". Seminario Internacional "Innovaciones en Mejoramiento Genético y Eficiencia Reproductiva en Pequeños Rumiantes. Facultad de Agronomía. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia. Julio, 2009. (Presentado como Conferencia Magistral)

Meza-Herrera, C.A. (2009). "Interfases entre la Suplementación y la Función Reproductiva en Cabras". Seminario Internacional "Avances en Reproducción y Mejora Genética de Caprinos". Facultad de Zootecnia, Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. Junio, 2009. (Presentado como Conferencia Magistral)

Meza-Herrera, C.A. (2009). "Suplementación focalizada, aminoácidos neuroexcitadores y función ovárica en cabras". Seminario Internacional en Rumiantes Menores. Facultad de Ciencias de Ingeniería, Sub-Proyecto Internacional Identificación de Alpacas Huacaya de Alto Valor Genético-INAGRO. Universidad Nacional de Huancavelica. Huancavelica, Perú. Junio, 2009. (Presentado como Conferencia Magistral)

Meza-Herrera, C.A. (2009). "Targeted nutrition and reproductive efficiency in goats". International Graduate Seminar Conference. BOKU-University of Natural Resources and Applied Life Sciences, Vienna, Austria. Department of Sustainable Agricultural Systems. Division of Livestock Sciences. March, 2009. Vienna, Austria. (Under support of the ALFA-III-ALAS Project) (Presentado como Conferencia Magistral)

Meza-Herrera, C.A. (2009). "The Farm-goat-milk-industry productive chain: Prospection of new markets in a globalized society". International Course on Animal Husbandry in Tropical and Subtropical Regions. Department of Sustainable Agricultural Systems. Division of Livestock Sciences. BOKU-University of Natural Resources and Applied Life Sciences, Vienna, Austria. March, 2009. Vienna, Austria. (Under support of the ALFA-III-ALAS Project) (Presentado como Ponencia, Profesor Invitado)

Meza-Herrera, C.A. (2009). "Goat production in Mexico: The key role of northern Mexico and the arid lands". International Course on Animal Husbandry in Tropical and Subtropical Regions. Department of Sustainable Agricultural Systems. Division of Livestock Sciences. BOKU-University of Natural Resources and Applied Life Sciences, Vienna, Austria. March, 2009. Vienna, Austria. (Under support of the ALFA-III-ALAS Project) (Presentado como Ponencia, Profesor Invitado)

Meza-Herrera, C.A. (2009). "Goat production in the world: Main trends". International Course on Animal Husbandry in Tropical and Subtropical Regions. Department of Sustainable Agricultural Systems. Division of Livestock Sciences. BOKU-University of Natural Resources and Applied Life Sciences, Vienna, Austria. March, 2009. Vienna, Austria. (Under support of the ALFA-III-ALAS Project) (Presentado como Ponencia, Profesor Invitado)

Meza-Herrera, C.A. (2009). "In search of synergies for a better future of higher education in Graduate Programs in Latin America". International Conference: Kick-off Meeting of the ALFA-III Program of the European Commission. University of Porto. Porto, Portugal. February, 2009. (Under support of the ALFA-III-ALAS Project) (Presentado como Conferencia Invitada)

Meza-Herrera, C.A. (2009). "Evolution and current status of the Graduate Program at URUZA-UACH". International Conference: First International Consortium Meeting of the ALFA-III-ALAS Project. Universidad Mayor de San Andrés. January, 2009. La Paz, Bolivia. (Under support of the ALFA-III-ALAS Project) (Presentado como Conferencia Invitada)

Conclusiones

El Proyecto de Investigación, Innovación y Desarrollo "Red Internacional de Fortalecimiento Académico e Investigación del Posgrado URUZA-UACH" fue aprobado en la Convocatoria 2008-01 FOMIX-DURANGO, Área 3 (Desarrollo Educativo y Social), Demanda 3.1 "Fortalecimiento de los Programas Académicos, de Investigación y de Desarrollo Tecnológico en Materia Ambiental, Agroforestal y Pecuaria de la Región de Zonas Áridas en el Estado de Durango". Incluyó las Modalidades A2 "Investigación

Científica Aplicada”, y la C1 “Formación de Recursos Humanos, Creación y Consolidación de Grupos y Redes de Investigación e Innovación”.

El principal producto de la Modalidad A2 fue el desarrollo de nuevas alternativas de suplementación focalizada en ventanas críticas del proceso reproductivo para incrementar la respuesta productiva en caprinos. Con respecto a la Modalidad C1, los resultados globales del proyecto demuestran un alto impacto y nivel consolidación de las actividades sustantivas que se llevan a cabo en el posgrado URUZA-UACH, en áreas del desarrollo ambiental, agroforestal y pecuario en el estado de Durango, mejorando sus procesos docentes y de investigación, y aumentando sus estándares de calidad.

Se incrementó la Formación de Recursos Humanos, al concluir tesis de Licenciatura (8; URUZA-UACH), Maestría (16; 13 URUZA-UACH y 3 UAAAN-UL) y Doctorado (1, BOKU-University, Austria). Se logró diseminación de resultados de investigación en el área de ciencia animal, mediante la publicación de 12 Artículos en Revistas Indexadas (JCR-CONACYT). Se desarrollaron seis Acciones de Formación Académica en Europa de docentes de URUZA-UACH, en Austria y España, que sumaron 150 días de capacitación en estancias internacionales. Con respecto al Fortalecimiento Académico de Estudiantes de licenciatura y posgrado, se impartió en URUZA-UACH un Curso Internacional sobre Ciencia Animal por experta europea, además de lograr Procesos de Movilidad e Internacionalización al asistir estudiantes de URUZA-UACH al Curso Internacional sobre el Uso Marcadores Moleculares en la Mejora Genética Animal, ofrecido en la Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.

Dentro del marco del presente proyecto, se ofrecieron 17 Conferencias Magistrales en las áreas de ciencia animal y desarrollo curricular y fortalecimiento de posgrados; 8 en Europa (Austria y España) y 9 en América Latina (Argentina, Bolivia, Perú y México). Docentes de UACH-URUZA participaron como Delegados Internacionales en cinco eventos para el Fortalecimiento del Posgrado en América Latina, desarrollados en Argentina, Bolivia, México, España y Portugal.

Se desarrollaron cursos de Capacitación en Tecnologías para Plataformas de Enseñanza a Distancia (*e-learning*), así como cursos sobre manejo de proyectos de colaboración multinacional e interinstitucional, impartidos por expertos de la Unión Europea; el universo de acción impactó a más de 40 académicos. Bajo comisión y auspicio de la Unión Europea, se participó en la Evaluación de 4 Posgrados de Sudamérica: Universidad Nacional Agraria La Molina y Universidad Nacional de Huancavelica (Perú), y Universidad Mayor de San Simón y Universidad Mayor de San Andrés (Bolivia). Finalmente, las generaciones 2008-2009 y 2009-2010 del posgrado URUZA-UACH hicieron uso de Becas Mixtas del CONACYT para desarrollar el último semestre de su formación académica en la Michigan State University, promoviendo así Flexibilidad Curricular y Movilidad Estudiantil.

El objetivo central de este proyecto fue el propender al establecimiento de un posgrado con calidad internacional, impulsando el desarrollo de redes de investigación multidisciplinaria, interinstitucional y, en este caso particular, de participación internacional, promoviendo tanto la flexibilidad curricular como la movilidad nacional e internacional de estudiantes y académicos; un breve balance del presente resumen indica que estos objetivos y metas se cumplieron en las diferentes etapas del desarrollo del proyecto.

Finalmente, dos propuestas fundamentales han sido generadas en la etapa final del presente proyecto: la creación de un *Campus* Virtual Intercontinental Universitario, involucrando 7 posgrados de América Latina y 3 Universidades de Europa (BOKU, UPM y UCO), así como la posibilidad de oficializar en el corto plazo, la Doble Titulación de Maestrantes entre UACH-URUZA y la Universidad de Córdoba, España.





ESTADO DE MÉXICO

VITRIFICACIÓN: UNA SOLUCIÓN INTELIGENTE PARA LA DISPOSICIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS¹

Sergio Ballesteros Elizondo,² Rodrigo López S., José R. Parga Torres y Jesús Ma. Rincón L.

► Introducción

El aprovechamiento y/o reciclaje de residuos industriales se está implementando cada vez más en el ámbito industrial y a escala mundial. Es por eso que desde hace algunas décadas se ha dado mayor importancia a la investigación para mejorar las técnicas de valorización, reciclaje y disposición final de residuos. De hecho, se parte de las experiencias en procesos industriales que emplean tecnología avanzada, pero incipiente en muchos casos puesto que cada día se requiere de alguna innovación para hacer frente a la gran variedad y cantidad que tienen los residuos de difícil caracterización, ya que provienen de una o más etapas del proceso que los genera, de ahí se deriva la dificultad de su tratamiento.

¹ Proyecto FOMIX: EDOMEX-2005-C01-04

Monto aprobado y total: \$300,000.00

² Centro de Tecnología Avanzada, AC, CIATEQ.



En todo México sólo existe un lugar autorizado de confinamiento de residuos peligrosos (RP). Está situado en Nuevo León. Los costos de confinamiento para la mayoría de los generadores son poco atractivos. Según el Instituto Nacional de Ecología (INE), menos de 28% de los generadores confinan debidamente sus RP. Por eso, el CIATEQ realizó un estudio acerca de las alternativas tecnológicas de disposición final adecuada.

Existen muchas formas de disponer adecuadamente de los residuos peligrosos, como por ejemplo: reducción de desechos en la fuente generadora, tratamiento y confinamiento controlado, reciclaje y/o reúso.

Como método seguro de disposición final de residuos peligrosos, actualmente se reconoce en particular el potencial que tiene la vitrificación de los mismos, solución originalmente desarrollada en Francia durante la década de los 60 para disponer adecuadamente los residuos generados por el combustible nuclear (Marcule, 2002). Ha sido tan exitosa que se ha ampliado a numerosas aplicaciones adicionales. Ciertamente no resulta ser siempre el método más económico, pero sí se considera como un método casi universal por cuanto es capaz de inmovilizar casi todo con un diseño adecuado de la composición que se somete a un proceso de fusión para la obtención de un "vidrio" estable al medio ambiente. Así, pues, la vitrificación involucra básicamente un diseño de composición, objetivo basado en el análisis químico inicial de los residuos y aditivos o agregados que lleva la carga del horno. Es decir, consiste en un procesamiento a alta temperatura para disolver los RP en un fundido vítreo. Los gases que emanan del proceso son sometidos a depuración.

Actualmente la mayoría de las modalidades tecnológicas de la vitrificación funde con energía eléctrica (temperatura producida por arco eléctrico generado por electrodos) y plasmas (arco eléctrico con ionización de gas produciendo elevadas temperaturas), que en ambos casos dan lugar a un calentamiento hasta fusión de la mezcla. El CIATEQ ha desarrollado con éxito una versión energizada con carbón de coque nacional para fundir residuos en operación continua, demostrando que es mucho más barata e igualmente eficaz.

La idea central de este documento es dar a conocer un proceso que permite hacer una disposición definitiva de los residuos peligrosos. La planta piloto de vitrificación tiene una capacidad de procesamiento de 50 ton/día y se cuenta con documentación oficial que prueba la efectividad del método, y además, como técnica de tratamiento, se considera un proceso ecológicamente adecuado y económicamente sostenible: no sólo se cobra por inmovilizar RP, sino también se obtiene el vitrocerámico como producto final, encima de que disminuye el impacto ecológico, pues los RP incorporados adquieren un carácter inerte. A temperatura de 1,500°C en el reactor de vitrificación, se obtiene un vi-

drio con suficiente fluidez. Posteriormente es vertido en moldes metálicos permanentes a condiciones de enfriamiento controlado, dando lugar a la formación de cristalizaciones en un material inerte solidificado con propiedades mejoradas llamado vitrocerámico. Las propiedades tecnológicas de resistencia química y mecánica, así como la composición mineralógica del producto final, han sido determinadas en el laboratorio.

El objetivo principal de este proyecto consiste en lograr una inertización de los residuos generados a nivel industrial, si de éstos se obtienen productos de valor que puedan comercializarse.

► **Demanda específica que atiende el proyecto a nivel estatal o municipal**

Desarrollo de técnicas para el tratamiento y manejo de residuos peligrosos.

► **Objetivo general**

Identificación de oportunidades concretas de aplicación para la versión tecnológica desarrollada para México por CIATEQ, AC, como método de disposición de residuos peligrosos a un costo menor que el del confinamiento, ecológicamente adecuado y definitivo por tratarse de inmovilización. Así mismo, autosostenible en lo ecológico por beneficiarse del valor agregado del producto vitrocerámico que resulta de la inmovilización de residuos.

► **Descripción del desarrollo del proyecto (proceso y beneficios)**

Proceso de vitrificación

Después de procesar térmicamente los residuos, mezclados con óxido de sodio, óxido de calcio y sílice, de manera continua en un reactor de vitrificación, se funde la mezcla a una temperatura de entre 1,300 y 1,500°C y el resultado final es un producto vítreo y moldeable a elevadas temperaturas de colado, y solidificando en color oscuro parecido a la obsidiana que es un vidrio natural. El proceso de vitrificación propuesto inicia con la recogida de residuos industriales peligrosos, seguida de su transporte legal, la consecuente recepción en la planta piloto, continuando con el proceso de tratamiento por vitrificación (Figura 1). Las pruebas de vitrificación con el equipo piloto fueron realizadas con éxito en las instalaciones del área de equipos de procesos del CIATEQ, unidad "Bernardo Quintana", cuya ubicación está en el municipio del Marqués Querétaro. Posteriormente se utilizaron técnicas de caracterización a nivel de laboratorio para analizar los materiales obtenidos de la vitrificación.

Figura1. Proceso de vitrificación CIATEQ

MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS

Tecnología de vitrificación desarrollada por el CIATEQ, capaz de inmovilizar especies tóxicas que contienen residuos peligrosos para convertirlos en materiales utilizables en la construcción.

**Pruebas experimentales (reactor de coque) de vitrificación de residuos a escala piloto**

El reactor vertical utilizado cuenta con equipo de control de emisiones vía seca y un mecanismo que carga los materiales por la parte alta de éste (Figuras 2 a y b). También posee un sistema de inyección de aire a través de toberas; sistema de enfriamiento en la pared metálica externa del reactor mediante recirculación de agua; intercambiador de calor entre los gases de combustión; ciclones para captación de partículas gruesas; área de salida de vidrio y colado en moldes; equipo anticontaminante complementario para captar partículas finas por vía seca y gases y humos tóxicos. En la Figura 3 se muestra una fotografía de dicha instalación, en donde se observa en el centro el canal de vaciado del fundido que cae sobre el tren continuo de cangilones de moldeo.

Figura 2a. Esquema que muestra las distintas zonas del reactor

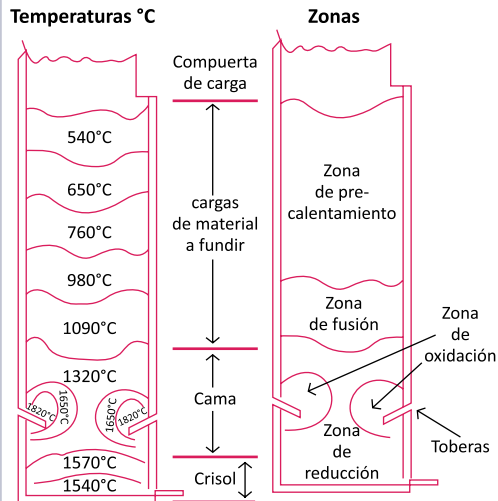


Figura 2b. Fotografía panorámica del reactor de coque en operación



Figura 3. Imagen de la zona de fusión y colado de vidrio en el reactor de vitrificación.



La cantidad de combustible (carbón de coque) utilizado en todas las pruebas es el mismo. Este valor se tomó de experiencias anteriores. Los lodos se adicionaron con 54% de humedad en sacos cerrados para evitar contacto directo con el personal de la planta y con el medioambiente. La duración de cada prueba fue de 5 horas en promedio, desde la preparación del horno hasta que se termina de fundir la carga.

Los gases calientes de la combustión del coque deben fluir a través de la carga promoviendo el secado y homogeneización de la temperatura. Simultáneamente, se realiza el secado de los lodos, incineración y producción de cenizas; éstas se disuelven en la sílice fundida en el fondo del reactor para completar el proceso de vitrificación. Durante la vitrificación se agregó como aditivo hasta 40% de sílice con el fin de disolver la cantidad suficiente de elementos tóxicos y facilitar la producción de un material vitrificado estable, además de que permita llevar a cabo el proceso de cristalización o desvitrificación controlada durante el enfriamiento (ver Figuras 4a y b).

► Productos entregados

Realización de pruebas experimentales con el reactor de vitrificación CIATEQ y nuevos materiales vitrocerámicos obtenidos

La puesta en operación del reactor de vitrificación de residuos con carbón de coque ha sido el logro más importante en este proyecto. Su operación fue establecida mediante datos de variables de proceso (perfiles de temperatura de las distintas zonas de horno, presión del soplo para la combustión del coque, temperatura de gases de salida, temperatura del vidrio en los moldes, etc.) y de pruebas preliminares a nivel de laboratorio. Se estimó que todo el carbón de coque fuese quemado y aprovechado para la vitrificación. El flujo de los gases calientes a través de la carga se lleva a cabo simultáneamente con la fusión de las materias primas, y después sale éste a un filtro de captación y neutralización de emisiones.

Figura 4a. Colado por gravedad en moldes metálicos



Figura 4b. Aspecto de la solidificación de vidrio en los moldes



A nivel de laboratorio se realizó la calcinación de residuos utilizando temperaturas cercanas a las de las zonas del reactor, lo que permite analizar la pérdida en peso y cambio de la composición química de los materiales durante la vitrificación. Esto permite predecir el comportamiento de la carga (principalmente de los lodos húmedos) durante su procesamiento en continuo. A escala piloto, durante la vitrificación, el vidrio fundido se vacía por gravedad en moldes metálicos (Figuras 4 a y b). Posteriormente, al enfriarse el vidrio se obtienen bloques del producto vitrocerámico en el tren de moldeo (Figuras 5a y b)

Análisis de peligrosidad y toxicidad en matrices vítreas (según norma NOM-052-SEMARNAT-2005).

Se determina la peligrosidad de los metales pesados inmovilizados en la matriz de vidrio (Cr y Ni) bajo los requerimientos de la norma CRETIB (corrosivo, reactivo, explosivo, tóxico ambiental, inflamable y biológico-infeccioso), haciendo uso del procedimiento Environmental Protection Agency (EPA) para el lixiviado de metales (EPA SW-846 método 6010-B, revisión 2, 1996). Los resultados indicaron que dichos metales pesados no exceden los límites establecidos por la NOM-052-SEMARNAT-2005. El resto de los elementos que especifica la norma como tóxicos no fueron detectados. Cabe mencionar que esta prueba de lixiviado confirma que la inmovilización de elementos tóxicos ha cumplido con los requerimientos establecidos por la EPA y SEMARNAT para el manejo seguro y el aprovechamiento de los materiales vítreos y vitrocerámicos producidos en esta investigación.

Figura 5a. Enfriamiento gradual de los bloques vitrocerámicos



Figura 5b. Bloques de material vitrocerámico



► Conclusiones y/o beneficios obtenidos

Sostenibilidad del proceso de vitrificación propuesto con un reactor de coque

Se ha demostrado que el uso de un reactor de coque es una alternativa de bajo costo para la vitrificación, pues es capaz de incorporar hasta 80% de RP con cromo trivalente, por ejemplo, obteniéndose vidrios y vitrocerámicos inertes. Según los resultados operativos obtenidos durante las pruebas realizadas en el CIATEQ, se demuestra que utilizando coque nacional se obtiene un ahorro si se compara contra el uso de un reactor de arco eléctrico, además de poseer cierta versatilidad y ventajas operativas, pues no depende de la disponibilidad de energía eléctrica de alta potencia y la variación horaria de las tarifas de la CFE. En la Tabla I se presenta una comparación de costos por tonelada.

Tipo de reactor	CIATEQ	Arco eléctrico
Combustible	100 kg coque nacional	550 Kwh
Costo de fusión	\$ 507	\$ 560

Puede observarse que resulta ventajoso operar con un reactor de coque porque aprovecha el bajo costo del coque nacional, lo que permite obtener un ahorro en el rubro principal de los costos de operación.

Mercado potencial de oportunidades para el proceso de vitrificación propuesto con un reactor de coque

Con la información documental obtenida de distintas fuentes de información (INE, SEMARNAT, Estado de México, SEMARNAT Delegación Federal, PROFEPA) se realizó un análisis de oportunidades de mercado para el proceso de vitrificación.

Muchos de los residuos generados por una gran cantidad de empresas de diferentes giros industriales del Estado de México, no se procesan adecuadamente por lo que terminan confinados en lugares inadecuados y producen contaminación de alta peligrosidad. Actualmente en México la única alternativa para un manejo adecuado, conforme a las normativas, consiste en confinar los residuos peligrosos en balsas. Pero en todo el país sólo existe un recinto autorizado para servicio público de confinamiento de residuos peligrosos; éste está ubicado en el estado de Nuevo León. Además, los servicios de transporte que se requieren deben contar con un permiso específico para transportar este tipo de residuo. Esta situación de monopolio para el servicio de confinamiento y de oferta limitada para el servicio de transporte de residuos peligrosos dificulta el manejo

adecuado de RP. Generalmente, los costos de confinamiento se consideran excesivos, por lo que en materia de residuos el NO cumplimiento de las disposiciones es evidente. El confinamiento es la excepción. El planteamiento de alternativas de menor costo haría más viable el cumplimiento de la normativa.

Planteamiento de la viabilidad económica del proceso de vitrificación propuesto con un reactor de coque

La tecnología de la vitrificación abre la puerta a dos tipos básicos de planteamientos viables:

- Plantas de vitrificación directamente conectadas a los procesos de los grandes generadores de residuos peligrosos.
- Plantas de vitrificación públicas ubicadas estratégicamente en zonas donde existen diversas fuentes de generación de residuos peligrosos.

Sin poder establecer una cifra total, al menos se puede ilustrar la magnitud del mercado dentro del primer planteamiento, con la siguiente muestra que se tiene identificada:

Empresas que generan residuos peligrosos	Cantidad anual en toneladas	Volumen de negocio posible	Margen bruto posible	Duración de tratamiento
Mexinox, SA de CV	11,100	\$ 22,399,800	\$ 12,864,900	Indefinida
Dupont Tampico, Planta de TiO ₂	120,000	\$ 242,160,000	\$ 139,080,000	Indefinida
Rassini Frenos, SA de CV	32,850	\$ 66,291,300	\$ 38,073,150	Indefinida
Cromatos de México, Tultitlan	25,000	\$50,450,000	\$ 28,975,000	3 años
San Francisco del Rincón, Gto.	25,000	\$50,450,000	\$ 28,975,000	17 años
Total		\$ 431,751,100	\$ 247,968,050	

El universo total de clientes potenciales es amplio. En términos generales pueden mencionarse sectores específicos bien identificados:

- Actividad de perforación petrolera en tierra
- Industria minera de extracción y beneficio
- Industria acerera
- Industria de la fundición
- Industria de la curtiduría en gran escala
- Industria con procesos de galvanoplastia de alta producción
- Muchas empresas grandes de procesamiento químico
- Saneamiento de sitios contaminados

Para el segundo planteamiento el universo de clientes potenciales es aún más amplio. Pero sabiendo que los datos de volúmenes de generación de RP, por parte de generadores medianos y pequeños, son aproximadamente proporcionales a la distribución de población, podrían plantearse al menos las siguientes ubicaciones:

- Dos plantas grandes, al menos, en la zona metropolitana de la Ciudad de México
- Una en Toluca
- Una en Guadalajara
- Una en Monterrey, y
- Otras en Puebla, León, Veracruz, Tampico y resto del Bajío

Es obvio que la implementación y puesta a punto de estas posibles plantas requeriría imprescindiblemente del apoyo de laboratorios para la caracterización completa de cada residuo específico y para el diseño composicional del producto vítreo resultante de cada proceso de vitrificación, acción para la cual está el CIATEQ preferentemente calificado para realizarlo en parques industriales o zonas densamente industriales del país.

Bibliografía

Ballesteros Elizondo, Sergio; José R. Parga Torres y Jesús Ma. Rincón López. "Vitrificación para inmovilizar residuos peligrosos" *Rev. Ciencia y Desarrollo CONACYT*, No. 247. May-Jun 2010, pp. 6-11

Romero, M. y J. Ma. Rincón. "Vidrios y vitrocerámicos a partir de residuos tóxicos y peligrosos (RTP)". *Revista Ibérica, Actualidad Tecnológica* 79 (1999) 420, Junio, pp. 302- 305.

Ballesteros E., S. y Guillermo González Múzquiz. "Proceso de reciclado de lodos con metales pesados utilizando un reactor de coque". Departamento de Metal Mecánica, Instituto Tecnológico de Saltillo, Saltillo, 2005.

INE Instituto Nacional de Ecología (2000). "Volumen de residuos Peligrosos generados". En: <http://148.233.168.204/dgmic/rpaar/rp/volumen/volumen.htm>

Marcule, France, "Un historique de l'évolution des idées en matière de gestion des déchets nucléaires a haute activité et a vie longue" (2002). En : <http://www.environnement.gouv.fr/dossiers/risques/nucleaire/dechets/rapport-granite/annexes/annexeb/ab2.rtf>

Rincón, J. Ma. y M. Romero. "Plaquetas cerámicas obtenidas por reciclado a través de la vitrificación/desvitrificación controlada de residuos industriales". *Revista Técnica*. Instituto Eduardo Torroja de Ciencias de la Construcción, CSIC, Depto. Físico-Química de Materiales, Grupo de Materiales Vitrocerámicos, Madrid, 2000.





GUANAJUATO

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE PROCESOS DE CURTIDO, ACABADO HÚMEDO, SECADO Y ACABADO EN SECO¹

Ing. Walter Ronald Valeriano Acevey²

► Introducción

En la industria curtidora, la mayoría de las tenerías en León y en México realizan sus controles de manera empírica, lo cual conlleva una serie de errores que afectan directamente a la calidad del artículo terminado y su costo. Por lo anterior, en este proyecto se ha desarrollado un sistema de control de procesos que incluye la materia prima y cada una de las etapas de proceso de curtido, acabado húmedo, secado y acabado seco, con la finalidad de optimizar procesos, reducir costos y mejorar la calidad del producto, para que de esta manera sean más competitivos en el mercado globalizado en el que está inmerso el sector.

Se diseñó y elaboró un *Manual de control de procesos* en el cual se describe de manera clara el objetivo y la metodología a seguir, así como observaciones y los problemas más

¹ Proyecto FOMIX: GTO-2003-C02-11782

Monto aprobado: \$424,000.00

Aportaciones concurrentes: \$150,000.00

Monto total: \$574,000.00

² Centro de Innovación Aplicada en Tecnologías Competitivas, AC.

comunes que se pueden presentar, sus posibles causas y soluciones para cada uno de ellos, los cuales están sustentados con fotos, tablas y gráficas de control con sus respectivos parámetros o criterios recomendables de calidad. La finalidad primordial del *Manual de control de procesos* es uniformar criterios de control de un operador a otro; permite, además, identificar problemas de proceso, de producto y maquinaria para, así, realizar acciones correctivas sustentadas con pruebas subjetivas y cuantitativas tanto de cueros (pruebas químicas y físicas), como de efluentes residuales (pruebas químicas) durante el proceso, y reducir la variabilidad de los procesos basados en metodologías descritas en el *Manual*.

La información obtenida con la metodología de control de materia prima y de los procesos en cada una de sus etapas con tablas y gráficas de control, queda documentada en un *software* que se creó en Visual Basic para el control estadístico que permite valorar y comparar proveedores de materia prima, de productos químicos, producto terminado y costos de cada uno de éstos, así como el control de calidad del proceso y del producto terminado. Además, lleva el control de inventarios y clientes.

Se desarrolló una metodología para la realización del *diagnóstico* de control de procesos en tenería, desde la recepción de la materia prima y en cada etapa del proceso, la cual incluye pruebas químicas y físicas de los cueros en proceso y producto terminado, así como pruebas químicas de los efluentes residuales con la finalidad de obtener información basada en sus procesos y criterios de control con la que cuentan las tenerías, sin interferir en el trabajo operativo cotidiano para poder detectar eficientemente las oportunidades de mejora presentes en cada empresa y que sea comparativa con los resultados obtenidos después de realizar la implementación del sistema de control de procesos.

Para validar y evaluar el diseño del sistema de control de procesos desarrollado, se realizó el diagnóstico en dos tenerías. En la primera, se realizó en las siguientes líneas de producción: "Oscaria", "Nubuck", "Perlado"; en la segunda, se realizó en una sola línea de producción: "Vestimenta anilina". El diagnóstico se realizó en dos lotes de producción en cada una de las tenerías. Terminado el *diagnóstico*, se realizó la *implementación* del sistema de control de procesos en ocho lotes de producción en la primera tenería, y en diez partidas para la línea de vestimenta anilina en la segunda, cuyos resultados obtenidos se compararon con los del diagnóstico. Tanto el *diagnóstico* como la *implementación* están sustentados con análisis de pruebas químicas y físicas.

Demanda específica que atiende el proyecto a nivel estatal o municipal

Área: Desarrollo industrial

Tema: Sector cuero, calzado y proveeduría

Subtema: Productividad y competitividad.

► Objetivo general

Diseñar e implementar un sistema de control de procesos en producción desde la recepción de la piel cruda (materia prima), curtido, acabado húmedo, secado y acabado en seco, con la finalidad de optimizar procesos, mejorar y/o mantener la calidad del producto terminado.

► Descripción del desarrollo del proyecto (proceso y beneficios)

El proyecto comprende tres etapas. La primera se llevó a cabo en el CIATEC, AC. Se diseñó y desarrolló el sistema de control de procesos de curtido que comprende el *Manual de control de procesos*, metodología para realizar un diagnóstico y el software en Visual Basic para controlar inventarios, formulas, clientes, proveedores, control estadístico y documentación obtenida. La segunda y tercera etapas se llevaron a cabo en las tenerías, donde se realizó el diagnóstico e implementación del sistema de control de proceso y la parte de realización de procesos en tambor de pruebas, análisis químico y físico e interpretación de resultados, documentación y elaboración de informes en el CIATEC, AC.

Etapas I: Diseño y desarrollo del sistema de control de procesos

En esta etapa, se diseñó y desarrolló el sistema de control de procesos de curtido, logrando las siguientes metas: 1) Información sobre control estadístico de procesos en tenería, control de calidad en materia prima y productos químicos; obtención de tablas y hojas de especificación de calidad de materia prima e insumos; 2) Obtención de tablas y gráficas de control para cada etapa del proceso, hojas de especificación de calidad de cuero *wet-blue* y cuero en *crust*; 3) Obtención de parámetros y/o estándares, tablas y gráficas de control para los procesos de secado, acabado en seco, hojas de especificación de calidad para cuero terminado y metodología para realizar el diagnóstico de control de procesos. Las metas generadas en esta etapa se integraron de tal manera que describe una metodología de los controles, desde la recepción de la materia prima y de cada una de las etapas de curtido, sustentada con fotos, tablas y gráficas de control, con estándares o criterios recomendables de calidad, obteniendo como resultado un *Manual de control de procesos de curtido* y *Metodología para realizar diagnóstico de control de proceso*.

Adicional a estas metas, se vio la necesidad de diseñar y elaborar un *software de control de procesos creado en Visual Basic*, para llevar el control de inventarios de productos químicos, proveedores, compras, clientes, documentación de control de procesos, de control de materia prima, costos de procesos, control de calidad de procesos y producto terminado para facilitar la implementación del control de proceso en tenería y que beneficie el éxito del proyecto.

Etapas II: Realización del diagnóstico en planta (tenería)

Para validar y evaluar el sistema de control de procesos de curtido desarrollado en la primera etapa del proyecto, se realizó primeramente un diagnóstico del proceso de curtido en producción en dos tenerías

de León, Guanajuato, con la finalidad de obtener datos reales de campo basados en los procesos y criterios de control con los que cuentan las tenerías, y poder detectar eficientemente las oportunidades de mejora presentes en cada empresa y que forman la base comparativa con los resultados obtenidos después de realizar la implementación del sistema de control de procesos.

El diagnóstico en planta se realizó utilizando la metodología para el “Diagnóstico de control de proceso” y se llevó a cabo en dos tenerías: 1) Tenería FAPECI; y 2) Tenería Francisco Javier López Falcón. Por cuestiones prácticas se identificó la tenería FAPECI como “Tenería 1”, y la tenería Francisco Javier López Falcón como “Tenería 2”

En la “Tenería 1”, el diagnóstico se realizó a las siguientes líneas de producción: “Oscaria”, “Nubuck” y “Perlado”. Las líneas “Oscaria” y “Nubuck” se llevaron hasta producto terminado, y la línea de “Perlado” sólo hasta *crust*, a sugerencia del gerente de proceso, debido a que éste es un producto base para la obtención de otras líneas. Estas tres líneas de producción, como producto terminado, se utilizan para la manufactura de calzado casual.

En la “Tenería 2” se realizó en una sola línea de producción: “Vestimenta anilina”. Esta línea de producción como producto terminado se utiliza para la manufactura de chamarras para dama y caballero.

Descripción del diagnóstico en ambas tenerías:

- a. Análisis del proyecto con gerente general y gerente de proceso: El análisis y presentación del proyecto se llevó a cabo en ambas tenerías con el Gerente General y el Gerente de Procesos. Se realizó un *análisis FODA* con la finalidad de tener información de la capacidad de la tenería, maquinaria y equipo. Se determinó fecha de presentación del proyecto con supervisores de proceso, así como reunión con personal de producción por áreas. En el análisis FODA participaron gerentes y supervisores de proceso.
- b. Concientización y sensibilización del personal por áreas: Se realizaron reuniones por áreas con personal de producción con la finalidad de concientizar y sensibilizar, se presentaron objetivos, metas, metodología del proyecto y la importancia que tiene cada área de proceso para el éxito del proyecto.
- c. Diagnóstico en producción: El diagnóstico se realizó en dos lotes o partidas identificadas como P-1, P-2. En la Tenería 1, se determinó dar el seguimiento de diagnóstico a tres artículos “Oscaria Negra”, “Nubuck Camel” y “Perlado” a sugerencia del gerente de procesos, debido a la importancia de estos productos en producción.

Durante la realización del diagnóstico participaron gerentes de proceso, así como el personal operativo de ambas tenerías. El levantamiento de datos se llevó a cabo utilizando

los formatos de control generados en la etapa I. El personal operativo de proceso realizó su trabajo de forma normal, utilizando formulas y criterios de control con las que contaba la tenería. Esto significa que las actividades desarrolladas para el diagnóstico no interfirieron de manera alguna con el trabajo operativo cotidiano, pudiendo de esta forma detectar eficientemente las oportunidades de mejora presentes en cada empresa.

El diagnóstico inició desde la recepción de la materia prima (piel verde salada de ganado bovino), y en cada una de las etapas del proceso de curtido, de acuerdo con el avance de los procesos, se identificaron y tomaron muestras de baños residuales y de pieles y cueros para pruebas químicas y ensayos físicos. La toma de muestras para las pruebas químicas y ensayos físicos se llevó a cabo tomando referencias de la NORMA IUC 2 (muestreo para pruebas químicas) y la NORMA IUP (muestreo para ensayo físico). La *piel verde salada* se identificó como P1-Verde Salado y P2-Verde Salado para pruebas químicas; *baños residuales de curtido* se identificó como P-1 Baño curtido y P-2 Baño curtido para pruebas químicas; *muestras de cuero curtido (Wet-Blue)* identificadas como P-1 cuero curtido y P-2 cuero curtido para pruebas químicas. En el *acabado húmedo*, muestras de *cuero neutralizado*, se identificó como P-1 Oscaria Neutralizado y P-2 Oscaria Neutralizado para pruebas químicas; baño de recurtido se identificó como Baño P-1 Fijar Recurtido oscaría y Baño P-2 Fijar Recurtido oscaría para pruebas químicas; *baño de fijación* se identificó como Baño P-1 Fijación oscaría y Baño P-2 Fijación oscaría; *cueros en crust* se identificó como P-1 Oscaria negra Crust y P-2 Oscaria negra Crust para ensayos físicos. *Producto terminado* se identificó como P-1 Oscaria negra Acabado y P-2 Oscaria negra Acabado para pruebas químicas y ensayos físicos. Las muestras tomadas se enviaron a laboratorio para su análisis con la finalidad de obtener resultados cuantitativos y ver si cumplen los estándares o referencias de calidad. Los resultados se muestran posteriormente en las tablas comparativas de resultados del diagnóstico *versus* implementación.

Se tomaron datos de campo durante cada etapa del proceso identificando problemas de proceso, de producto, de maquinaria, falta de controles y/o de controles inadecuados, cuellos de botella, entre otros, utilizando la metodología desarrollada para realizar el diagnóstico.

De igual manera se realizó el diagnóstico para las otras 2 líneas “Nubuck” y “Crust” en la Tenería 1.

El diagnóstico en la Tenería 2 se realizó bajo la misma metodología. Los datos obtenidos se presentan en la tabla de resultados, en el apartado de conclusiones y/o beneficios obtenidos.

d. Resultados del diagnóstico: Derivado del seguimiento del diagnóstico que se llevó a cabo con las diferentes líneas de producción con las que cuenta la empresa, se

obtuvo una serie de datos que se fueron documentando en el *software* de control de procesos. Todos los datos obtenidos en cada lote P-1 y P-2 fueron en relación a 50 cueros o 100 lados. Para cada línea de producción se determinó: costos de proceso, costo por decimetro, rendimiento, estimación de tiempo total de producto terminado y reproceso, resultados que se muestran en la tabla comparativa de diagnóstico *versus* implementación (Tabla 1, Tabla 2, Tabla 3, Tabla 4 y Tabla 5). Se logró también obtener para cada línea de producto una serie de observaciones del proceso, problemas que causan y las oportunidades de mejora para dar solución a estos problemas. De igual manera, se tienen resultados de pruebas químicas y ensayos físicos para cada línea de los dos lotes P-1 y P-2.

Nota: Por cada cuero se obtienen dos lados.

ETAPA III: Implementación del sistema de control de proceso

Antes de implementar el sistema de control de proceso, fue necesario concientizar, capacitar y valorar el contenido del sistema a gerentes, personal administrativo y personal operativo mediante una serie de pasos:

1. Capacitación al personal operativo y gerentes de proceso para manejo y aplicación de control de proceso durante la implementación: Se ofreció capacitación al personal operativo y gerentes de proceso sobre el manejo y aplicación del sistema de control de proceso antes y durante la implementación. La capacitación se realizó por áreas como se indica a continuación: Área de curtido, Área de acabado húmedo, Área de secado y Área de acabado seco.
2. Puntos importantes realizados en esta capacitación:
 - Presentación de resultados del diagnóstico con la finalidad de ver ventajas, desventajas, problemas críticos del proceso, así como oportunidades de mejoras.
 - Presentación y capacitación sobre manejo y aplicación de control de proceso, mediante el uso de metodologías generadas en la etapa I (*Manual de control de proceso*), así como interpretación de resultados. Uso y manejo de datos en el *software* de control de proceso, tanto para la parte administrativa, como para la operativa.
 - Importancia del personal operativo para llevar a cabo los controles del proceso mediante metodologías para uniformar criterios entre aquéllos, implementar tablas y gráficas de control para obtener datos del proceso documentados y sustentados que permitan tomar decisiones adecuadas con la finalidad de mejorar los procesos y mantener la calidad del producto lo más homogéneo posible de un lote a otro.

- Importancia de documentar información generada de cada lote de proceso en el *software* de control de proceso para facilitar la actualización de inventarios, procesos, control de calidad (gráficas), costos, clientes, proveedores.
3. Análisis de resultados del diagnóstico: Se realizó un análisis de los resultados obtenidos del diagnóstico con el gerente general de proceso y personal encargado de cada área, y se priorizaron los problemas de producción que más influencia tienen en la calidad de los productos, los cuales se enlistan a continuación:
 - a. Soltura de flor
 - b. Variación de espesores
 - c. Falta de cobertura en el acabado de Oscaría
 - d. Lijado desuniforme en Nubuck y perlado
 - e. Suavidad desuniforme en producto terminado
 4. Identificación de posibles causas potenciales a problemas detectados durante el diagnóstico: Se identificaron causas potenciales de los problemas de producción detectados durante el diagnóstico, utilizando como herramienta el método de estratificación conocida como el diagrama de Ishikawa, mediante una sesión de lluvia de ideas con el gerente de proceso y personal operativo involucrado en estos procesos, con la finalidad de atacar causas reales de los problemas mencionados anteriormente.
 5. Planeación: Identificados los problemas y sus posibles causas, se realizó un plan (junto con el gerente de proceso y supervisores de áreas) de acciones correctivas para cada una de las causas, con la finalidad de lograr la solución durante la implementación del sistema de control de proceso en los siguientes ocho lotes de proceso.
 6. Implementación del sistema de control de procesos en planta en ocho lotes desde la recepción de la piel hasta producto terminado: La planeación para realizar la implementación se elaboró con base en los resultados del diagnóstico, análisis de éstos y la aplicación del diagrama de Ishikawa para tomar las acciones que ayuden a lograr las soluciones a los problemas mencionados anteriormente, y utilizando el sistema de control de proceso generado en la etapa I: *Manual de control de proceso*, *software* de control y herramientas estadísticas.

La implementación del sistema de control de proceso se realizó en los siguientes lotes de producción: P-39, P-40, P-42, P-44, P-73, P-74, P-76 y P-77.

Puntos importantes realizados

Se implementó el control de procesos en cada una de las etapas y en cada lote, cuyos resultados de la implementación de control de proceso se documentaron en la *Tabla de implementación y acciones correctivas* que indica el problema identificado (información obtenida del diagnóstico), *acciones tomadas* (durante proceso) y *observaciones* (después de la implementación).

- Las acciones correctivas o ajustes al proceso se aplicaron en cada una de las etapas desde la recepción del cuero hasta el acabado, con la finalidad principal de mejorar el problema de soltura de flor, variación de espesores, falta de cobertura en el acabado de la oscaría, lijado desuniforme en Nubuck y perlado.
- La toma e identificación de muestras para pruebas químicas y ensayos físicos siguen el mismo patrón que se llevó a cabo en la Etapa de Diagnóstico. De igual manera, el tipo de análisis tanto de pruebas químicas y ensayos físicos sigue siendo el mismo para poder realizar comparativos antes y después de la implementación.

Todos los datos obtenidos en cada lote de la implementación P-39, P-40, P-42, P-44, P-73, P-74, P-76, P-77 fueron en relación con 50 cueros o 100 lados. Para cada línea de producción se determinó: costos de proceso, costo por decimetro, rendimiento, estimación de tiempo total de producto terminado y reproceso, resultados que se muestran en la tabla comparativa de diagnóstico *versus* implementación. De igual manera se tienen resultados de pruebas químicas y ensayos físicos para cada línea de los ocho lotes.

La implementación en la Tenería 2 se realizó bajo la misma metodología del sistema de control de proceso; los datos obtenidos se presentan en la tabla de resultados en el apartado de conclusiones y/o beneficios obtenidos.

A continuación, se muestran los resultados comparativos de diagnóstico *versus* implementación y que son más representativos de la validación del sistema de control implementados en las tenerías mencionadas anteriormente (Tabla 1, Tabla 2, Tabla 3, Tabla 4 y Tabla 5).

► Productos entregados

El Sistema de Control de Procesos de Curtido, Acabado Húmedo, Secado y Acabado en Seco, el cual comprende:

- a. *Manual de control de proceso*¹, conteniendo:
 - Control estadístico de materia prima e insumos
 - Control estadístico de proceso de curtido, acabado húmedo y secado
 - Control estadístico de proceso de acabado en seco

¹Nota: Este manual contiene metodologías para el control de recepción de materia prima, para el control de cada una de las etapas del proceso de curtido, así como para el control de maquinaria y equipo, sustentado con hojas de especificación de proceso, hojas de especificación de calidad de producto terminado, tablas y gráficas de control y fotos.

- b. Metodología para la realización del *diagnóstico*.
- c. Resultados y análisis del estudio de *diagnóstico* en dos tenerías antes de la implementación –durante dos lotes en cada tenería–, para poder comparar con los resultados de la implementación, sustentados con análisis de pruebas químicas y físicas.
- d. Resultado del estudio de validación del sistema de control de proceso implementado en dos tenerías en producción –durante 8 lotes en la tenería 1 en las líneas de producto “Oscaria”, “Nubuck” y “Perlado”, y durante 10 partidas en la tenería 2 en la línea de producto “Vestimenta anilina” y comparadas con los resultados del estudio de *diagnóstico*–, sustentados con análisis de pruebas químicas y físicas.

Productos adicionales:

- e. *Software* que se creó en Visual Basic para tener el control de inventarios, formulas y control estadístico de los procesos y documentación obtenida.

► Conclusiones y/o beneficios obtenidos

El estudio de la implementación del sistema de control de proceso de curtido ha sido fructífero, por los productos comprometidos obtenidos y los productos adicionales, los cuales llegaron a integrarse para obtener un producto completo de acuerdo con los objetivos que se fijaron en un inicio.

El mayor beneficio del proyecto son los resultados obtenidos de la validación del sistema de control de proceso en dos tenerías, para el cual se realizó un comparativo de los resultados obtenidos del diagnóstico (antes de la implementación) y de los resultados obtenidos después de la implementación. Los resultados que se enlistan a continuación son promedios obtenidos de las dos tenerías en las que se llevó a cabo la implementación:

Tabla de resultados

Estos resultados representan un beneficio económico significativo para los usuarios, además de mejora en la calidad del producto debido a la reducción de reproceso. No solamente se tienen beneficios económicos y mejora de calidad, sino también una reducción importante de entre 49.7 y 59.5% de los materiales contaminantes en los efluentes residuales.

Además de los resultados mencionados anteriormente, es importante indicar que se lograron mejoras sustanciales en la calidad técnica del personal operativo, así como en la documentación generada de la materia prima, en los resultados de proceso, de producto en semiproceso y de producto terminado, plasmadas en un control estadístico integrado dentro del *software*.

Tabla comparativa de resultados (basados en 50 cueros) Tenerife 1**Tabla 1. Costos de proceso por producto (continúa...)**

Producto	Diagnóstico		Implementación			
	P-1	P-2	P-39	P-40	P-42	P-44
Nubuck Camel	34,104.64	33,966.70	32,214.38	29,065.55	34,526.29	34,366.03
Oscaria	36,240.78	36,080.23	34,987.46	30,929.62	36,761.06	37,121.88
Perlado	30,075.03	29,922.25	28,613.44	27,672.52	30,470.29	30,880.11

Tabla 2. Decimetroaje total por producto (decímetros) (continúa...)

Producto	Diagnóstico		Implementación			
	P-1	P-2	P-39	P-40	P-42	P-44
Nubuck Camel	20,850	21,00	21,952	20,850	21,985	21,910
Oscaria	21,600	21,700	22,300	20,600	21,970	22,280
Perlado	20,600	20,850	21,910	20,700	21,975	22,150

Tabla 3. Costos por decímetro por producto (peso/decímetros) (continúa...)

Producto	Diagnóstico		Implementación			
	P-1	P-2	P-39	P-40	P-42	P-44
Nubuck Camel	1.63	1.61	1.47	1.39	1.57	1.57
Oscaria	1.67	1.66	1.57	1.50	1.67	1.67
Perlado	1.45	1.43	1.31	1.34	1.39	1.39

Tabla 4. Rendimiento por producto (decímetro/kg de materia prima) (continúa...)

Producto	Diagnóstico		Implementación			
	P-1	P-2	P-39	P-40	P-42	P-44
Nubuck Camel	12.34	12.54	13.26	15.68	12.74	12.45
Oscaria	12.78	12.95	13.47	15.49	12.73	12.66
Perlado	12.18	12.44	13.23	15.56	12.74	12.59

Tabla comparativa de resultados (basados en 50 cueros) Tenerife 1**Tabla 1. Costos de proceso por producto (termina)**

Implementación				Comparativo de costos de proceso		
P-73	P-74	P-76	P-77	Promedio diagnóstico (pesos)	Promedio Implementación (pesos)	% Reducción de costos
29,368.03	29,667.22	33,364.64	29,905.91	34,035.67	31,574.37	7.23%
31,622.75	31,438.30	35,688.76	32,160.63	36,106.51	33,930.57	6.17%
26,214.71	26,030.26	30,280.72	26,752.59	29,998.64	28,433.94	5.22%

Tabla 2. Decimetroaje total por producto (decímetros) (termina)

Implementación				Comparativo de decimetroaje		
P-73	P-74	P-76	P-77	Promedio diagnóstico (pesos)	Promedio Implementación (pesos)	% incremento decímetros
21,750	21,530	22,500	21,650	20,925	21,682.83	3.62%
22,570	21,950	22,680	21,800	21,650	21,920.00	1.25%
21,830	21,610	22,450	21,710	20,725	21,712.50	4.76%

Tabla 3. Costos por decímetro por producto (peso/decímetros) (termina)

Implementación				Comparativo de costos por decímetro		
P-73	P-74	P-76	P-77	Promedio diagnóstico (pesos)	Promedio Implementación (pesos)	% Reducción de costos por decímetro
1.35	1.38	1.48	1.38	1.62	1.45	10.55%
1.40	1.43	1.57	1.48	1.67	1.54	7.79%
1.20	1.20	1.35	1.23	1.44	1.30	9.64%

Tabla 4. Rendimiento por producto (decímetro/kg de materia prima) (termina)

Implementación				Comparativo de rendimiento		
P-73	P-74	P-76	P-77	Promedio diagnóstico (pesos)	Promedio Implementación (pesos)	% incremento rendimiento
14.50	15.01	12.16	14.68	12.44	13.81	11.04%
15.05	15.31	12.26	14.78	12.87	13.97	8.56%
14.55	15.07	12.14	14.72	12.31	13.82	12.30%

	Tenería 1			Tenería 2	Promedio
	Nubuck	Perlado	Oscaria	Vestimenta	
% Reducción de reproceso	73.3%	70.5%	69.6%	83%	74%
% Reducción de costos	7.2%	5.2%	6.1%	4.5%	5.7%
% Incremento decimetroraje	3.6%	4.7%	1.25%	5.1%	3.6%
% Reducción costos/decímetro	10.9%	10.1%	8.0%	9.1%	9.5%
% Incremento de rendimiento	11%	12.2%	8.5%	9.5%	10.3%
% Reducción efluentes residuales	46-58%	47-52%	54-56%	52-72%	49.7-59.5%
% Reducción tiempo de proceso	7.0%	7.6%	10.0%	21.0%	11.4%

► Glosario de términos

Piel verde salada o materia prima

Es la piel que está conservada con sal para evitar que se descomponga después de realizado el desuello. Es la materia prima en el curtido de pieles.

Efluentes de baño de curtido

Son los baños residuales que van al drenaje, después de haber terminado el proceso de curtido.

Efluentes de baño fijación recurtido

Son los baños residuales que van al drenaje, después de haber terminado el proceso de teñido, recurtido-fijación.

Efluentes baño fijación final

Son los baños residuales que van al drenaje, después de haber terminado el proceso de engrase y fijación final.

Lijado

Término que se utiliza cuando se va a utilizar un número de lija gruesa (180, 220) en la máquina de lijado, por ejemplo, en impregnaciones en flor corregida o en la primera pasada en nubuck o carnazas.

Pulido

Término que se utiliza cuando se va a utilizar un número de lija fina (320, 380, 420) en la máquina de lijar. Por ejemplo, en la segunda pasada de nubuck o en carnazas.

Wet-Blue

Cuero que se encuentra curtido con sales de cromo.

Hoja o lado

La mitad de todo un cuero con sus rebordes, incluye cuello y flancos, obtenida dividiéndolo a lo largo de la línea del espinazo.

Cuero en crust

Cuero que está curtido, neutralizado, recurtido, teñido, engrasado, secado, listo para aplicar el acabado final del producto.

Cuero acabado o producto terminado

Es el cuero acabado o terminado listo para entregar al cliente.

Productos o cueros para corte

Son cueros que se utilizan para la elaboración de productos que van destinados al uso del pie, como zapatos, botas vaqueras, zapatillas, zapatos deportivos, zapato de niño, zapato de vestir, zapato casual, botas industriales, etc.

Nobuck

Cuero curtido, resistente, afelpado por el lado de la flor (lijado), tiene aspecto de ante, con un tacto aterciopelado. Se tienen nubuck para corte y nobuck para vestimenta.

Oscaria o flor corregida

Cuero cuya superficie de flor ha sido parcialmente eliminada mediante un lijado, hasta una profundidad que depende de las condiciones de la materia prima; sobre ella se elabora una nueva superficie mediante varios acabados para disimular los defectos que se presentan en la superficie de las pieles.

Perlado

Cuero curtido, neutralizado, recurtido, engrasado y secado, utilizado para realizar después del lijado el teñido para nubuck en colores oscuros.

Vestimenta anilina

Cuero que proviene de pieles de borrego, bovinos (vacas, novillos livianos, becerros, etcétera), cuyas características principales son suavidad, poco peso, sin olor, tacto agradable, tratando de tener la consistencia de una tela; el tipo de acabado que lleva es muy natural, ya que solamente lleva anilina y laca con tacto, observándose el poro de la flor del cuero.

Soltura de flor

La soltura de flor se produce cuando la capa flor se encuentra separada de la capa carnaza y tiende a formar arrugas o pliegues cuando se dobla el cuero con la flor hacia adentro. Este efecto se debe a que las fibras que unen la capa flor con la capa carnaza

se encuentran dañadas por diversas causas (mala conservación de la piel), así como en diferentes etapas de proceso cuando no se tienen los controles adecuados.

Rendimiento

Es la relación del peso total de la piel verde salada y el decimetroaje total obtenido, expresada en términos de decímetros obtenidos por kilogramo de piel verde salada (Decímetros/Kg.).

Bibliografía

BERENGUER, J. *Influencia de las impurezas y el control de proceso en la calidad de los colorantes para cuero*. AQUEIC, 2002, 3 PP 115-126.

EHRET, C. *Utilization of Quality Assurance Techniques in Tanneries*. JALCA, 1990, 85, 3 PP 57-71.

GRASSO, G. *Il mercato dei nuovi prodotti per la Qualità e la formazione del tecnico d'Industria: dalla certificazione all'eccellenza del prodotto*. Cuoio Pelli 2000, 76, 4, PP 244-249.

GUTIÉRREZ PULIDO, H. *Control estadístico de calidad y seis sigmas*. R. De la Vara Salazar, Mc Graw Hill, Primera edición, 2004.

INTERNATIONAL COUNCIL OF TANNERS. *Glosario Internacional de Términos de Curtido*. Leather Trade House, 9 St. Thomas Street, London, SE.1, 1967.

LÓPEZ GÓMEZ, L. *Manual de métodos de análisis físicos para cuero*. Dr. J. Hernández, CIATEC, Primera Edición, 1988.

NAVIOGLIO, B. *Il controllo e l'assicurazione della qualità nell'industria conciaria*. Cuoio Pelli, 1991, 67, 3, PP 185-197.

RIVERA TRASGALLO, A. *Manual de defectos en cuero*. J Hernández Medina, J. Muñoz Medina, CIATEC, Primera Edición, 1991.

RUSSO, A. *La Gestione Della Qualità Nell 'Industria Conciaria*. Secondo Le Vision 2000; Cuoio Pelli, S. Bonetto, B. Naviglio, M. Tomaselli, M. Russo; 2002, 78, 5 PP 199-211.

DE SIMONE, G. *Il controllo della qualità applicato all'industria conciaria e delle pelli: norme nazionali ed internazionali*. B. Naviglio; Cuoio Pelli, 1991, 67, 2, PP 67-90.

STOSIC, R. *Methods for Improved Process Control in the Leather Industry*. JALCA, 1999, 94, 1 PP 9-16.



DISEÑO, DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROCESO AUTOMATIZADO DE FORMULACIÓN DE CUERPOS CERÁMICOS PARA AUMENTAR LA CALIDAD EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE TEJAS¹

Juan Carlos Gómez Velázquez²

► Introducción

Teja El Águila es manufacturada por una de las plantas más modernas del mundo. La imagen como líderes de la industria se soporta con servicios orientados al cliente, ofreciendo productos con los más altos niveles de calidad y la más amplia variedad de colores y texturas disponibles en el mercado. Colores que van desde brillantes esmaltes hasta suaves colores mate, así como cálidos tonos naturales. Los técnicos de esta empresa son expertos en la elaboración y aplicación de todos los tipos de acabados. Los mismos son horneados al alto fuego en un horno de rodillos, lo que asegura que los colores serán permanentes.

¹ Proyecto FOMIX: GTO-2007-C02-69201

Monto aprobado y total: \$750,000.00

² De la empresa LAPROBA El Águila, SA DE CV.





Anteriormente, la quema se llevaba a cabo en un horno de rodillos con una longitud de 74 metros y un ciclo de 50 minutos, con un promedio de 24,947 piezas quemadas por día. Dicho horno costaba de 6 zonas; precalentamiento, calentamiento, cocción, enfriamiento rápido, enfriamiento lento y enfriamiento final.

Uno de los defectos con mayor merma es el “choque térmico”, que es debido a que el cuarzo contenido en la teja de barro sufre una transformación de su forma α a su forma β a los 573°C, por lo que en esta zona del horno la teja debe enfriarse muy lentamente; de lo contrario, el acomodo estructural de los tetraedros del cuarzo es muy brusco y se produce en la teja un defecto llamado choque térmico, el cual provoca una extremada fragilidad en la teja y, por ende, ésta se manda al reciclaje. En el ciclo mencionado de 50 minutos, la teja tiene alrededor de 5% de merma por choque térmico debido a la rapidez

del ciclo y la longitud del horno que hacen que la temperatura de inversión del cuarzo se alcance en la zona de enfriamiento rápido, provocando el ya mencionado “choque térmico” en las piezas.

Para solucionar este problema, es necesario aumentar el tiempo de enfriamiento lento y el tiempo de enfriamiento final. Por eso, se instalaron 4 módulos de enfriamiento al final del horno de 2.17 metros cada uno, sumando un total de 8.68 metros extras de enfriamiento, permitiéndonos, así, alargar el tiempo de enfriamiento lento y trabajar a un ciclo de 45 minutos con 1,284 piezas por ciclo, es decir, un total de 41,088 piezas diarias, lo cual significa un aumento de casi 40% de la producción previa.

► **Demanda específica que atiende el proyecto a nivel estatal o municipal**

Fomentar la innovación y el desarrollo tecnológico en las empresas guanajuatenses.

► **Objetivo general**

Disminuir el tiempo del ciclo de quemado y controlar las temperaturas programadas a lo largo del horno de una manera más precisa, disminuyendo de este modo el número de piezas defectuosas a causa de choque térmico, producto de la transformación del cuarzo de la teja a una cierta temperatura dentro del horno.

► Descripción del desarrollo del proyecto (proceso y beneficios)

Se realizó una comparación entre los proveedores de equipos y, una vez recibidas las propuestas, se decidió optar por Italforni, que consta de 4 módulos de enfriamiento, de los cuales 3 tienen aislamiento térmico en el techo y el 4° se encuentra al aire libre, para facilitar el enfriamiento final.

Se instalaron los 4 módulos, 16 ventiladores, la chimenea y la transmisión. El proveedor se encargó de la programación de los equipos y de la sincronización con el previamente instalado de SACMI. Después de la instalación, se realizaron pruebas por separado y en conjunto para checar la sincronización y su arranque, además de regular los flujos de aire.

Para concluir el proyecto, se capacitó a cinco personas con el diplomado “Hornos Cerámicos”, quienes se encargaron del desarrollo e implementación de nuevas curvas de cocción, y se elaboraron los manuales correspondientes para la utilización del equipo.

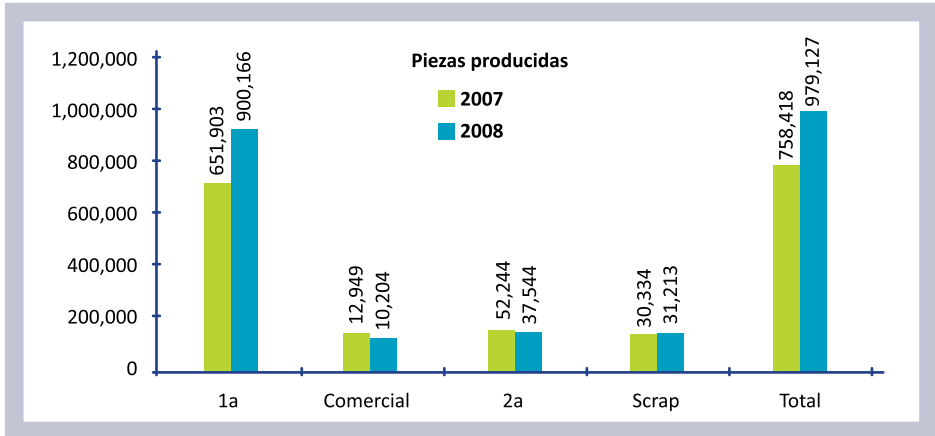
► Productos entregados

- Estudio para el diseño de los módulos de enfriamiento final.
- Instalación de ventiladores con la capacidad de 2,800 m³/hr. cada uno.
- Chimenea con la capacidad 12,000 m³/hr.
- Tres módulos revestidos por paneles metálicos, pintados y aislados, y un módulo abierto. Periféricos para la tracción.
- Módulos de enfriamiento.
- Ventiladores de inyección de aire.
- Transmisión y periféricos.
- Curvas de cocción.
- Manual de los equipos.
- Equipos de medición de flujo de aire.
- Equipo de medición de temperatura.

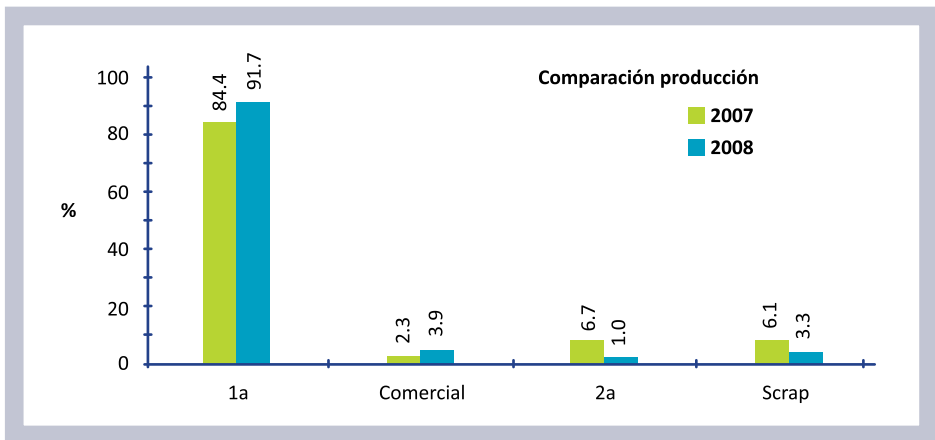
► Conclusiones y/o beneficios obtenidos

Actualmente, se ha logrado disminuir el tiempo del ciclo de quemado de 50 minutos a 45, y se sigue trabajando para reducir aún más este tiempo y controlar las temperaturas programadas a lo largo del horno de una manera más precisa. Además, se trata de localizar con precisión el punto de inversión del cuarzo para, así, disminuir el número de piezas defectuosas a causa de choque térmico.

Por otro lado, en lo que va del año se ha logrado aumentar la producción de teja quemada de 24,947 piezas diarias a 41, 000 en promedio, es decir, se ha dado un aumento cercano a 40% sin sacrificar la calidad previamente establecida.



Con la adaptación de estos módulos al horno, se logró abatir la idea previa de que, para disminuir el tiempo de ciclo a un horno, había que aumentar el número de quemadores; es decir, se tenía que aumentar el número de módulos de quemadores de gas para lograr que el horno trabajara de forma automática con ciclos cortos y muy pocas variaciones de temperatura programada y, por lo tanto, con un incremento en el consumo de gas natural.



Después de su implementación, se tuvo una disminución de hasta 3% de la merma debido a choque térmico, y en total un aumento de casi 7% en la recuperación de tejas de primera.

MUELLE DE SOBRECARGA PARA VEHÍCULOS EN GENERAL¹

Roberto Tapia Espriú²

► Introducción

La cantidad de vehículos, la velocidad y el deseo de mayor seguridad de los dueños de vehículos automotores, además de la necesidad de contar con un vehículo de trabajo que sirva también para la familia, como es el caso de las doble cabina y cabina extendida, ha cambiado la tendencia de compra de automóviles a camionetas pick-ups, ya que estas últimas tienen una altura de hasta 16 cms. más que un auto sedán, dándoles mayor ventaja en caso de una colisión; esto ha incrementado el consumo de camionetas fuertemente y se mantiene la tendencia de crecimiento a nivel mundial. Sin embargo, los vehículos de carga se han diseñado tradicionalmente con suspensión trasera de muelles, por ser la más eficiente en costo beneficio, pero tiene en contra que, cuando se tiene poca carga o está sin carga, brinca y vibra fuertemente. Para solucionar parcialmente este problema, los fabricantes han alargado las hojas de las muelles y han disminuido la cantidad y fortaleza de las mismas; de esta forma es más aceptable su comportamiento y estabilidad. Ahora bien, la gente que las compra para trabajar con carga se ha visto afectada con estos cambios de diseño, ya que cuando las carga aquéllas se inclinan de-

¹ Proyecto FOMIX: GTO-2006-CO1-31908

Monto aprobado y total: \$750,000.00

² Sulastic Rubber Springs, Guanajuato.



masiado y pierden estabilidad, por lo que recurren a incrementar la cantidad de muelles sacrificando el confort que los fabricantes estaban tratando de conseguir, convirtiéndose en un círculo vicioso la solución actual al problema.

► **Demanda específica que atiende el proyecto a nivel estatal o municipal**

Innovación y Desarrollo Tecnológico en las Empresas Guanajuatenses.

► **Objetivo general**

Desarrollar un muelle de sobrecarga que tenga una gráfica de amortiguamiento y comportamiento inverso al del muelle de hojas de acero para que compense al sistema instalado actualmente. Lograr que no afecte el confort del vehículo, pero sí mantenga su nivelación y distribución del peso en todo el rango de carga del vehículo. Además, deberá ser ligera, aerodinámica para que no genere turbulencias, que su instalación no requiera de modificaciones del vehículo, durable para toda la vida útil del vehículo, libre de mantenimiento y con seguridad redundante en caso de falla para que pueda el vehículo continuar circulando hasta llegar a un taller y no se tenga que detener el vehículo.

► **Descripción del desarrollo del proyecto (proceso y beneficios)**

El resultado principal que se obtuvo fue el desarrollo de un producto nuevo denominado “Muelle de sobrecarga para vehículos en general”, con las siguientes características:

- a. Equilibrio entre confort, capacidad de carga y seguridad
- b. Económico para poder competir con el costo de los muelles de acero
- c. Vida útil similar a los muelles de acero
- d. No requerir modificaciones estructurales
- e. Facilidad de instalación
- f. Bajo o nulo mantenimiento
- g. Posibilidad de manejarse con materiales nacionales
- h. Patentable para poder tener propiedad intelectual
- i. Un diseño que pueda adaptarse a los diferentes tipos y marcas de camionetas

► **Productos entregados**

Los productos obtenidos en el desarrollo del proyecto fueron:

1. Memorias de cálculo
2. Informe de resultados de laboratorio de las pruebas físicas obtenidas
3. Resultados de las pruebas efectuadas a los camiones





4. Modelo matemático que contiene las fórmulas y factores
5. Prototipo y resultados
6. Factores de corrección encontrados
7. Informe comparativo entre muelle de sobrecarga vs equipo original
8. Documentación para inicio de registro de patente
9. Desarrollo del proceso de fabricación y vulcanizado
10. Se tuvo colaboración con otras instituciones como CIATEC AC, Cía. Hulera Avance, SA de CV; Hules Banda, SA de CV; Fundidora Tlajomulco, SA de CV, Laminadora de Irapuato, SA de CV; DETEK, SA de CV; Coglitec, SA de CV, entre otras.

► Conclusiones y/o beneficios obtenidos

Una vez comercializado el producto, se espera:

1. Aumento de utilidades y de productividad en 20%
2. Creación de alrededor de 20 empleos
3. Obtención de registro de propiedad intelectual
4. Disminución de accidentes en carreteras



DESARROLLO DE PROTOTIPOS NECESARIOS PARA EL ESCALAMIENTO DE BOYA, BOTÓN Y VIALETA UTILIZADOS EN LA SEGURIDAD VIAL PARA EXPORTACIÓN A LOS ESTADOS UNIDOS. PRODUCTOS ELABORADOS CON UNA TECNOLOGÍA INNOVADORA DE PROCESO DE POLIOLEFINAS DE ALTA DENSIDAD¹

Luis Ángel Hernández Páramo²

► Introducción

Dentro de las necesidades de seguridad en la vialidad que se presentan tanto en las ciudades como en las carreteras, surge el problema de que las señalizaciones tienden a borrarse y, por ende, se da un aumento de accidentes viales. Dichas señalizaciones están diseñadas en metal, porcelana y concreto, lo que origina que en lugar de ser sistemas de seguridad para conductores, se hace un peligro latente, ya que generan por la deformación de piezas debida a los impactos y a las condiciones climatológicas, trampas para los automovilistas que provocan accidentes viales graves.

¹ Proyecto FOMIX: GTO-2006-CO1-31723

Monto aprobado y total: \$560,000.00

² De HER-SAN, SA de CV, de León, Gto.



Se requiere la optimización de la tecnología y su aplicación en prototipos por inyección de plásticos de ingeniería dirigida hacia la vialidad, que cumplan con las especificaciones físicas y de seguridad. Por ello, debe desarrollarse una tecnología de productos que tengan la resistencia necesaria a los impactos y a las condiciones climatológicas sin que se deformen y, al mismo tiempo, cuyo mantenimiento sea mínimo, para garantizar la seguridad vial tanto de los automovilistas y peatones.

Como se ha observado las pruebas con los plásticos de ingeniería como sustitutos de los materiales que actualmente se utilizan, han dado como resultado las mejores propiedades físicas y térmicas finales, lo que nos permite desarrollar prototipos para pruebas en campo más asertivas.

Para ello la empresa ha desarrollado tecnología hecha con investigación básica, con base en el comportamiento reológico y tixotrópico de las poliolefinas en su viscoelasticidad durante la transformación del plástico.

► Resultados obtenidos

Con el desarrollo y aplicación de la tecnología se obtuvieron prototipos avanzados de ingeniería vial, mediante una innovación tecnológica que garantice la seguridad en la vialidad.

Lo anterior se refleja, de acuerdo con los prototipos desarrollados de boyas, botones y vialitas en poliolefinas, en la ingeniería adecuada para los diseños, no sólo en cuanto a los esfuerzos mecánicos, sino también hacia los fenómenos de reflectancia que se requieren para brindar la seguridad vial. Dichas propiedades nos hacen ser diferentes a los prototipos que actualmente se están utilizando.



► Resultados de la investigación

Optimización de la tecnología y su aplicación en prototipos por inyección de plásticos de ingeniería dirigida hacia la vialidad, que cumplen con las especificaciones físicas y de seguridad. Esto se traduce en:

- Aplicación de tecnología de bajo costo y durabilidad.
- Se trata de una tecnología de innovación que permite el reciclado como materia prima.
- Generación de nuevos empleos.
- Capacitación continua del personal en: proceso de inyección, pruebas de resistencia internas de calidad y contingencias y seguridad para el personal.
- Conocimiento y consolidación del personal hacia los comportamientos viscoelásticos en el procesamiento de los plásticos y relacionados con las propiedades finales del producto, en función de los fenómenos de transferencia de calor.

► Metas

- Obtención de patentes en México, América del Norte, Centroamérica y Sudamérica en función de la innovación desarrollada con nuestra tecnología.
- Mayor aplicación de tecnología a bajo costo y durabilidad.
- Mayor presencia en el mercado con los productos que deriven de ella, sustentado con la tecnología desarrollada por la empresa.
- Incremento de las exportaciones.
- Mayor aprovechamiento por el reciclado de materia prima.
- Generar más empleos.





► Productos de la investigación

- Boyas
- Vialetas
- Botones
- Retenedores de estacionamiento
- Direccionales
- Separadores de vialidad





GUERRERO

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS INSECTICIDAS UTILIZADOS PARA EL CONTROL QUÍMICO DE VECTORES¹

Luis Alberto Chávez Almazán,² Gustavo Pérez Rendón, Jesús Díaz Ortiz, Mario Alarcón Romero, Saúl López Silva y Felipe Dzul Manzanilla

► Introducción

El control químico constituye un componente esencial en las estrategias integrales de prevención y control de las enfermedades transmitidas por vectores (ETVs)³. Éste se basa principalmente en el empleo de insecticidas de tipo organofosforados, carbamatos y piretroides.

El impacto de los insecticidas sobre las poblaciones blanco depende de varios factores, entre los que se encuentran los siguientes: técnicos (coberturas, periodicidad de aplicación, calibración del equipo, tamaño de gota, etcétera), biológicos (susceptibilidad y/o resistencia del vector), de calidad del producto y la aceptación de la población. Respecto a la calidad de los insecticidas, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) a

¹ Proyecto FOMIX: GUE-2008-C01-92625

Monto aprobado: \$370,000.00

Aportaciones concurrentes: \$100,000.00

Monto total: \$470,000.00

² Del Laboratorio Estatal de Salud Pública “Dr. Galo Soberón y Parra” de la Secretaría de Salud del estado de Guerrero, en Acapulco.

³ World Health Organization. Global strategic framework for integrated vector management [monografía en Internet]. Geneva: World Health Organization, 2004. Disponible en: http://whqlibdoc.who.int/hq/2004/WHO_CDS_CPE_PVC_2004_10.pdf Consultado el 15 de abril de 2009.



través del Programa de Evaluación de Plaguicidas (WHOPES, por sus siglas en inglés) y de grupos de expertos de la Reunión Conjunta sobre Especificaciones de Plaguicidas (FAO/WHO JMPS) han establecido especificaciones para las propiedades físicas y químicas que deben cumplir los productos empleados tanto en la agricultura como en la salud pública, y recomiendan a los países importadores de plaguicidas la implementación de programas de control de calidad con el apoyo técnico de centros de servicios analíticos que utilicen procedimientos científicos sólidos y observen las directrices sobre buenas prácticas de laboratorio⁴. En México no existe un programa sistemático de esta naturaleza, por lo que su implementación debe ser parte de las estrategias y líneas de acción de los programas de ETVs de las dependencias del sector salud. Año con año la compra de insecticidas representa un gasto de varios millones de pesos, y debido a que los recursos económicos pueden verse limitados en los ejercicios presupuestales de las entidades federativas, es necesario que las instituciones adquieran productos que garanticen el impacto deseado dando lugar a la realización de intervenciones efectivas en el control vectorial; además, debe señalarse que la disponibilidad de plaguicidas de buena calidad es sustancial para minimizar los riesgos a la salud asociados con el manejo y uso de estos químicos.

Debido a que la adquisición de los insecticidas por parte de las instituciones de salud, en el caso particular de la Secretaría de Salud del estado de Guerrero, se lleva a cabo sin un criterio juicioso, dando por aceptados los datos del certificado de análisis que proporciona el fabricante o proveedor sin la confirmación de la veracidad de esta información mediante pruebas de laboratorio, este proyecto de investigación científica aplicada tuvo la finalidad de sentar las bases de un centro de servicios analíticos de insecticidas que proporcione elementos técnico-científicos suficientes para la toma de decisiones en la selección de estos productos, con el propósito de que pueda repercutir favorablemente en las acciones integradas del control de vectores en nuestra entidad.

⁴ FAO/WHO Joint Meeting on Pesticide Specifications. Manual on development and use of FAO and WHO specifications for pesticides [monografía en Internet]. Roma: World Health Organization and Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2006. Disponible en: http://whqlibdoc.who.int/publications/2006/9251048576_eng_update2.pdf Consultado el 22 de septiembre de 2009; Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Código internacional de conducta para la distribución y utilización de plaguicidas [monografía en Internet]. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2006. Disponible en: <http://www.fao.org/ag/AGP/AGPP/Pesticid/Code/Download/MonitoringSpanish08.pdf> Consultado el 21 de enero de 2009; WHO Pesticide Evaluation Scheme. Quality control of pesticide products; guidelines for national laboratories [monografía en Internet]. World Health Organization, 2005. Disponible en: http://whqlibdoc.who.int/hq/2005/WHO_CDS_WHOPES_GCDPP_2005.15.pdf Consultado el 25 de julio de 2009.

► Demanda específica que atiende el proyecto a nivel estatal o municipal

Enfermedades transmitidas por vector: Dengue, intoxicación por picadura de alacrán, enfermedad de Chagas y leishmaniasis.

► Objetivo general

Generar evidencia para la selección de insecticidas que cumplan con las especificaciones de la OMS y servir como referencia de los métodos analíticos con los que deberá probarse la calidad del producto; además, se pretende propiciar un cambio de actitud en los gobiernos estatales y/o nacionales, haciendo énfasis en que la toma de decisiones respecto al uso de insecticidas para el control de vectores debe estar apoyada en evaluaciones como la planteada en este trabajo.

► Descripción del desarrollo del proyecto (proceso y beneficios)

Este trabajo fue realizado en el Laboratorio de Toxicología Ambiental del Laboratorio Estatal de Salud Pública (LESP) “Dr. Galo Soberón y Parra”, situado en la ciudad de Acapulco, Guerrero, perteneciente a la Secretaría de Salud de esta entidad federativa. Es la institución sujeto de apoyo del proyecto y que cuenta con los instrumentos analíticos, materiales y recursos humanos necesarios para llevar a cabo el estudio; con el financiamiento del Fondo Mixto, el laboratorio se fortaleció mediante la adquisición de equipos complementarios, material, estándares analíticos, solventes orgánicos y demás reactivos químicos para el análisis de las muestras.

Los métodos aplicados para el control de calidad de los insecticidas fueron los recomendados por el World Health Organization Pesticides Evaluation Scheme (WHOPES), que a su vez son desarrollados y publicados por el Collaborative International Pesticides Analytical Council (CIPAC); dichos métodos se basan principalmente en el análisis de las propiedades físicas y en la identificación y cuantificación del ingrediente activo por técnicas cromatográficas⁵. En la Tabla 1 se muestran los más comúnmente utilizados.

En términos generales, las propiedades físicas nos permiten conocer qué tan idóneo es un producto respecto a su aplicabilidad en campo, y la identificación y cuantificación del ingrediente activo nos determina si el compuesto de interés efectivamente se encuentra

⁵ Collaborative International Pesticides Analytical Council. CIPAC Handbook. Abingdon, Oxfordshire, Marston Book Services Ltd, 1985-2009; vols. 1C-M

Tabla1. Métodos analíticos de insecticidas

Propiedades físicas	Densidad aparente	Pulverulencia
	Humectabilidad	Espuma persistente
	Estabilidad de la emulsión	pH
	Tamiz en seco	Volatilidad
	Suspensibilidad	Almacenamiento acelerado
Identificación y cuantificación de ingrediente activo	Bendiocarb	S-Bioaletrina
	Permetrina	Temefos

en el producto y qué concentración posee. Los resultados obtenidos se comparan con los datos del certificado de calidad del lote de producto recolectado y con las especificaciones que la OMS ha publicado para cada formulación en particular.

Para el aprendizaje y posterior implementación de estos métodos en nuestro centro de trabajo, fue necesario el apoyo técnico del Laboratorio de Control de Calidad de Plaguicidas del Ministerio de Agricultura y Ganadería de la República de El Salvador, una institución que cuenta con la acreditación de la competencia técnica mediante la norma NSR ISO/IEC 17025:2005 en el análisis de control de calidad de plaguicidas y que es reconocida como el Laboratorio de Referencia del Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA). La capacitación recibida permitió la implementación de las técnicas en el LESP, llevando a cabo como parte primordial de este proceso la validación de los métodos analíticos en lo que se refiere a la identificación y cuantificación del ingrediente activo de los productos mediante cromatografía de gases con detección por ionización de flama y cromatografía de líquidos de alta resolución con detección por ultravioleta-visible. Los ensayos que se realizaron como parte de dicha validación fueron de precisión, linealidad, límites de cuantificación (LC) y de detección (LD), siguiendo los procedimientos establecidos en las guías internacionales sobre este tema⁶, obteniendo los siguientes resultados:

⁶ Australian Pesticides and Veterinarian Medicines Authority. Guidelines for the validation of analytical methods for active constituent, agricultural and veterinary chemical products [monografía en Internet]. Kingston: Australian Pesticides and Veterinarian Medicines Authority, 2004. Disponible en: http://www.apvma.gov.au/publications/guidelines/docs/gl_69_analytical_method Consultado el 6 de junio de 2009; Collaborative International Pesticides Analytical Council. Guidelines on method validation to be performed in support of analytical methods for agrochemical formulations [monografía en Internet]. Disponible en: <http://www.cipac.org/document/Guidance%20Documents/validat.pdf> Consultado el 29 de agosto de 2009; Eurachem Working Group. *The fitness for purpose of analytical methods*. Teddington: LGC Ltd, 1998.

Los coeficientes de correlación (r) obtenidos en el experimento de linealidad se encontraron en un rango de 0.996-0.999 y los de determinación (r^2) oscilaron entre 0.993-0.999. En la evaluación de la precisión, los coeficientes de variación de todos los analitos fueron menores a los criterios de aceptación que establecen las guías de validación (Bendiocarb/Permetrina: <2%; Temefos/S-Bioaletrina: <10%) (Tabla 2 y Figura 1). El LC para temefos fue de 1 g/kg y de 0.34 g/L para S-Bioaletrina, asimismo, el LD fue de 0.5 g/kg y 0.3 g/L para temefos y S-Bioaletrina, respectivamente.

Tabla 2. Experimentos de linealidad y precisión

Precisión			Linealidad			
Ingrediente activo	CV % Obtenido	CV % Aceptable	r Obtenido	r Aceptable	r^2 Obtenido	r^2 Aceptable
Bendiocarb	0.5	≤ 2	0.999	≥ 0.990	0.999	≥ 0.980
Permetrina	1.0		0.998		0.996	
S-Bioaletrina	4.1	≤ 10	0.996		0.993	
Temefos	1.9		0.999		0.999	

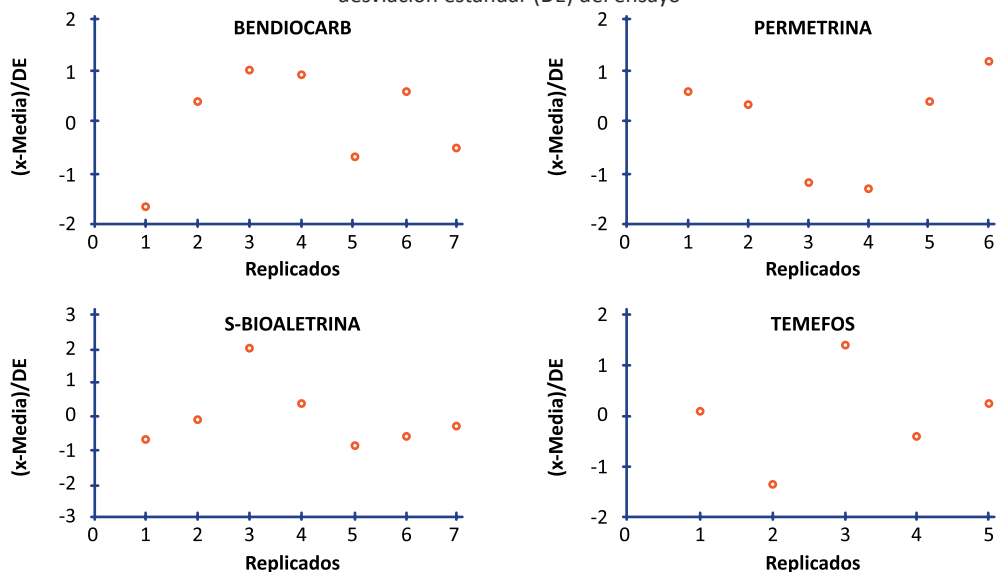
Símbolos: CV%: Coeficiente de variación porcentual, r : coeficiente de correlación, r^2 : coeficiente de determinación.

Una vez que fueron validados los métodos, se procedió al análisis de los insecticidas que la Secretaría de Salud del estado, mediante el Departamento de Prevención y Control de Enfermedades Transmitidas por Vector, adquirió durante el periodo en el que fue ejecutado este proyecto. Las muestras recolectadas correspondieron a diferentes lotes de los productos T.M. Fos 1%G (Agromundo SA de CV, México), Aqua Reslin Super y Ficam W (Bayer Environmental Science, Francia), a las que se les aplicaron las pruebas de propiedades físicas y contenido de ingrediente activo (Tablas 3 y 4). El primer insecticida se encuentra en formulación granulada y tiene un efecto larvicida, el Aqua Reslin Super es una emulsión de aceite en agua y se utiliza para el control de mosquitos adultos, y el Ficam W es un polvo humectable que se aplica contra artrópodos como chinches y alacranes, entre otros.

En las propiedades físicas, los productos estudiados no cumplieron con las especificaciones de la OMS en por lo menos una característica evaluada; esta situación también se observó en el contenido de ingrediente activo con resultados que fueron superiores a los límites establecidos (Lote 2 de Ficam, Lote 1 de Aqua Reslin Super en Permetrina y el Lote 2 de T.M. Fos 1%G), mientras que en el Lote 2 de Aqua Reslin Super en Permetrina se obtuvo una cantidad inferior a estos límites; es de resaltar el caso de la S-Bioaletrina que sí cumplió satisfactoriamente este aspecto de la evaluación, con cifras muy cercanas al valor declarado.

Figura 1. Gráficas de validación de los métodos analíticos

Gráficas de precisión elaboradas restando el valor obtenido de cada medición (X) a la media total entre la desviación estándar (DE) del ensayo



Gráficas de linealidad que muestran la concentración analizada vs respuesta del instrumento ($\mu\text{V/s}$: microvoltios por segundo)

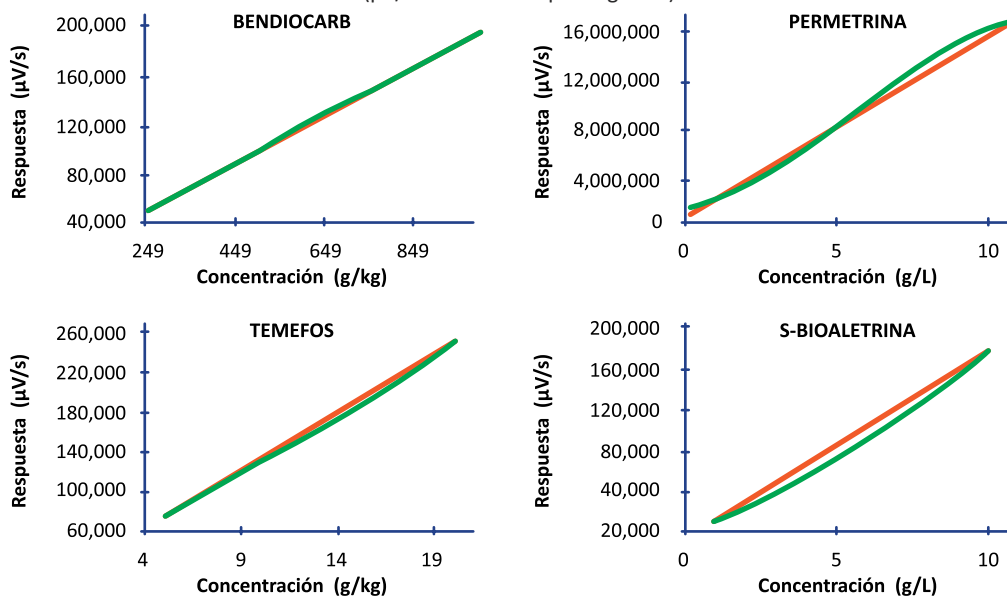


Tabla 3. Resultados de los análisis de propiedades físicas* de los insecticidas

Producto	No de lote	pH	H. (s)	E.P. (mL)	s (%)	D.A. (g/mL)	Prueba de Tamiz (%)	
FICAM W	1	7.71	34.0	6	75.5	NA	NA	
	2	7.20	52.0	9.5	84.4	NA	NA	
	3	7.64	69.5	8.5	75.6	NA	NA	
AQUA RESLIN SUPER	1	5.00	NA	28	NA	NA	NA	
	2	4.93	NA	30	NA	NA	NA	
T.M. FOS 1%G	1	NA	NA	NA	NA	1.290	1.25 mm	65.7
							0.25 mm	0.11
	2	NA	NA	NA	NA	1.333	1.25 mm	69.3
							0.25 mm	0.12

Abreviaturas: NA = No aplica. Símbolos: % = porcentaje. *ESPECIFICACIONES DE LA OMS: pH (El que declara el fabricante), Humectabilidad (H <60 s), Espuma persistente (E.P. <25 mL), Suspensibilidad (S >60%), Densidad Aparente (D.A. 1.20-1.60 g/mL), Prueba de Tamiz (Tamiz de 1.25 mm: >98%; Tamiz de 0.25 mm: <2%). Unidades: s = segundos, mL = mililitros, g = gramos, mm = milímetros.

Tabla 4. Resultados de cuantificación de ingrediente activo (I.A.)

Producto	No de lote	I.A. Declarado (g/kg ó g/L)	I.A. Obtenido (g/kg ó g/L)	Especificaciones de la OMS (g/kg ó g/L)
FICAM W	1	760 BENDIOCARB	770	735-785
	2		792	
	3		769	
AQUA RESLIN SUPER	1	108.7 PERMETRINA	121.9	102-115
	2		100.9	
	1	1.5 S-BIOALETRINA	1.51	1.28-1.73
	2		1.48	
T.M. FOS 1%G	1	10 TEMEFOS	12.3	7.5-12.5
	2		13.8	

Unidades: g/kg (gramos por kilogramo), g/L (gramos por litro).

Con la finalidad de continuar el monitoreo de la calidad, se diseñó un programa institucional de evaluación de la calidad de los insecticidas para el control de vectores, en el cual vienen plasmados los objetivos, planes, estrategias, responsabilidades y verificación del cumplimiento de las metas propuestas. Dicho programa se transfirió al Departamento de Prevención y Control de Enfermedades Transmitidas por Vectores como la instancia encargada de su ejecución.

► Productos entregados

1. Manual de procedimientos de recolección, manejo, transporte y conservación de muestras
2. Manual de métodos analíticos de propiedades físicas y de cuantificación de ingrediente activo de los insecticidas
3. Informe de validación de los métodos analíticos
4. Programa institucional de evaluación de la calidad de los insecticidas para el control de vectores
5. Una tesis de licenciatura
6. Presentación de resultados en diversos foros académicos:
 - XIV Foro de Estudios Sobre Guerrero organizado por el Consejo de Ciencia, Tecnología e Innovación del Estado de Guerrero, realizado en la ciudad de Taxco de Alarcón, Guerrero, el día 27 de noviembre de 2009.
 - XXIII Congreso Nacional de Química Analítica de la Asociación Mexicana de Química Analítica celebrado en Acapulco, Guerrero, celebrado los días 30 de junio al 2 de julio de 2010, obteniendo el primer lugar en la categoría de Trabajos Libres.
 - XXIX Congreso Latinoamericano de Química de la Federación Latinoamericana de Asociaciones Químicas, llevado a cabo en Cartagena de Indias, Colombia, durante los días 27 de septiembre al 1 de octubre de 2010.

► Conclusiones y/o beneficios obtenidos

Los resultados obtenidos pusieron en evidencia la necesidad de realizar un monitoreo sistemático de los productos para tener elementos suficientes que coadyuven a la toma de decisiones para la selección y/o exclusión de los insecticidas a utilizar en el control químico de vectores, basándose en el cumplimiento de los requerimientos de calidad establecidos por la OMS; hasta la fecha, el programa diseñado para el control de calidad se ha ejecutado exitosamente y con un proceso de mejora continua en las actividades desarrolladas.

Por otro lado, el logro más importante de este proyecto de investigación es el hecho de que se sentaron las bases de un centro de servicios analíticos de insecticidas que posee la infraestructura, instrumentación, métodos, insumos, materiales y recursos humanos especializados para el control de calidad de estos productos, cuyos procesos están validados analíticamente, basados en lineamientos internacionales y que observan las normas de buenas prácticas de laboratorio.





HIDALGO

TRATAMIENTO INTEGRAL DE RESIDUOS GENERADOS EN EL RASTRO MUNICIPAL DE PACHUCA Y SU CONVERSIÓN EN PRODUCTOS CON VALOR AGREGADO¹

Dr. Alberto López López²

► Introducción

Uno de los principales problemas que enfrenta la mayoría de los rastros municipales que operan en el país, es la generación, manejo y disposición inadecuada de residuos líquidos y sólidos, producto del faenado y sacrificio de los diferentes tipos de ganado que se realiza en sus instalaciones.

Como producto de las actividades de sacrificio, evisceración y desollado, se generan en el área de matanza, subproductos que cuentan con un mercado (pieles, menudos, tripas, grasas) y residuos no aprovechables como fluidos corporales (sangre y orina), material ruminal, algunas vísceras (hígado e intestinos), orejas, cerda y pezuñas (en el caso de los cerdos), estiércol (en la zona de corrales y derivado de la limpieza de las cajas de las unidades de transporte) y pluma (cuando se realiza matanza de aves), los cuales son retirados diariamente de las instalaciones por cuestiones de higiene y sanidad.

¹ Proyecto FOMIX: HGO-2007-01-72697

Monto aprobado y total: \$768,000.00

² Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, AC.

Los subproductos se destinan a diversos procesos de aprovechamiento, mientras que los residuos no aprovechables como los líquidos, se vierten al sistema de drenaje o cuerpos de agua, y los sólidos son enviados a vertederos o tiraderos a cielo abierto generando focos de infección que contribuyen, además, a la proliferación de fauna nociva.

Los costos económicos y ambientales que implican la generación y el manejo de estos residuos dentro y fuera de las instalaciones del rastro son extremadamente altos para la administración, ya que su traslado implica la erogación de recursos por concepto del pago de transporte hasta el vertedero municipal y, en algunos casos, por su envío a instalaciones especiales para su tratamiento o incineración.

La posibilidad de convertir este tipo de residuos en productos con valor agregado mediante procesos de conversión y tratamientos, técnica y económicamente viables y amigables con el ambiente que ayuden a reducir su carga contaminante, constituyó uno de los objetivos específicos del proyecto.

► **Demanda específica que atiende el proyecto a nivel estatal o municipal**

Tratamiento integral de residuos generados en el rastro municipal de Pachuca y su conversión en productos con valor agregado.

► **Objetivo general**

Desarrollar una solución integral para el tratamiento y aprovechamiento de residuos sólidos y líquidos generados en el rastro de Pachuca, Hidalgo. Para los residuos sólidos orgánicos, desarrollar alternativas de transformación a productos con valor agregado. Para el agua residual, desarrollar un sistema de tratamiento biológico capaz de generar agua de calidad de uso para riego.

► **Descripción del desarrollo del proyecto (proceso y beneficios)**

El proyecto se desarrollo básicamente en cuatro etapas:

1. **Caracterización y valoración:** se realizó un muestreo y caracterización de los residuos sólidos, basada en la realización de análisis de contenido de materia orgánica, de macro y micro nutrientes. Además, se realizó un balance de materiales para conocer la cantidad de residuos y subproductos cárnicos (sangre, vísceras, cerdas, sebo, etcétera) que deben ser recuperados y transformados en productos con valor comercial. También, paralelamente se caracterizó el agua residual, a través de análisis fisicoquímico y biológico, así como de la realización de un aforo del efluente.

2. **Conversión y tratabilidad de residuos:** Sobre los residuos y subproductos cárnicos se realizaron diversos experimentos para explorar procesos de conversión de éstos a productos de valor comercial. Además, se realizaron las pruebas de tratabilidad biológica del agua residual para conocer la cinética de degradación de materia contaminante.
3. **Análisis y validación de resultados:** Se realizó un análisis e interpretación de los resultados obtenidos, para el establecimiento de los procesos de transformación de los residuos sólidos, así como la ingeniería conceptual y básica del sistema de tratamiento para el agua residual. Además, se realizó la validación del sistema de tratamiento del agua residual a nivel piloto.
4. **Integración de la propuesta de solución:** Se realizó la integración de la propuesta de solución tanto para los residuos sólidos como líquidos. Para los residuos sólidos se desarrolló un documento en el que se describe ampliamente el proceso de transformación que se seleccionó, mientras que para el agua residual se desarrolló un proyecto ejecutivo del sistema de tratamiento, con la descripción de la ingeniería conceptual, básica y a detalle.

Productos entregados

- Estudio de generación y caracterización de residuos sólidos y líquidos en el rastro municipal.
- Estudio de valoración y de las opciones de conversión de los residuos y subproductos sólidos a productos de alto valor agregado.
- Diseño y validación de un sistema biológico para el tratamiento de aguas residuales de rastro.
- Proyecto ejecutivo de un sistema de tratamiento biológico para aguas residuales del rastro en estudio capaz de cumplir con la norma oficial mexicana SEMARNAT-001-2006.

Conclusiones y/o beneficios obtenidos

- Se logró el diseño de una planta de tratamiento para aguas residuales que genera el rastro municipal de Tizayuca, Hgo., la cual es técnica y económicamente viable en su construcción, operación y mantenimiento. El proceso de tratamiento es de tipo biológico y consta básicamente en el acoplamiento de un sistema anaerobio/aerobio, integrado por un filtro anaerobio de flujo ascendente y un reactor de lodos activados de alta tasa, además de tener otros elementos esenciales de tratamiento de aguas como es el hidrotamiz para retención de sólidos, la trampa de grasas y el tratamiento de lodos.
- Los principios de operación y funcionamiento del sistema de tratamiento establecido en el proyecto ejecutivo, podrá servir de base para hacerlo extensivo a otros rastros

municipales que operarán en condiciones y circunstancias similares al de Tizayuca, Hgo., siempre y cuando se haga el redimensionamiento con base en el caudal y calidad de agua residual generada.

- Se establecieron los sistema de compostaje y vermicompostaje como las mejores opciones para el tratamiento y aprovechamiento de los residuos orgánicos del rastro municipal de Tizayuca en términos económicos, ambientales y sanitarios, mediante los cuales se pueden obtener tres productos: composta, vermicomposta o lombricomposta y lixiviado (humus líquido).
- Los resultados de los análisis realizados a los productos obtenidos de los procesos del vermicompostaje arrojan altos niveles de macro y micronutrientes, lo que los convierte en productos susceptibles de utilización en diversos cultivos, contribuyendo a la reducción en el consumo de fertilizantes químicos que algunos cultivos requieren para su óptimo desarrollo, pudiendo ser utilizados como abono orgánico, mejorador de suelos o sustrato en el caso de la composta y vermicomposta, o humus líquido en el caso del lixiviado. Éstos también pueden aplicarse tanto en áreas verdes o espacios públicos (parques o instalaciones deportivas).
- Las ventajas tanto del compostaje como del vermicomposteo es que son procesos que no requieren de una gran inversión inicial y los resultados pueden reflejarse en el corto plazo, lo que permite establecer un programa de manejo de los residuos del rastro considerando los volúmenes diarios de generación y la posibilidad de comercialización de los productos obtenidos, lo que contribuiría significativamente a la generación de recursos económicos a la administración del rastro.



PROYECTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN RECTOR PARA LA PREVENCIÓN DEL DELITO EN EL ESTADO DE HIDALGO¹

Mtro. Alberto Severino Jaén Olivas²

► Introducción

Uno de los problemas más graves que aquejan a la sociedad actual es la inseguridad, y muchas veces rebasa la capacidad del Estado para solucionarlo. La discusión de los temas de seguridad debería abarcar medidas preventivas encaminadas a impedir posibles conflictos, es decir, estrategias para anticiparse a futuras amenazas.

Por tal razón, el Poder Judicial del Estado de Hidalgo dirige sus esfuerzos institucionales a través de la investigación hacia la prevención del delito, considerando que los tribunales son los receptores finales del delito, que ya ha pasado por las instancias de investigación y persecución. Los juzgadores desahogan pruebas y determinan si se configura un delito, y al momento de dictar sentencia e imponer una sanción, estudian las instancias previas, así como las circunstancias particulares de ejecución y personales del ejecutor, lo cual les da una visión integral del fenómeno delictivo (delito-delincuente-víctima) en toda su complejidad.

¹ Proyecto FOMIX: HGO-2007-01-73439

Monto aprobado y total: \$6,055,898.00

² Presidente de la Comisión de Investigación y Estudios Jurídicos del Consejo de la Judicatura.



Así, la Comisión de Investigación y Estudios Jurídicos del Consejo de la Judicatura del Poder Judicial obtuvo el apoyo del Fondo Mixto CONACYT-Gobierno del Estado de Hidalgo, participando en su convocatoria 2007-C01, por un monto de \$6'055,898.00, para desarrollar un proyecto de investigación en materia de prevención del delito, conformado por tres etapas de seis meses cada una, a partir de febrero de 2008.

► Demanda específica que atiende el proyecto a nivel estatal o municipal

Atiende a nivel estatal una de las prioridades del Plan Nacional de Desarrollo 2007-2010 y del Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación 2008-2012, que es la *seguridad*.

La demanda específica que atiende este proyecto a nivel estatal es la elaboración de un plan rector para prevenir el delito y difundirlo ampliamente en la sociedad hidalguense, entendiéndose como tal el documento programático que articule las acciones y estrategias institucionales que inciden en la prevención del delito, a partir de la investigación multidisciplinaria del fenómeno delictivo en el estado de Hidalgo, y que genere los insumos necesarios para la instrumentación de políticas públicas en la materia, además de dotarlo de un mecanismo legislativo que le dé sustento y obligatoriedad.

► Objetivo general

Contribuir a partir de la investigación, en la definición e instrumentación de políticas públicas relacionadas con la prevención del delito y la seguridad pública.



► Breve descripción del desarrollo del proyecto

Primera etapa:

El proyecto parte de la conformación de una red interinstitucional de investigación, para abordar de manera multidisciplinaria el estudio del fenómeno delictivo y fortalecer la colaboración de los diferentes órdenes y niveles de gobierno y la participación de la sociedad.

El convenio para constituir la red, que es coordinada por el Poder Judicial y que la conforman las secretarías estatales de Gobierno, Seguridad Pública, Educación Pública, Salud, Desarrollo Social y Desarrollo Económico, la Procuraduría General de Justicia, el Sistema DIF Hidalgo, el Congreso del Estado, los ayuntamientos metropolitanos, la Universidad Autónoma del estado y el Instituto Tecnológico de Pachuca, se formalizó el 8 de julio de 2008, ante el testimonio de honor del Gobernador Constitucional del estado, Lic. Miguel Ángel Osorio Chong, y del Director General del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Mtro. Juan Carlos Romero Hicks.

Durante la primera etapa se llevaron a cabo una encuesta de victimización, confianza en las instituciones y la proclividad a la participación de la población con sus autoridades, por vía telefónica a 1,250 personas residentes en los 84 municipios del estado, y una encuesta de percepción de inseguridad, aplicándose 1,374 cuestionarios directos en los 17 distritos judiciales, de acuerdo con la división territorial del estado de Hidalgo para efectos de impartición de justicia, publicándose sus resultados.



Asimismo, se efectuó un estudio de caso para conocer los factores que incidieron en el aumento de la delincuencia en el Distrito Judicial de Pachuca, que es el de mayor incidencia delictiva, a la luz de los planteamientos teórico metodológicos de la sociología y la antropología especializadas en fenómenos urbanos. Se revisaron 1,258 expedientes de causas penales, y sus resultados fueron publicados en el documento *El perfil de la delincuencia en el Distrito Judicial de Pachuca de Soto, estado de Hidalgo 1981-2000. Estudio de caso.*

También se convocó a la población estudiantil universitaria a participar en un concurso de diseño de imagen para desarrollar una campaña de concientización ciudadana, habiendo recibido 91 propuestas.

Segunda etapa:

En cumplimiento del convenio para la constitución de la red de investigación, con fecha 7 de octubre de 2008 se instaló formalmente el Comité Interinstitucional, que sesiona mensualmente.

En enero de 2009 se organizó un Encuentro Internacional sobre Prevención del Delito, al que asistieron 15 expertos de ocho países a intercambiar experiencias y modelos de prevención del delito exitosos.

Sus ejes temáticos fueron:

- Recomendaciones a la sociedad civil para la prevención del delito.
- Modelos exitosos para la prevención del delito.
- Políticas públicas eficaces para la prevención del delito.



Asistieron al Encuentro 1075 personas, 7 instituciones integrantes de la red de investigación expusieron sus programas y 4 editoriales ofrecieron bibliografía especializada. Durante el Encuentro se desarrolló un taller para la implementación de estrategias locales de prevención del delito, dirigido a los presidentes municipales, en el que participaron 39 presidentes y 122 funcionarios municipales. Asimismo, se organizaron actividades para niños, con la participación 572 alumnos de primarias y secundarias.

Empleo de los recursos financieros:

Se privilegió el empleo de los recursos del FOMIX CONACYT-Hidalgo, para mejorar las condiciones materiales del Archivo Histórico *Bicentenario de la Independencia de México y Centenario de la Revolución Mexicana*, que es un banco de información para cuatro



siglos de historia, contando con registro nacional otorgado por el Archivo General de la Nación, con el código MX13048APJH.

El Archivo cuenta con un área de investigación y una biblioteca especializada en prevención del delito, con más de 700 obras.

Además, se ubica en el mismo edificio la fototeca *Centenario de la Revolución Mexicana*, respecto de la cual, el 19 de enero del año en curso, el Poder Judicial celebró un convenio de colaboración con el Instituto Nacional de Antropología e Historia, para incorporarla al Sistema Nacional de Fototecas.

Tercera etapa:

A fin de tomar en consideración la opinión de los hidalgenses en los temas que inciden en la prevención del delito, se realizaron 4 foros virtuales de consulta ciudadana en materia de seguridad, salud, educación y familia.

En esta etapa dio inicio una campaña de promoción de valores, mediante una exposición itinerante que da a conocer los valores y principios que inspiraron los movimientos de Independencia Nacional y Revolución Mexicana, conformada por documentos pertenecientes al acervo del Archivo Histórico del Poder Judicial e imágenes de la Fototeca Nacional, cuyo recorrido por el estado concluirá en noviembre de 2010.

Durante las tres etapas se han impartido cursos y conferencias para la formación, capacitación y actualización en materia de prevención del delito, a recursos humanos de las instituciones que conforman la red; además, se elaboró y publicó un manual de capacitación.



Asimismo, se ha realizado una intensa campaña de difusión en los medios de comunicación locales.

Mediante el diseño y aplicación de las encuestas de inseguridad y victimización y el estudio de caso de la evolución de la incidencia delictiva, se elaboró un diagnóstico sociodemográfico del estado de Hidalgo, que junto con la participación ciudadana a través de foros virtuales, constituyó el insumo básico para construir el Plan Rector sobre Prevención del Delito, que se estructura sobre la plataforma de los programas institucionales de las instancias que participan en la red de investigación que se constituyó para tal efecto.

Partiendo de los insumos generados por las etapas anteriores y los foros de consulta, se elaboró el Plan Rector, que articula un total 55 programas institucionales que inciden en





la prevención del delito: 13 de la Secretaría de Seguridad Pública, 4 de la Secretaría de Educación, 2 de la Secretaría de Salud, 26 de la Secretaría de Desarrollo Social, 4 de la Procuraduría General de Justicia, 5 del Sistema DIF Hidalgo y 1 del Congreso del Estado, así como una propuesta de iniciativa de Ley de Prevención del Delito en el Estado, que una vez que fue analizada, discutida y aprobada por el Congreso del Estado, inició su vigencia el 8 de diciembre de 2009, siendo la primera ley de la materia en nuestro país.

► Productos entregados

Primera etapa:

1. Convenio de constitución de la Red de Investigación en Ciencias Sociales para la Prevención del Delito en el estado de Hidalgo.
2. Publicación del *Estudio de caso sobre la evolución delictiva en el Distrito Judicial de Pachuca de Soto, Hidalgo*.
3. Publicación de los resultados de la encuesta estatal de victimización.
4. Publicación de los diseños ganadores del concurso de diseño de imagen para la campaña de concientización ciudadana.

Segunda etapa:

5. Memoria videográfica del Encuentro Internacional sobre Prevención del Delito.
6. Programa del curso taller para formular e implementar una estrategia local de seguridad ciudadana.

7. Convenio de colaboración en materia de investigación con la Universidad Autónoma del estado de Hidalgo.
8. Convenio de colaboración con el Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social.
9. Equipamiento del área de Investigación y biblioteca especializada en prevención del delito.

Tercera etapa:

10. Publicación del Diagnóstico Sociodemográfico del estado de Hidalgo.
11. Manual ABC de la Reforma Constitucional en materia de justicia penal y seguridad pública.
12. Plan Rector para la Prevención del Delito en el estado de Hidalgo.
13. Propuesta de iniciativa de Ley de Prevención del Delito para el Estado de Hidalgo, que fue aprobada por el Congreso del Estado y se encuentra vigente desde el 8 de diciembre de 2009.

Conclusiones y beneficios obtenidos

Este proyecto ha pretendido crear un *sistema* dotado de mecanismos de evaluación y de rendición de cuentas, en el que participan de manera ordenada las instituciones públicas y la comunidad, el cual supera la concepción de la prevención del delito como una mera función a cargo del Estado. Con su operación no va a generarse una nueva estructura gubernamental, ni un presupuesto especial para la prevención del delito, ya que únicamente se articularán las acciones de las instancias obligadas a participar, desde los ámbitos de la seguridad pública, la educación, la salud, el desarrollo social, el desarrollo económico, la asistencia social, la procuración e impartición de justicia, la ejecución de sanciones y la investigación universitaria.

El beneficio del proyecto es de naturaleza social, ya que las acciones que deriven del Plan Rector para la Prevención del Delito, que ha sido institucionalizado con la promulgación de la Ley de Prevención del Delito, reducirán las conductas antisociales, promoverán la seguridad de la comunidad hidalguense, contribuirán a lograr una mejor calidad de vida y al desarrollo de una cultura de la legalidad, reduciéndose los costos relacionados con el sistema de justicia penal y otros costos sociales derivados de la delincuencia.

El diseño de una política integral de prevención seria y profunda para enfrentar los factores causales del delito es de gran importancia para la cohesión ciudadana y la consolidación de la confianza en las instituciones públicas. La experiencia hidalguense tiene potencial de réplica o transferencia en otras entidades, a partir de los resultados de diagnósticos locales.

► Estado actual del proyecto

Una vez emitido el plan rector y estando vigente la ley de la materia, consideramos necesario impulsar proyectos piloto para experimentar y perfeccionar acciones que ayudarán a enriquecerlo.

Actualmente, se trabaja en la implementación de cuatro programas piloto en el Distrito Judicial de Pachuca, que presenta el mayor índice delictivo del estado:

- Programa de prevención del delito en un fraccionamiento.
- Programa de recuperación de valores en una institución educativa.
- Programa de implementación de medios alternos de solución de conflictos en el Centro de Internamiento para Adolescentes del estado de Hidalgo.
- Diseño e implementación de un observatorio social de carácter virtual.



ENCAPSULACIÓN DE ACEITES ESENCIALES DE CÍTRICOS (ACEITE ESENCIAL DE NARANJA) UTILIZANDO EL PROCESO DE EXTRUSIÓN TERMOPLÁSTICA Y SECADO POR ASPERSIÓN, CON BIOPOLÍMEROS (ALMIDONES MODIFICADOS) COMO MATERIALES ENCAPSULANTES¹

Dra. Beneranda Murúa Pagola y Dr. Fernando Martínez Bustos²

► Introducción

La estabilidad de los sabores en diferentes alimentos ha sido de gran interés en la industria alimentaria, debido a su relación con la calidad y aceptabilidad de los alimentos. Muchos sabores son volátiles y pueden ser retenidos de manera más eficiente en los alimentos cuando están encapsulados. Los almidones hidrolizados, almidones modificados y goma arábiga representan las tres principales clases de material pared que son utilizadas ampliamente para encapsulación de sabores. Los almidones con capacidad emulsificante (almidones esterificados con anhídrido n-octenil succínico, OSA) son hidrolizados y derivatizados para impartirles propiedades emulsificantes y excelente retención de volátiles; no obstante, son de alto costo y proporcionan una deficiente protección contra la oxidación, aunque su eficiencia como encapsulantes los hace altamente demandados.

La aplicación de materiales activos encapsulados se ha incrementado sustancialmente en la industria alimentaria. Los costos de los agentes encapsulantes comerciales, entre los que se incluyen la goma arábiga y almidones OSA, los hace prohibitivos a pequeñas

¹ Proyecto FOMIX: HGO-2005-C01-44

Monto aprobado: \$283,000.00

Otras aportaciones: \$20,000.00

Monto total: \$303,000.00

² Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Unidad Querétaro.



y medianas industrias, por lo que diversas empresas internacionales y grupos de investigación se encuentran en la búsqueda de nuevos agentes encapsulantes.

Los métodos convencionales de modificación de almidón requieren reactivos en exceso que pueden causar contaminación ambiental, así como tiempos prolongados para conseguir su funcionalidad. La tecnología de extrusión es un proceso de alta temperatura y corto tiempo con la ventaja de alta versatilidad y sin generación de efluentes. Considerando que el concentrado o aislado de proteína de suero tiene un costo elevado, su uso en mezclas con almidones modificados reduce costos en los procesos de encapsulación. La posibilidad de producir nuevas alternativas de agentes encapsulantes representa un área de desarrollo potencial en México.

Este estudio puede ser considerado como un avance significativo que no limita incrementar aún más la eficiencia de estos almidones, optimizando los procesos y costos y también posibilita el uso de otras fuentes de almidón y sus mezclas.

► **Demanda específica**

Definición de áreas estratégicas para el uso de la biotecnología en el estado. Desarrollar nuevos productos a partir de almidones. Determinación del potencial de los productos y servicios de la región y valle de Tulancingo.

► **Objetivo general**

El objetivo general de este estudio fue desarrollar nuevas alternativas de producción de almidones modificados (fosfatados y acetilados de maíz ceroso), usando la tecnología de extrusión termoplástica y caracterizando la funcionalidad de estos almidones como agentes encapsulantes de aceite esencial de naranja, en el proceso de secado por aspersión.

► **Descripción del desarrollo del proyecto (proceso y beneficios)**

Se utilizó almidón de maíz con alto contenido de amilopectina (ceroso) de Corn Products, donado por CPI México, como materia prima para llevar a cabo las modificaciones químicas de fosfatación con tripolifosfato de sodio (TPS), acetilación con anhídrido acético y succinación con anhídrido n-octenil succínico, de grado reactivo marca Sigma-Aldrich. Para la elaboración de las cápsulas se utilizaron los almidones modificados, concentrado de proteína de suero (CPS 80) adquirido de IMSA, SA de CV, y aceite esencial de naranja (limoneno) donado por Food Specialities, México, como fase interna. Se utilizó almidón modificado comercial (N-LOK) de National Starch and Chemical Co., como testigo.

En la primera etapa se llevó a cabo una hidrólisis ácida de almidón con HCl, el cual fue esterificado con los siguientes reactivos: anhídrido acético (acetilación), tripolifosfato de sodio (fosfatación) y anhídrido n-octenil succínico (succinatación). Los almidones acetilados y succinados fueron preparados en suspensión y extrudidos para su hidrólisis y los almidones fosfatados fueron directamente preparados por extrusión, utilizando un extrusor de tornillo simple. Se prepararon emulsiones con 30% (p/p) de almidón y 20% de aceite esencial de naranja (p/p) con respecto a los sólidos. En el presente trabajo, el CPS fue adicionado en proporciones muy bajas para mejorar las propiedades emulsificantes de los almidones modificados. Los almidones fosfatados son considerados buenos estabilizantes de emulsiones más que verdaderos emulsificantes.

Las microcápsulas fueron preparadas por el proceso de secado por aspersión en un secador SD-Basic de LabPlant (Huddersfield, UK). Se prepararon emulsiones con 30% de sólidos (p/p) del material pared y una proporción del 20% (p/p) de aceite esencial de naranja con respecto a los sólidos de almidón modificado y almidón/CPS. Las mezclas fueron homogeneizadas con un Ultraturrax IKA T-18 Basic a 14000 rpm durante cuatro minutos. La emulsión se mantuvo en agitación constante durante el secado. Las condiciones de secado fueron las siguientes: temperatura del aire de entrada de 180°C y temperatura del aire de salida de 110°C. Las microcápsulas obtenidas de diferentes lotes fueron recolectadas y homogenizadas en una sola muestra almacenada a 0°C para su posterior análisis. El aceite total en las microcápsulas fue determinado utilizando un aparato de Clevenger. La muestra en polvo (8 g) fue disuelta en 150 mL de agua. La suspensión fue destilada durante 3 horas. El volumen de aceite recolectado en el brazo de la trampa fue convertido a gramos multiplicado por la densidad del aceite. La cantidad de aceite superficial extraíble del polvo fue determinado gravimétricamente. El aceite fue extraído con hexano durante 4 horas.

Para el estudio de estabilidad se prepararon microcápsulas de limoneno (95% de pureza, adquirido de Cargill Citrus LTDA, Brasil). Se llevó a cabo un estudio de estabilidad del limoneno encapsulado durante el almacenamiento de las microcápsulas obtenidas con almidón fosfatado, almidón succinatado, almidón comercial N-LOK HEAMZ-405 de National Starch y goma arábiga de grado alimenticio (Synth, Lote 53935). En adición a la difusión de limoneno a través de la pared de las microcápsulas, la oxidación del sabor encapsulado fue usado como un índice para medir la estabilidad. En este estudio se utilizaron el óxido de cis-limoneno y óxido de trans-limoneno como indicadores. Las reacciones de oxidación del D-limoneno generan muchos productos de oxidación. Se llevó a cabo la identificación de los productos de degradación de limoneno en un cromatógrafo Hewlett-Packard acoplado a un espectrómetro de masas (GC-MS, Washington, DE). La morfología externa e interna de las cápsulas fue evaluada mediante microscopía electrónica de barrido (ESEM EDDAX, GSE detector), usando un voltaje de aceleración de 20 kV.

► Resultados obtenidos

En este estudio las severas condiciones utilizadas durante el proceso de extrusión causaron una extensa dextrinización del almidón, resultando en la formación de productos más solubles en agua.

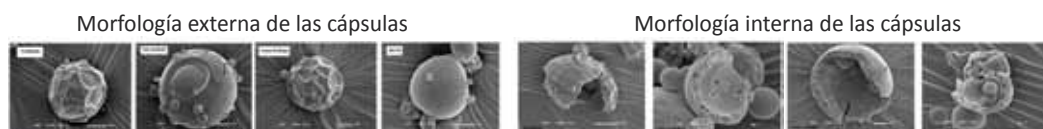
El contenido de fósforo y grado de sustitución de los almidones fosfatados de este estudio fueron altos debido a las condiciones de extrusión (más severas), fuente de los materiales y métodos de análisis. El almidón fosfatado adicionado con 5% de CPS presentó el contenido de fósforo y grado de sustitución más bajo, probablemente debido a una interacción entre los grupos cargados de las proteínas y grupos fosfatos durante el proceso de extrusión. El almidón acetilado exhibió una mayor retención total de aceite de 61.31%, comparada con la del almidón fosfatado (50°C, 3.4% HCl, 6 h) de 55.7%, debido probablemente a la naturaleza hidrofóbica de los grupos acetilo. El almidón succinatado presentó la mayor retención de aceite de 94.75% debido a su naturaleza hidrofóbica. El almidón fosfatado (45°C, 4.5% HCl, 9 h) exhibió una retención total de aceite del 40.6%, la cual se incrementó a 50.1% cuando se utilizaron mezclas de 98:2 (p/p) de almidón: CPS para su fosfatación por extrusión. La retención de aceite de las muestras preparadas con almidones fosfatados fue mayor cuando se utilizaron menores cantidades de CPS, tanto en el proceso de extrusión como en la formación de emulsiones.

Los mejores resultados en términos de retención de aceite total para almidones fosfatados y acetilados se presentó cuando 2% de CPS fue adicionado a los sólidos de almidones modificados antes del secado (de 55.7 a 66.8% y de 61.31 a 72.47% respectivamente). La retención de aceite esencial de naranja durante el secado por aspersión fue influenciado por las propiedades emulsificantes de los materiales de pared, por la proporción de almidón: CPS y la etapa de preparación en la que el CPS fue adicionado. Durante los estudios de estabilidad de limoneno a temperatura ambiente la reducción de limoneno en las microcápsulas de almidón fosfatado, N-LOK y goma arábica fueron muy similares. Las cápsulas de almidón succinatado experimentaron la mayor reducción de limoneno a ambas temperaturas. A 50°C, la retención de limoneno en las cápsulas de almidón fosfatado y goma arábica fue similar, mientras que la retención de este compuesto en las cápsulas de almidón succinatado fue muy baja (23.38%). El material que confirió mayor protección a la fase interna a esta temperatura fue el almidón comercial N-LOK. Comparado con los testigos comerciales, el almidón fosfatado mostró una buena protección de la fase interna a ambas temperaturas. A temperatura ambiente retuvo 86% de limoneno y a 50°C retuvo 68%.

Los resultados de este estudio indicaron que los valores altos de temperatura de almacenamiento están asociados con una mayor pérdida de volátiles. La formación de óxido de cis-limoneno se incrementó durante el almacenamiento a temperatura ambiente en

todos los materiales. A 50°C la formación de este compuesto disminuyó con el tiempo de almacenamiento. Esto puede deberse a una degradación acelerada para formar otros compuestos de oxidación y a la liberación de estos óxidos al medio. El óxido de translimoneno mostró una tendencia a incrementar en todas las muestras cuando fueron almacenadas a temperatura ambiente, exhibiendo valores muy similares, mientras que a 50°C mostró un comportamiento más errático. Las cápsulas (Figura 1) mostraron morfologías externas similares de forma esférica. Algunos poros y grietas fueron observados en cápsulas de almidón succinatado, lo cual coincide con la baja retención de la fase interna en estas cápsulas. La estructura interna observada en cápsulas abiertas muestra como se encuentra disperso el aceite en pequeñas gotas en las diferentes matrices de encapsulación. El centro en todos los casos es hueco y ocupa el mayor volumen interno de las cápsulas.

Figura 1. Morfología externa e interna de icrocápsulas de limoneno producidas con almidón fosfatado, almidón succinatado, almidón comercial N-LOK y goma arábica



► Productos entregados

Se desarrollaron procesos innovadores para la obtención de almidones modificados para ser utilizados como agentes encapsulantes (almidones fosfatados, acetilados y succinatados) de aceites esenciales, vitaminas, micronutrientes, bioinsecticidas, bacterias y otros, utilizando la tecnología de extrusión termoplástica. También, un informe final, una tesis de doctorado, la constancia de Primer lugar del Premio Nacional en Ciencia y Tecnología, Categoría Profesional, PNCTA, se publicó un artículo y el capítulo de un libro.

► Conclusiones y/o beneficios obtenidos

El proceso de extrusión fue eficiente en la fragmentación de los almidones produciendo un material de pared con mejores características de solubilidad y viscosidad, ofreciendo mayores ventajas que los productos de hidrólisis de almidón que son utilizados en mezclas con materiales con superficie activa en la encapsulación de sabores. Las mezclas de almidón fosfatado o acetilado con proteína de suero mostraron una mayor retención total de aceite (limoneno) con relación a los almidones usados individualmente. Los almidones fosfatados proveyeron de una buena protección al limoneno durante el

tiempo de almacenamiento evaluado, con un comportamiento similar a los materiales de pared comerciales. Los almidones fosfatados y acetilados ofrecen un gran potencial para su uso como agentes encapsulantes debido a que después de la modificación química presentaron mayor afinidad por compuestos lipofílicos, y al igual que los almidones succinatados comerciales pueden utilizarse en mezclas con otros materiales emulsificantes para obtener óptimos resultados de encapsulación con relación a rendimiento, estabilidad y costo.

Tabla 1. Rendimiento y eficiencia de encapsulación de los almidones modificados

Muestra	Aceite Inicial (g/100g)	Aceite Total (g/100g)	Aceite Superficial (g/100g)	Retención Aceite Total (p/p)	Retención Aceite en Interior (g/100g)
Almidón Fosfatado ^a	20	8.1	0.38	40.6	95.2
Almidón Fosfatado + 2% CPS ^{a,b}	20	10.0	1.00	50.1	89.4
Almidón Fosfatado + 5% CPS ^{a,b}	20	7.80	0.90	39.0	88.4
Almidón Fosfatado + 2% CPS ^{a,c}	20	13.30	1.10	66.8	91.2
Almidón Fosfatado + 5% CPS ^{a,c}	20	10.00	0.70	50.1	92.8
Almidón fosfatado ^d	20	11.20	0.70	55.7	93.0
Almidón Acetilado ^d	20	12.26	1.30	61.3	89.4
Almidón Acetilado + 2% CPS ^{c,d}	20	14.49	ND	72.5	ND
Almidón Succinatado ^d	20	18.95	1.53	94.7	91.9
N-LOK	20	17.80	0.70	89.1	95.6

ND. No se determinó. Las determinaciones se realizaron por duplicado y se presentan como un valor promedio. a) Condiciones de hidrólisis (45°C, 4.5% HCl, 9 h). b) CPS fue adicionado durante el proceso de extrusión. c) CPS fue adicionado durante la formación de emulsiones antes del secado. d) Condiciones de hidrólisis (50°C, 3.4%, 6 h). El almidón comercial N-LOK fue usado como testigo.

Tabla 2. Reducción de Limoneno en microcápsulas preparadas con los diferentes materiales de pared (porcentajes relativos)

Tiempo (días)	Almidón Fosfatado		Almidón Succinatado		Goma Arábica		Almidón Comercial N-LOK	
	A	B	A	B	A	B	A	B
0	100	100	100	100	100	100	100	100
7	99.76	79.51	102.46	38.98	91.79	77.82	94.89	77.44
14	93.67	63.01	93.47	36.31	93.47	64.02	88.82	75.06
21	87.53	77.43	85.7	29.8	92.26	66.76	95.52	83.03
28	86.24	68.07	70.86	24.38	96.25	63.06	85.06	89.45

A Temperatura Ambiente. B Temperatura de 50°C.

SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE LA REGIÓN DE APAN, HIDALGO¹

Dr. Ramos Montalvo Vargas²

► Introducción

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son uno de los instrumentos de base georreferenciada más importantes de la tecnología geoespacial (TG), y junto con la teledetección y los GPS, forman un tridente fundamental en apoyo a la investigación aplicada, no sólo del área de las ciencias naturales, sino también de las ciencias sociales y humanidades.

La TG tiene, en su progresivo y vertiginoso desarrollo, tres eventos como antecedente. El primero, a partir de la década de 1960, cuando el Departamento de Defensa de los Estados Unidos de América puso en marcha una de las misiones más importantes para



¹ Este proyecto fue aprobado en el Fondo M0009 de la convocatoria M0009-2007-1, con número de proyecto 72736, mismo que se inserta en la línea de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano integrada por un grupo de investigadores en El Colegio de Tlaxcala, AC, institución encargada del desarrollo de la propuesta. La demanda específica surge bajo la modalidad A1 de FOMIX-CONACYT-Gobierno del Estado de Hidalgo. Monto aprobado y total: \$660,000.00

² Doctor en Desarrollo Regional, profesor investigador de El Colegio de Tlaxcala, AC, y profesor visitante del Centro de Investigaciones Interdisciplinarias Sobre Desarrollo Regional (CIISDER) de la Universidad Autónoma de Tlaxcala.

la observación de la Tierra, y fue con el programa LANDSAT³, que enviaron al espacio los primeros satélites artificiales⁴ desde el continente americano. Aunque el mismo esfuerzo ya había sido realizado con el satélite ruso Sputnik en 1957, fueron los trabajos en los EUA los que rindieron los primeros frutos, tras disponer –desde 1973– de imágenes de satélite y producción cartográfica vectorial, que actualmente resulta fundamental para la toma de decisiones con series históricas de escenas disponibles desde esos años. El segundo evento sucedió casi en paralelo con la carrera espacial emprendida por las dos potencias mundiales de ese entonces (EUA y URSS), cuando en 1963 Roger Tomlinson desarrolla el primer SIG –Sistema de Información Geográfica Canadiense (CSIG). Apenas un año más tarde, en Harvard, se crea el primer laboratorio que diseña un SIG con datos vectoriales. Ya para finales de la década de 1960, había diversos programas espaciales y satélites artificiales puestos en órbita con distintos propósitos, lo que creó las condiciones favorables para la aparición de ESRI (Environmental Systems Research Institute)⁵ en 1969, una de las organizaciones más importantes en el desarrollo del SIG. Finalmente, un tercer evento que direccionó el promisorio futuro de la tecnología geoespacial como base del desarrollo de proyectos de investigación aplicada en todo el mundo, sucedió en 1973, cuando los programas espaciales Timation y 621B fueron puestos en órbita con el sistema llamado NAVSTAR-GPS⁶, que es también operado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos de América y consiste en la disponibilidad de señal gratuita para la ubicación de elementos territoriales en la superficie con el uso de dispositivos GPS (*Global Positioning System*).

México ha ingresado en los últimos 20 años en un franco proceso de uso y aprovechamiento de los recursos geoinformáticos, geocomputacionales y geoestadísticos, empleando en buena medida las bondades geotecnológicas, para tener por base el espacio

³ Inicialmente se denominaba con la sigla ERTS (Earth Resources Technology Satellites) y provenía tanto conceptual, funcional y estructuralmente de los satélites para fines meteorológicos llamados Nimbus.

⁴ La primer imagen del espacio exterior fue captada el 1 de abril de 1960 desde el satélite TIROS, por sus siglas en inglés (*Television Infrared Observational Satellite*). Fue el primer satélite meteorológico exitoso (TIROS-1), lanzado en aquella misma fecha desde Cabo Cañaveral, Florida, EE.UU. Tenía dos cámaras de televisión, funcionaba con baterías de 9200 paneles fotovoltaicos. Este satélite sirvió como base para el desarrollo del programa Nimbus, cuya tecnología y técnicas han sido heredadas por la mayoría de los satélites de observación de la NASA (Montalvo, 2009).

⁵ ESRI es la empresa líder en el mundo en la producción de *software* de SIG y en México tiene distribuidores autorizados para la difusión de una amplia gama de productos y servicios; la mayor parte de ellos, orientados a la investigación, desarrollo y monitoreo del medio ambiente.

⁶ *Navigation System with Timing And Ranking*. Conocido con las siglas GPS, aunque su nombre correcto es NAVSTAR-GPS. NAVSTAR GPS fue declarado totalmente operativo el 17 de julio de 1995, con 27 satélites: 24 operativos y 3 de respaldo ubicados a 20,180 km de altitud.

georreferenciado y emprender iniciativas desde distintas disciplinas científicas. Entre los espacios geotecnológicos más fértiles, se encuentra la ordenación del territorio (OT), donde se busca la distribución óptima en el espacio de los recursos naturales y las actividades antrópicas. Una diversidad de autores y corrientes del pensamiento mundial como Gómez (2002), Pujadas (1998) o IGAC (2006), comparten la visión holística e integral de la OT. Para lograr un impacto positivo en ella, es necesario contar con datos espaciales (geográficos y estadísticos suficientes y de calidad), que faciliten el despliegue, visualización, tratamiento, procesamiento, análisis, modelado y representación georreferenciada de la realidad territorial⁷; por tanto, el camino por recorrer en México, inicia con la generación de datos espaciales, y ése fue el objetivo central de este proyecto.

► Demanda específica que atiende el proyecto a nivel estatal o municipal

La demanda específica surge porque el gobierno municipal de Apan, Hidalgo, tiene la necesidad de contar con un “estudio integral de ordenamiento territorial de la región”. Planteado este requerimiento, y con base en consideraciones teórico-metodológicas y de orden pragmático derivado de las ventajas técnicas que ofrece la tecnología geoespacial, se partió del principio de que, para promover el quehacer de la ordenación del territorio⁸, era necesario tener en primera instancia un SIG para fomentar no sólo la OT, sino, además, la planificación, gestión y toma de decisiones en el nivel del gobierno municipal.

Por lo anterior, se propone la creación de un SIG que tuviera por eje la generación de una infraestructura de datos espaciales (IDE), como soporte para la toma de decisiones de los actores que intervienen en la reconfiguración, nuevo orden y rearticulación territorial.

► Objetivo general

El proyecto tiene como objetivo fundamental diseñar, desarrollar y difundir un Sistema de Información Geográfica para el Ordenamiento Territorial en el Municipio de Apan, Hidalgo, que llevó por siglas SIGOT, y uno de sus propósitos centrales es la creación de una infraestructura de datos espaciales (IDE), que consiste en un gran banco de información geográfica y estadística que tenga por depositario al gobierno municipal de

⁷ A pesar de que un SIG se compone de cinco elementos: *hardware*, *software*, personal, procedimientos y datos; estos últimos, son considerados los fundamentales porque representan entre el 70 y 80% del costo total de un proyecto geotecnológico.

⁸ Y no ordenamiento territorial, ya que este último implica un conjunto de técnicas y aplicaciones; a diferencia, de la ordenación del territorio que amerita la revisión de un cuerpo científico más profunda que lo fundamente teóricamente.

Apan, Hidalgo, donde los datos e información generada sean el insumo básico, y formen parte de la cotidianidad de uso en los procesos de toma de decisiones, socialización y difusión entre los sectores público, privado y social.

► Descripción del desarrollo del proyecto (proceso y beneficios)

La ventaja del SIGOT, a diferencia de otros sistemas, es que los insumos geográficos y estadísticos corresponden a representaciones georreferenciadas y estadísticas derivadas de censos, encuestas y datos generados por instituciones públicas oficiales, además de levantamientos con GPS realizados directamente en la región sur del territorio hidalguense. Las posibilidades de análisis, modelado, despliegue y representación estratégica de escenarios posibles sobre uso, vocación, destino y aprovechamiento del territorio urbano y rural son tan variadas, como la imaginación de los usuarios del SIGOT lo permitan, ya que se generaron cientos de capas, *shapes* o *layers* en formato georreferenciadas y miles de variables estadísticas dispuestas en un DBMS⁹ en formato apropiado para su vinculación cartográfica a los datos geográficos.

Con el apoyo de mapas¹⁰ derivados del proyecto, y que representan por su naturaleza gráfica productos de apoyo a la toma de decisiones e insumos primarios para analizar factores inherentes a la tarea de ordenación del territorio, se presenta a continuación la descripción del proyecto por etapas:

Primera etapa: Diagnóstico y levantamiento

La metodología de abordaje consideró en primera instancia el reconocimiento de la región, su caracterización y la generación de datos vectoriales y raster¹¹ con la finalidad de detectar zonas de levantamiento con GPS necesarias para complementar y validar la información recopilada o generada mediante el procesamiento de imágenes de satélite u ortofotos digitales y clasificación mixta¹². La región de estudio originalmente se determinó en el proyecto que fuera únicamente Apan, Hidalgo; sin embargo, durante el

⁹ Sistema Gestor de Bases de Datos (SGBD), también llamado en México Sistema Manejador de Bases de Datos o DBMS (por sus siglas en inglés).

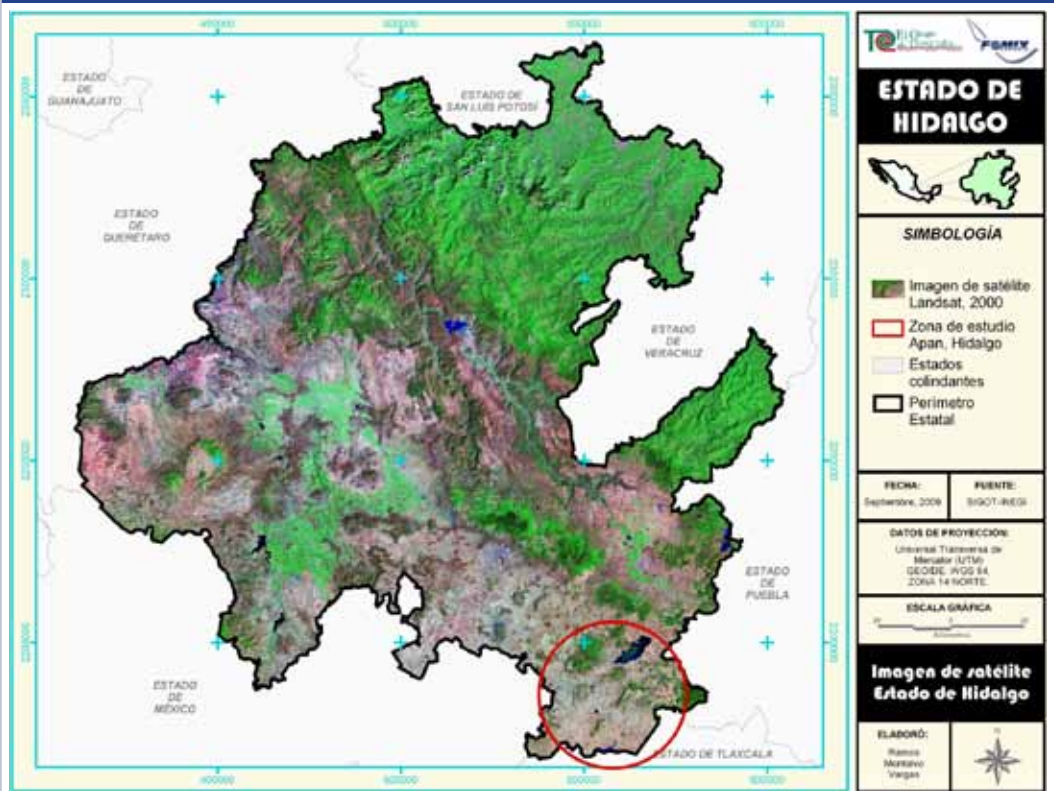
¹⁰ Los productos cartográficos son recursos visuales propios de un SIG y expresan de manera sintética y simplificada la realidad territorial, lo que facilita la comprensión de fenómenos espaciales, que de otra manera sería más complejo comprenderlos en formatos alternativos de expresión y comunicación.

¹¹ La estructura de los datos vectoriales puede ser de puntos, líneas y polígonos que representen elementos territoriales; y los datos *raster*, son agrupaciones matriciales de píxeles o teselas que componen imágenes de satélite, ortofotos digitales, cartas topográficas escaneadas o fotografías aéreas.

¹² La clasificación mixta incluye la no supervisada y la supervisada. La primera consiste en el procesamiento

primer acercamiento visual a imágenes de satélite NASA Landsat (ver figura 1) y análisis espacial de datos vectoriales escala 1:250,000, se encontraron patrones de asociación y estructuración territorial en toda la región sur. Con base en lo anterior, y después de los acercamientos con la Secretaría de Planeación y Desarrollo Regional (SEPLADER) del Gobierno del Estado de Hidalgo, se decidió, a partir de la regionalización realizada por esta institución pública, que el proyecto tendría un espacio de intervención mayor y ampliar los trabajos para cubrir la región XI Apan, con atención especial a este municipio que fue el usuario original.

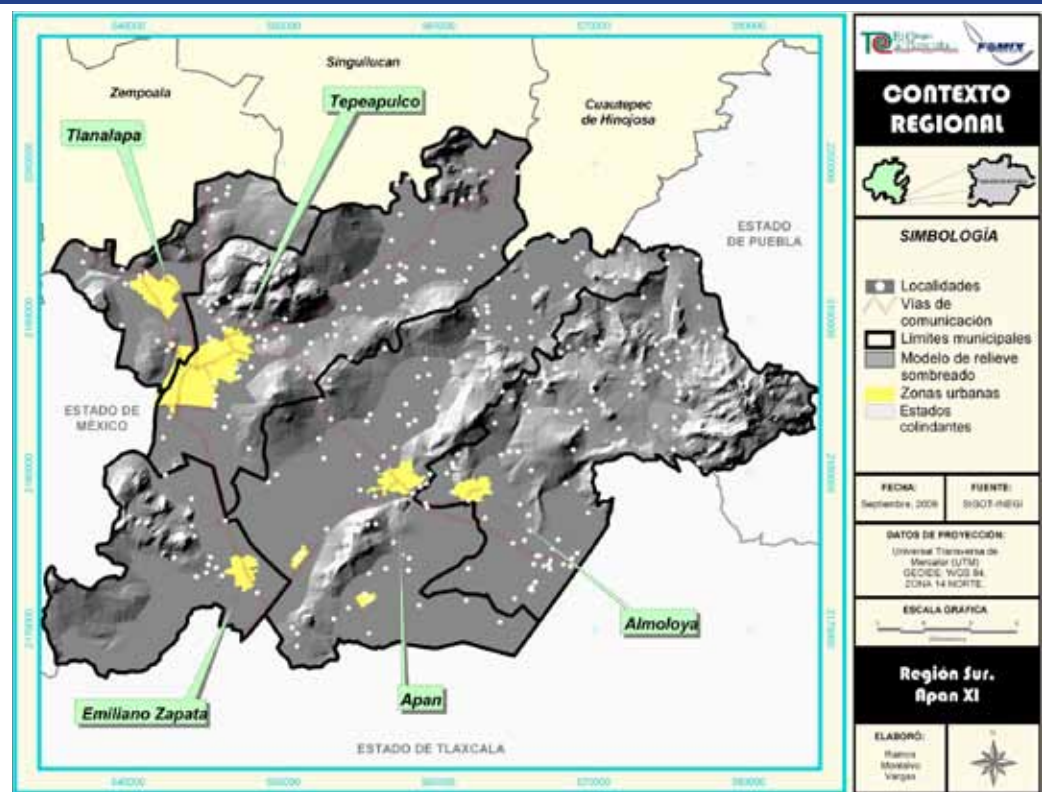
Figura 1. Estado de Hidalgo



Fuente: elaboración propia con datos del SIGOT.

de recursos *raster* con base en agrupación de intensidades de radiancia, previo conocimiento de las características espectrales de las imágenes, mientras que la clasificación supervisada es un proceso adicional donde se definen campos de entrenamiento para ingresar puntos de control y validación de la información de las imágenes de satélite, a través de verificaciones en campo empleando GPS.

Figura 2. La región XI Apan

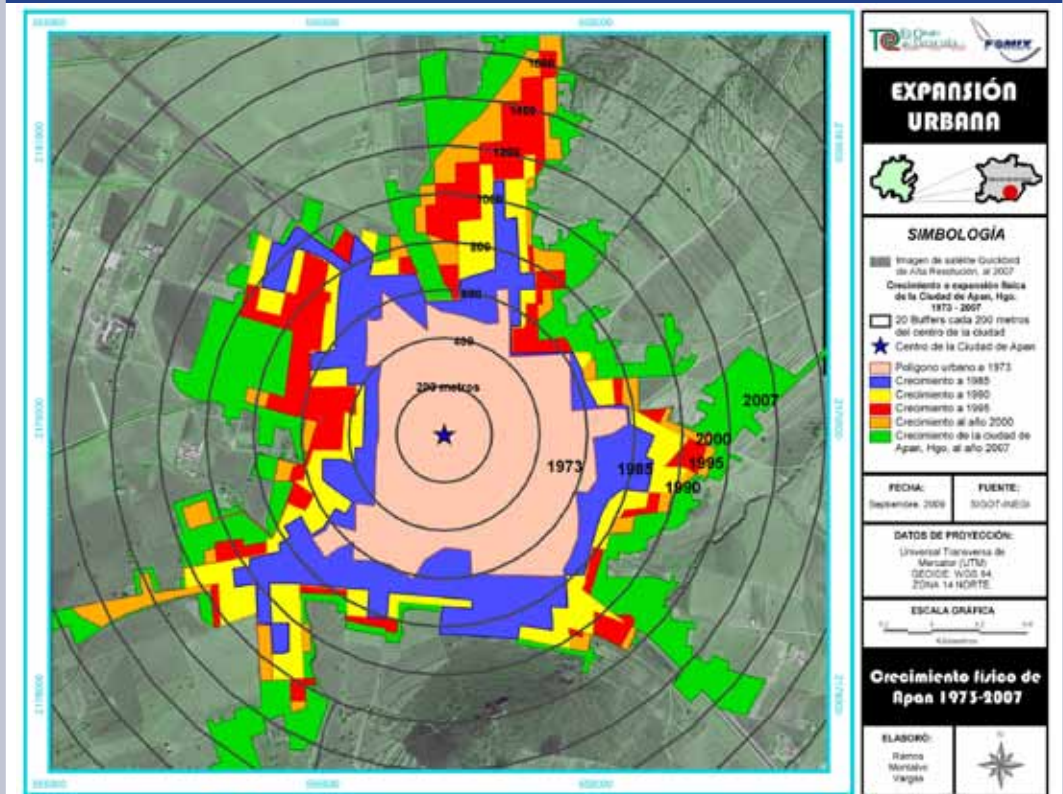


Fuente: elaboración propia con datos del SIGOT.

La región XI Apan está compuesta, además de ese municipio, por Almoloya, Emiliano Zapata, Tepeapulco y Tlanalapa (ver Figura 2), lo que implicó que los beneficios no fueran únicamente para Apan, sino su zona de influencia por considerarse la ciudad más importante en la región, además de tener un pasado histórico glorioso y un presente donde convergen y conviven procesos de transformación territorial con la actividad agrícola, industrial y el actual apogeo del comercio y los servicios. No obstante, la integración al sistema de los otros cuatro municipios fue muy importante para explicar distintos procesos demográficos básicos, con la finalidad de orientar los trabajos de ordenación del territorio en el municipio y su región.

Con más de 120 mil habitantes en la región, y particularmente en Apan más de 30 mil, uno de los productos en la etapa fue analizar el crecimiento físico de esa ciudad, que

Figura 3. Expansión urbana de la ciudad de Apan, Hidalgo



Fuente: elaboración propia con datos del SIGOT.

tuvo por resultado un proceso interesante en su composición territorial y una morfología urbana digna de explicar por los patrones de aglomeración. El análisis espacio-temporal se realizó con imágenes de satélite desde 1973 hasta el año 2007 (ver Figura 3), y se presentó una expansión urbana por series de tiempo cada cinco años promedio, misma cantidad de zonas hacia donde la mancha urbana encontró nuevos asentamientos humanos, resultado, por un lado, de obstáculos naturales (relieve), pero también por aquellos de orden legal y antrópico (tenencia de la tierra y legislación vigente).

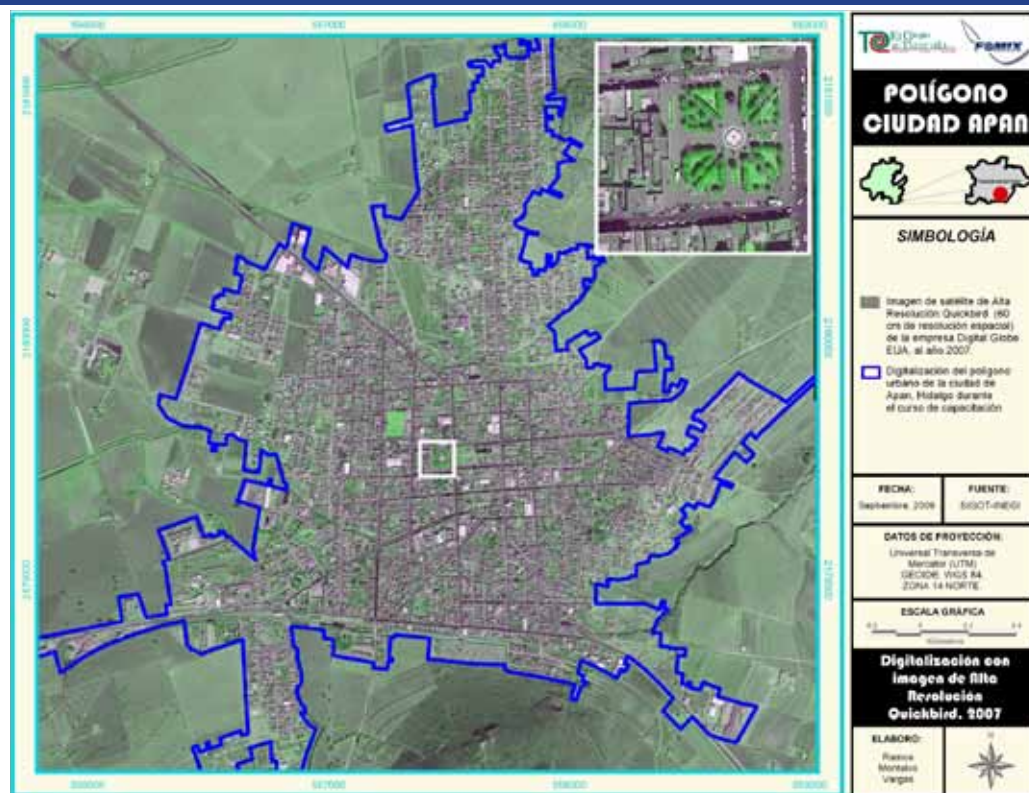
En resumen, durante esta primera etapa, la definición de la región, la elección metodológica y la concentración de invaluables datos geográficos y estadísticos facilitaron un primer acercamiento a la zona de estudio, favoreciendo su caracterización al tiempo que se visitó al usuario de Apan, Hidalgo (el gobierno municipal) para presentar los conteni-

dos de la propuesta. Sin embargo, los beneficios no se limitaron a esta circunscripción territorial, sino además se amplió el horizonte de trabajo para beneficio de cuatro municipios más de la región XI.

Segunda etapa: Generación y análisis de datos

La creación de una base de datos geográfica digital, sin duda, sería un beneficio de alto impacto para los cinco gobiernos municipales de la región, al momento de tomar decisiones sobre el territorio; sin embargo, este beneficio vino acompañado de un proceso paralelo: la capacitación. Un SIG se define como un sistema integrado por *software*, datos, *hardware*, procedimientos y personal para el despliegue, análisis, procesamiento y modelado de datos espaciales. Sin embargo, aunque los dos primeros

Figura 4. Imagen de satélite de alta resolución *quickbird*

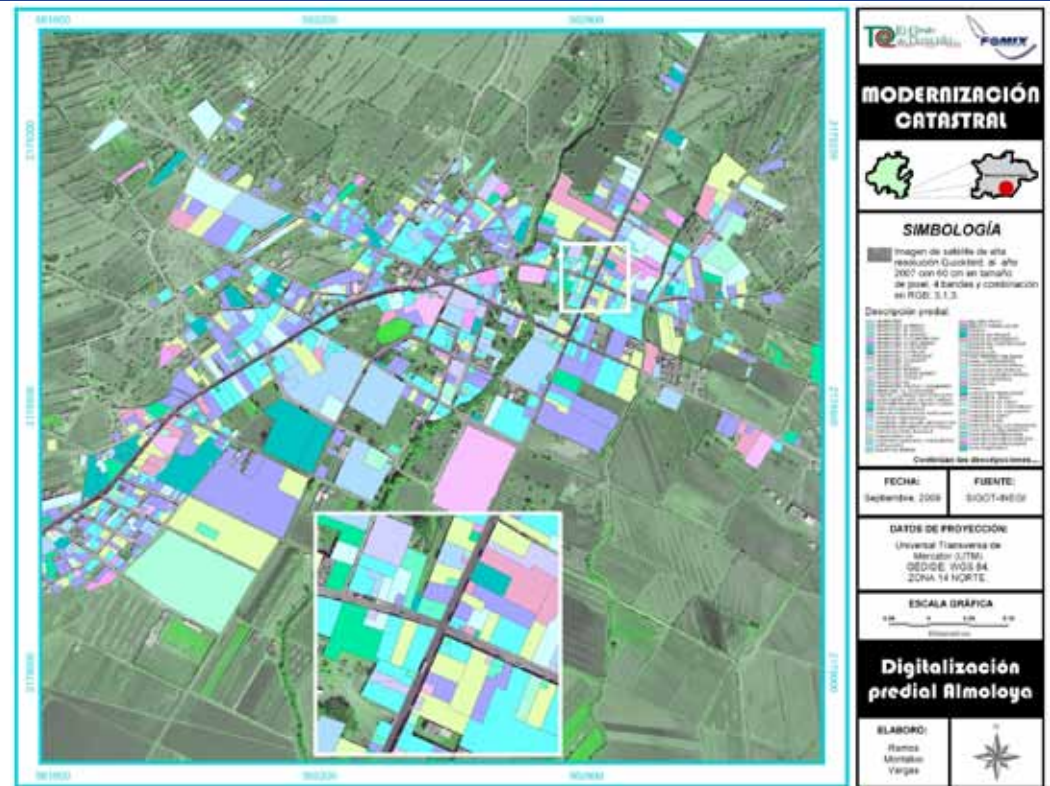


Fuente: elaboración propia con datos del SIGOT.

elementos serían suministrados durante el proyecto, los dos últimos (procedimientos y personal) ameritan la intervención voluntaria de los usuarios para capacitarse, quienes emplearán los datos en una computadora y con el manejo de un *software* especializado.

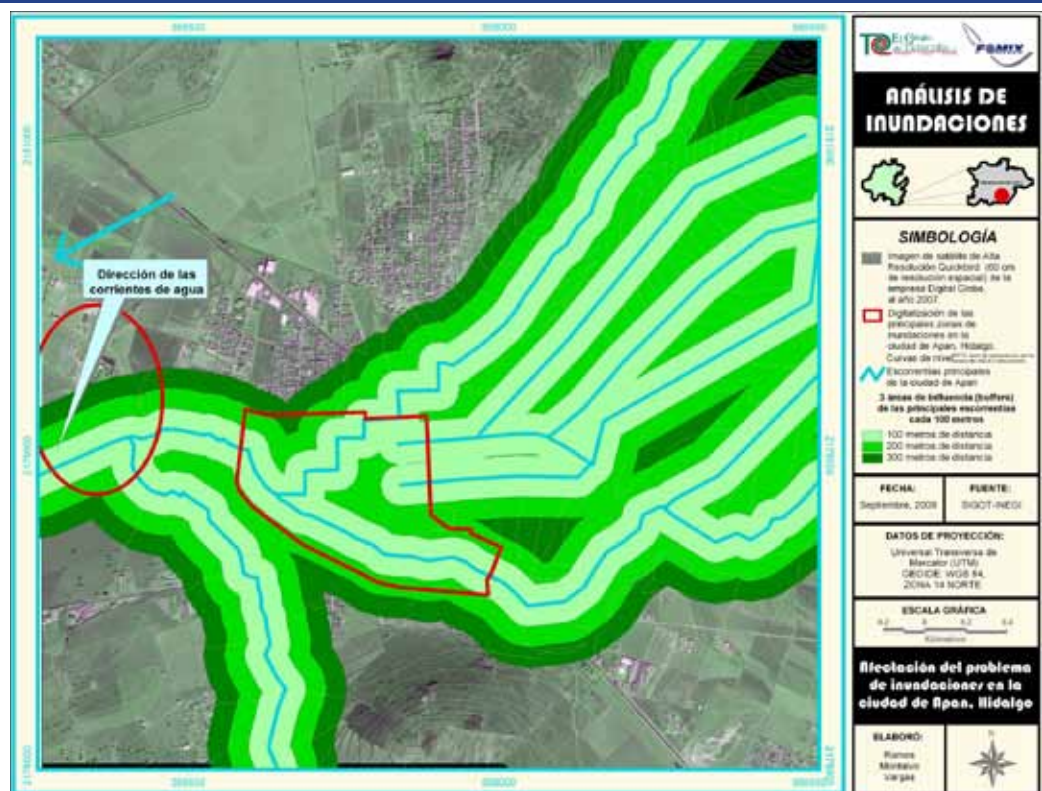
Por tanto, los beneficios para el usuario no se hicieron esperar desde finales de la primera etapa e inicio de la segunda, pues tras la presentación del proyecto a las autoridades de Apan, inmediatamente surgió la intención de aprender y capacitarse en el manejo de los datos que se estaban generando, y el gobierno municipal, a través de su máxima autoridad, solicitó un curso/taller urgente para aprovechar las bondades del proyecto, dado que en ese mismo año (2008) habrían elecciones y les impediría tener el beneficio de la capacitación programada en el proyecto originalmente para la última etapa a desarrollarse de enero a junio de 2009.

Figura 5. Digitalización catastral en Almoloya, Hidalgo



Fuente: elaboración propia con datos del SIGOT.

Figura 6. Análisis de inundaciones en la ciudad de Apan, Hidalgo

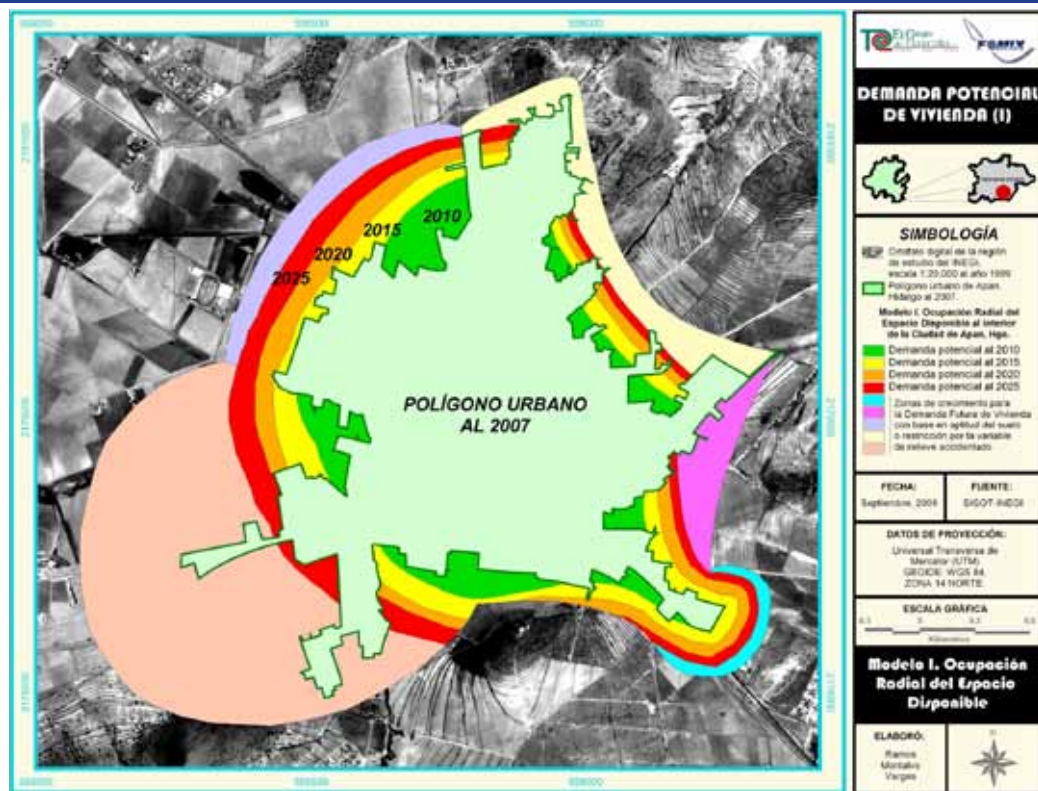


Fuente: elaboración propia con datos del SIGOT.

Previo a la capacitación, se decidió adquirir una imagen de satélite de alta resolución espacial con 60 cm en tamaño de píxel, con la finalidad de despertar todavía mayor interés durante las sesiones, y la primera labor realizada durante curso/taller fue la digitalización del polígono urbano de la ciudad (ver Figura 4), situación que resultó la base para el desarrollo de posteriores análisis de vivienda, servicios, equipamiento y distribución de elementos territoriales de índole urbana. Durante la capacitación se afinaron algunos aspectos sobre la estructura de los datos, lo que facilitó su mejora y completitud. El proceso durante la etapa consistió en la depuración, análisis y selección de los datos recabados con la finalidad de preparar cartografía base que se sugiere esencial para la ordenación del territorio.

El proyecto continuó y los beneficios fueron todavía mayores, porque derivado del curso nacieron propuestas de intervención para otros proyectos municipales simultáneos,

Figura 7. Demanda potencial de vivienda (modelo I)



Fuente: elaboración propia con datos del SIGOT.

como el apoyo al Programa de Desarrollo Urbano, la digitalización catastral o la atención del problema de inundaciones en la ciudad de Apan. Aunque el primero estuvo a cargo de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH), los otros dos trabajos fueron derivados de esta propuesta; en el caso de la digitalización catastral, ésta se realizó mayoritariamente en las cabeceras municipales de Almoloya y Apan (ver Figura 5) con base en la imagen de satélite de alta resolución *quickbird* y trabajos de validación con GPS en algunos casos, y digitalización manual de planos simples en otros.

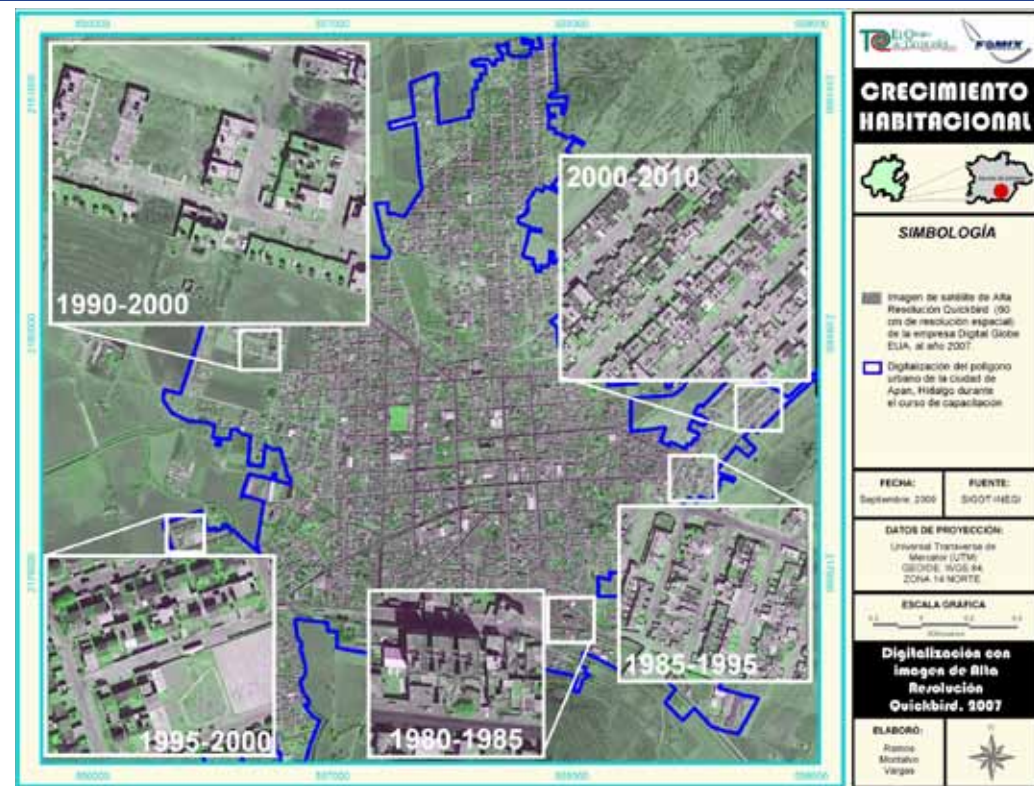
El programa contra las inundaciones nació por una preocupación del personal de la Dirección de Obras Públicas de Apan durante la capacitación, quienes entendieron la utilidad de los datos geoespaciales y la posibilidad de atender la problemática previendo el origen de los escurrimientos, la determinación de zonas de evacuación, desazolve, restauración y mejora de barrancas y diques (ver Figura 6).

Por tanto, en esta segunda etapa se consolida la importancia del SIGOT, particularmente de los datos espaciales en su estructura geográfica *raster*, resultando benéfico tanto para el gobierno municipal de Apan como el de Almoloya. En el caso del primero, para detonar dos proyectos parciales; el segundo, con el inicio de uno de los proyectos más ambiciosos de un gobierno municipal: la gestión catastral.

Tercera etapa: Puesta en marcha y resultados

Al menos dos gobiernos municipales ya habían tenido resultados con el SIGOT; sin embargo, su puesta en marcha a través del mecanismo de transferencia tecnológica de los datos, *software* y recursos didácticos para su funcionamiento, tendría todavía un beneficiario más con resultados concretos: el gobierno municipal de Emiliano Zapata.

Figura 8. Crecimiento habitacional en la ciudad de Apan, Hidalgo



Fuente: elaboración propia con datos del SIGOT.

Actualmente (abril de 2010), está vigente el impacto del proyecto con la iniciativa de la Dirección de Planeación del municipio de Emiliano Zapata por la actualización catastral, ya que derivado de la transferencia tecnológica final efectuada hacia el primer semestre de 2009, la Lic. Yanira Almeraya, directora de Planeación, se encuentra en la fase final de la actualización catastral con el ingreso de atributos asociados (datos de tarjeta predial) al sistema, lo que demuestra la visión vanguardista de sus autoridades.

Por lo que respecta a la direccionalidad del proyecto con fines de ordenación del territorio, se clasificó la información para esa labor y se realizaron ejercicios para la determinación de zonas de demanda potencial de vivienda, bajo esquemas ideales de crecimiento radial, dispersión por islas o caseríos y bajo criterios de evaluación por uso actual, potencial o considerando restricciones legales por tipo de tenencia de la tierra (ver Figura 7).

En resumen, el proceso final de transferencia tecnológica consistió en el vaciado completo del SIG con la IDE¹³ a una estación de trabajo del área asignada por la autoridad municipal, al tiempo que se impartía un breve taller de inducción a su manejo. Los gobiernos que tuvieron beneficios inmediatos de respuesta a la transferencia fueron: Apan, Almoloya y Emiliano Zapata. En el caso de Apan, incluso después de concluido el proyecto, llegó a definirse una tipología de vivienda por años en que se presentaron los primeros asentamientos de vivienda de interés social o INFONAVIT¹⁴ (ver Figura 8). Sin embargo, en el caso de Tepeapulco y Tlanalapa, aunque se mostró interés al momento de la transferencia, no lograron aprovechar los datos espaciales a cabalidad, pero les quedó claro que existen alternativas de solución para hacer mejor su trabajo.

Productos entregados

1. Una base de datos geográfica digital con 300 capas de datos vectoriales y *raster*. La meta se superó tras concentrar 571.
2. Una base de datos estadística con 3 mil variables en formato de archivo .MDB. Se superó la meta al lograr 12,778.
3. Un documento donde se analiza el crecimiento urbano. Meta alcanzada.
4. Tres ponencias de divulgación. Se lograron 4 intervenciones (dos de corte internacional y dos nacionales).

¹³ En cuatro de los cinco municipios, la computadora asignada para la transferencia de SIGOT no tenía la memoria en disco duro suficiente para contener todos los archivos y carpetas, por lo que se optó por omitir grandes estructuras matriciales de datos *raster*.

¹⁴ Instituto del Fondo Nacional de Vivienda para los Trabajadores (INFONAVIT).

5. Depuración de bases de datos geográficas y estadísticas. Depuración exitosa con superposición de capas en distintas escalas.
6. Una tesis de licenciatura. Meta alcanzada con la titulación de Rocío Sánchez Flores, con examen de grado el 18 de septiembre de 2009.
7. Un curso taller de capacitación. Se logró un curso taller con un grupo de 11 capacitados.
8. Un libro publicado. Meta alcanzada con la obra titulada *El uso de la tecnología geoespacial. Un caso de aplicación*, que consta de 286 páginas.
9. Tres artículos de divulgación. 5 documentos logrados.
10. Un compendio cartográfico. Conclusión del compendio con 50 mapas y espacio-mapas.
11. Una transferencia tecnológica de datos, *software* y videos procedimentales del proyecto. Se hizo la transferencia a los cinco municipios de la región.
12. Un inventario georreferenciado de comercios, servicios, industria y centros turísticos. Se realizaron dos: uno en Almoloya y, otro, en Apan.
13. Estudio prospectivo de oferta-demanda de vivienda, uso de suelo y crecimiento físico de la ciudad de Apan, Hidalgo. Determinación de tres modelos de prospección.
14. Un sitio web para divulgar la información producida. Meta alcanzada al enlazar el sitio a la página electrónica del municipio de Apan.
15. Un reglamento de ordenamiento territorial municipal. Documento realizado con 37 páginas.

► Conclusiones y/o beneficios obtenidos

Una sociedad mejor informada, preparada y con visión de largo plazo facilitará los procesos graduales de gestión y planificación territorial. Para recorrer este camino en México, es necesario reconocer la debilidad en el avance científico asociado a la apropiación tecnológica, ya que si una carrera espacial no podemos desarrollarla como lo hace la NASA o la ESA¹⁵ en EUA o Europa, respectivamente, debe al menos procurarse no divorciar la ingeniería social de la ingeniería informática, porque de lo contrario, si hay carencias en desarrollo geoespacial que se corresponde con la ingeniería informática, más desastroso será perder la posibilidad de no construir y reconstruir socialmente los fenómenos sociales como el OT. Ésa es tarea pendiente y estos proyectos reorientan los esfuerzos y coadyuvan al proceso.

Los SIG siempre han sido las tradicionales herramientas para la planificación y gestión territorial y, por ende, del OT en México; no obstante, se comprobó que resulta más

¹⁵ NASA es la *National Aeronautics and Space Administration* y la ESA es la Agencia Espacial Europea.

atractivo para los usuarios trabajar conjuntamente SIG, teledetección y GPS, que sólo con una herramienta. Por tanto, es necesario revalorar y repensar las metodologías¹⁶ para el OT en México, ya que instituciones como el INE, INEGI, CONAPO o SEDESOL son promotoras de esta importante labor, pero también debe haber cabida no sólo a OT estatales o municipales, sino de corte regional. Y, finalmente, es necesario tener en consideración factores inherentes a la naturaleza de las regiones y sus condiciones específicas, porque no considerarlas pondría en riesgo el éxito de los esfuerzos de investigación.

Es urgente que haya mayor difusión y liberalización de la información geográfica y estadística por parte de instituciones oficiales que generan los datos espaciales, para que más municipios tengan acceso, y con proyectos de capacitación y talleres prácticos para los funcionarios municipales, se puedan crear bases sólidas con grandes infraestructuras de datos espaciales (IDE) para facilitar soluciones territoriales a múltiples problemáticas que deben atender los gobiernos, quienes normalmente actúan al margen de información confiable, precisa y detallada.

La pertinencia de este tipo de proyectos revolucionará la forma de abordaje científico/tecnológico, porque hoy más de una persona entiende que los avances importantes en materia de tecnología geoespacial están llegando tarde a México. Unos motivos son de orden institucional no imputables al investigador y, otros, son atribuibles a la falta de espacios para difundir, promover, exponer y divulgar el enorme rezago en México, y reclamar en consecuencia la posibilidad de diluir esas barreras de la información y del acceso a los datos. Una sociedad donde la información esté liberada y sea gratuita, será una sociedad más desarrollada, y la difusión de los resultados de investigación en ese tipo de espacios de reflexión, análisis y opinión es absolutamente tan necesaria como obligatoria en la consolidación de un México mejor informado.

¹⁶ Toda metodología es perfectible, y emplear únicamente SIG para el OT, es algo muy limitado, ya que bien puede sumarse la teledetección, GPS, fotogrametría, telemetría, geoestadística, CAD, AM/FM; entre otras muchas herramientas. Por tanto, no es la única metodología de abordaje, si bien los SIG han tenido mayor difusión, no son los únicos, por dos falsas creencias; la primera, es considerar que no hay recursos (datos, software gratuito y especialistas); y segundo, que usar imágenes de satélite con propiedades sorprendentes, sólo es posible para usuarios de países desarrollados. Ambas ideas, limitan el avance y en mucho está alimentado por la política nacional del INEGI, quien tras vender los datos, impide la socialización de la información, su gratuidad y el avance geotecnológico; pero también, porque empresas privadas en México venden a precios exorbitantes los cursos de capacitación, los datos, el software, el GPS e incluso los manuales, lo que etiqueta los proyectos de naturaleza geoespacial como muy caros, misma inercia que impide hayan más especialistas que multipliquen su experiencia y compartan en esta sociedad de la información todo conocimiento útil para el desarrollo nacional.

Finalmente, algunas consideraciones benéficas del proyecto fueron las siguientes:

- a. Si el proyecto hubiera sido desarrollado por una empresa privada, el costo superaría cuatro veces lo financiado.
- b. Se produjo el primer libro en México sobre tecnología geoespacial, lo que beneficiará a la comunidad científica e iniciadores en el uso de la TG, que buscan capacitarse a través de empresas privadas con cursos cortos a precios muy elevados.
- c. En la medida que los gobiernos asuman con responsabilidad el proyecto y exploren los datos transferidos, tomarán mejores decisiones e impactarán positivamente a la sociedad.
- d. Se despertó el interés entre los funcionarios no sólo de Apan, sino además en Almoloya y Emiliano Zapata, quienes actuaron en consecuencia, mientras que en Tlaxcala y Tepeapulco hubo la intención y apertura de funcionarios operativos (catastro, obras públicas y servicios públicos), pero faltó mayor respaldo de los titulares.
- e. La información generada puede servir no sólo para el OT, sino para otras tantas áreas del gobierno municipal (obras públicas, servicios públicos, catastro, planeación, seguridad, protección civil, tránsito y vialidad, entre otras); por tanto, queda en manos de los propios gobiernos sentar las bases para la modernización administrativa y tecnológica en beneficio de las sociedades que sirven y representan.

Bibliografía citada

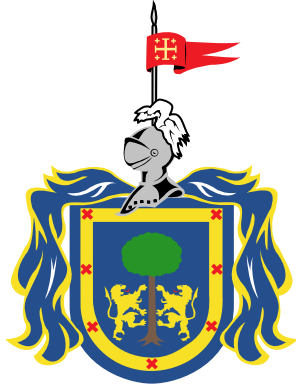
Gómez Orea, Domingo (2002). *Ordenación territorial*, Coedición: Ediciones Mundi-Prensa y Editorial Agrícola Española, SA, Madrid, España.

IGAC (2006). *Revista Análisis Geográficos*, Número 32, Bogotá Colombia, ISSN. 0120-8551.

Montalvo Vargas, Ramos (2009). *El uso de la tecnología geoespacial. Un caso de aplicación*, FOMIX-CONACyT-Gobierno del Estado de Hidalgo, El Colegio de Tlaxcala AC, México.

Pujadas, R. y Font, J. (1998). *Ordenación y planificación territorial*, Editorial Síntesis, Colección Espacios y Sociedades, núm. 8, Madrid, España.





JALISCO

TRÁILER INTINERANTE DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA¹

Roberto Ang Venegas,² Miguel Gil Guzmán y Magnolia Ang Mon Gen Yip

► Introducción

La empresa Grupo Industrial para el Desarrollo Educacional, SA de CV (GIDE), diseñó mediante este proyecto tres tráileres itinerantes de Ciencia, Tecnología e Innovación para el estado de Jalisco. Cada tráiler está compuesto de un remolque de 8 metros de largo, más 2.79 metros de cabina por 2.40 metros de ancho aproximadamente. El remolque tiene sistema doble eje con ocho llantas, conexión para unidad motriz de tracción al frente del remolque tipo quinta rueda a través de una camioneta Ford F450 con adaptación para jalar el remolque. El remolque en la parte trasera cuenta con una puerta tipo rampa para acceso general y de minusválidos. Las paredes laterales y el piso son operados con un sistema hidráulico, una de las paredes abatibles es parte del techo, las paredes principales son parte del piso del remolque y se despliegan, quedando así integrada un área de piso de 75 metros cuadrados. En la parte central del remolque se cuenta con dos anaqueles para el guardado de los equipos, experimentos y materiales pedagógicos.

¹ Proyecto FOMIX: 2008-07-97510

Monto aprobado y total: \$9,900,000.0

² Del Grupo Industrial para el Desarrollo Educacional, SA de CV (GIDE), de México, DF.



El Tráiler de Ciencia, Tecnología e Innovación es un aula interactiva, didáctica y recreativa donde miles de niños y jóvenes jaliscienses, así como el público en general, tienen la oportunidad de investigar fenómenos de las ciencias físicas y de la vida, experimentar y ensayar con tecnologías de la comunicación y, sobre todo, aprender en un ambiente divertido.

En su interior el Tráiler da acceso a cuatro áreas básicas:

Área de equipos interactivos. Se tienen disponibles 114 módulos educativos cargados de experimentos didáctico-interactivos. Cada tráiler cuenta con experimentos de óptica, láser, celdas solares, mecánica, electricidad, geografía, termología, electrónica, biología vegetal, biología animal, biología humana, laboratorio, astronomía, destreza y habilidades, robótica, química, matemáticas, ecología, microscopios de laboratorio, así como también incluye libros de ciencias básicas y enciclopedias.

Área de cómputo. Mediante el área de cómputo se apoya a expandir la aventura y a ampliar los conocimientos. Se cuenta con computadoras, programas educativos e Internet.

Área audiovisual. Se cuenta con sofisticadas pantallas de plasma, equipo de videoconferencia y una sala de proyección, donde se da a conocer la ciencia, la tecnología y la innovación.

Área de exposiciones científicas itinerantes. Se presentan gráficos con imágenes en tercera dimensión, información sobre el vocacionamiento de cada una de las regiones del estado y temas de interés científico, tecnológico y de innovación.

Las regiones atendidas mediante estos tres tráileres son la Región Costa Sur, Región Sierra de Amula y Región Norte, operando un tráiler en cada región. En la Región Costa Sur el tráiler inició sus actividades en Autlán de Navarro el 23 de febrero de 2009, el de la Región Sierra de Amula empezó en El Grullo el 26 de octubre de 2009 y el de la Región Norte inició en Colotlán el 9 de noviembre de 2009. Actualmente, los tráileres aún se encuentran en servicio en dichos municipios con un avance importante en los indicadores de resultados que se presentan más adelante. En su momento, los tráileres fueron entregados a los municipios de cada región en eventos encabezados por el Gobernador del estado de Jalisco, el Lic. Emilio González Márquez.

► Demanda específica que atiende el proyecto a nivel estatal o municipal

Existe un profesional como encargado de cada Tráiler en su respectiva región. El encargado del Tráiler está adscrito al COECYTJAL y es el responsable de planear las visitas de las escuelas, explicar los experimentos y desarrollar talleres, elaborar los informes

de indicadores de resultados y demás actividades. En cada municipio se trabaja en vinculación y con el apoyo de los H. Ayuntamientos y con la Delegación Regional de la Secretaría de Educación (DRSE). El proyecto tiene cobertura estatal, ya que se están operando los tráileres en tres regiones del estado de Jalisco: Costa Sur, Sierra de Amula y Norte. La cobertura específica es principalmente para alumnos y maestros de educación básica: preescolar, primaria y secundaria, así como padres de familia. En eventos científicos se atienden también los niveles de educación media superior y superior.

En la Región Costa Sur se incluyen seis municipios: Autlán de la Grana, Casimiro Castillo, La Villa Purificación, Cuautitlán de García Barragán, La Huerta y Cihuatlán.

En la Región Sierra de Amula se encuentran los municipios: El Grullo, El Limón, Tonaya, Ejutla, Tuxcacuesco, Unión de Tula, Juchitlán, Tenamaxtlán, Chiquilistlán, Atengo y Tecolotlán.

Por su parte, en la Región Norte se incluyen los municipios: Colotlán, Santa María de los Ángeles, Huejúcar, Totatiche, Villa Guerrero, Chimaltitán, San Martín de Bolaños, Bolaños, Mesquitic y Huejuquilla El Alto.

Figura 1. Presentación del Tráiler en las regiones



► Objetivo general

Llevar la ciencia, tecnología e innovación directamente hasta la población para despertar la curiosidad e interés científico, tecnológico y de innovación en los alumnos y público en general por las diferentes disciplinas científicas y tecnológicas, estimulando el potencial creativo individual y colectivo.

► Descripción del desarrollo del proyecto (proceso y beneficios)

Durante 2009, en Jalisco se entregaron mediante este proyecto tres tráileres itinerantes de Ciencia, Tecnología e Innovación, los cuales se encuentran en operación. Cada Tráiler está asignado a una región del estado de Jalisco: Costa Sur, Sierra de Amula y Norte (Figuras 1 y 2). La presentación del Tráiler inició en el municipio principal de cada región. Posteriormente, se va dando cobertura a los demás municipios hasta cubrir en su totalidad cada región. Se llevan registros e informes de indicadores de las escuelas atendidas, alumnos, maestros y padres de familia que han asistido a las pláticas del Tráiler.

Cuadro 1. Indicadores de los tráileres itinerantes de Ciencia, Tecnología e Innovación de las regiones Costa Sur, Sierra de Amula y Norte (desde que iniciaron su operación hasta junio de 2010)

No.	Tráiler de la región	Fecha de inicio de operaciones	Indicadores	
			Fecha de inicio hasta diciembre 2009	Enero – Junio 2010
1	Costa Sur (sede principal Autlán de Navarro)	23 febrero 2009	Alumnos: 6,033	5,393
			Maestros: 322	493
			Padres de familia: 1,000	1,760
			Total: 7,355	7,646
2	Sierra de Amula (sede principal El Grullo)	26 octubre 2009	Alumnos: 4,244	5,495
			Maestros: 323	419
			Padres de familia: 300	1,470
			Total: 4,867	7,384
3	Norte (Sede principal Colotlán)	9 de noviembre 2009	Alumnos: 2,412	5,215
			Maestros: 196	565
			Padres de familia: 341	1,220
			Total: 2,949	7,000
Total de personas atendidas			15,171	22,030
Acumulado de personas atendidas a la fecha			37,201	

Los beneficios son que con la asistencia de los alumnos, maestros y padres de familia a las exposiciones de los experimentos científicos en los tráileres de la ciencia se está fomentando el gusto y despertando el interés por la ciencia, la tecnología e innovación en Jalisco. Los indicadores de resultados de personas atendidas en estos tráileres se presentan a continuación en el Cuadro 1.

► Productos entregados

Remolque desplegable convertible en aulas laboratorio de difusión y divulgación de ciencia y tecnología, con dispositivos que permitan su fácil instalación y transportación por el estado de Jalisco. El remolque cuenta con doble eje con ocho llantas, conexión para unidad motriz de tracción al frente del remolque tipo quinta rueda con una camioneta Ford F450 con adaptación para jalar el remolque.

Diseño de 114 equipos pedagógicos y dispositivos educativos del Tráiler de Ciencia y con información correspondiente a diversos temas y a la utilización de materiales para hacer prácticas escolares, así como manuales de operación.

Figura 2. Exposiciones de experimentos en los tráileres



Conclusiones y/o beneficios obtenidos

Los tráileres itinerantes de Ciencia, Tecnología e Innovación de las regiones Costa Sur, Sierra de Amula y Norte han fortalecido la educación en los alumnos de las escuelas a las que se les ha brindado el servicio. Esto considerando que muchas escuelas de esas regiones no cuentan con el equipo y material suficiente para las demostraciones prácticas de lo que los maestros explican en sus clases.

Se ha ampliado la cultura científica y tecnológica de los habitantes del estado de Jalisco, se ha apoyado en la impartición de las clases de los maestros en las prácticas de laboratorios y talleres. Se ha obtenido más amplitud de conocimiento a la población estudiantil de nivel básico, al adquirir la enseñanza en forma interactiva con las prácticas experimentales que se desarrollan en los tráileres de la ciencia. Asimismo, el espacio se presta para la unión de los padres de familia al integrarse en las visitas y programas familiares en cada tráiler. Se promueve la equidad y la calidad que se está requiriendo en el nivel educativo a nivel nacional, llegando estas enseñanzas hasta regiones rurales y marginadas. La imagen institucional del estado de Jalisco tiene reconocimiento por su población y tiene relevancia a nivel nacional por ser un proyecto novedoso.

Se ha cubierto y se sigue atendiendo a los alumnos y maestros de educación básica de las regiones Costa Sur, Sierra de Amula y Norte, incluyendo municipios y localidades alejados de los grandes centros de población, incluso áreas marginadas, mediante visitas de cada tráiler a los municipios de dichas regiones a las que se les da el servicio. La capacidad de cada tráiler es de un grupo de 30 personas por un tiempo de entre 40 a 50 minutos por sesión.



PROGRAMA AVANZADO DE DISEÑO DE TECNOLOGÍA DE SEMICONDUCTORES (PADTS)¹

Dr. José de Jesús Vázquez Díaz,² Dr. Bernardino Castillo Toledo, Dr. José Luis Leyva Montiel e Ing. Rafael Antonio Martínez Ponce

► Introducción

Antecedentes

Los antecedentes del Programa Avanzado de Diseño de Tecnología de Semiconductores (PADTS) están basados en los estudios de mercado y de dirección estratégica de las nuevas oportunidades económicas de Jalisco, desarrollados por el COECYTJAL.

La nueva economía de acuerdo con dicho estudio, se basa fundamentalmente en la orientación hacia la Industria de “alta tecnología”:

1. *Software*
2. Diseño (microelectrónica, automatización, productos electrónicos y procesos)
3. Ensamble de alta tecnología

¹ Proyecto FOMIX: JAL-2005-C01-01

Monto aprobado y total: \$1,212,740.00

² Del CINVESTAV, Unidad Guadalajara.

Planteamientos del problema específico a resolver

La convergencia de oportunidades de mercado en el diseño de tecnología de semiconductores, la cercanía de universidades y la experiencia en la industria electrónica que se ha desarrollado en la región, brindan una oportunidad muy clara e interesante en el desarrollo de la industria de alto valor agregado en la región de Jalisco.

PADTS se enfoca en crear las condiciones mínimas sustentables para el desarrollo de la industria del diseño de microelectrónica, el diseño de productos electrónicos y el diseño de sistemas embebidos.

El proyecto PADTS inició en septiembre de 2002.

► Demanda específica que atiende el proyecto a nivel estatal o municipal

En el año 2002, la situación de la industria de diseño electrónico en Jalisco estaba limitada por la falta de ingenieros con las habilidades necesarias para participar exitosamente en los proyectos que se podrían atraer a la región; también había la sensación por parte de muchos jóvenes ingenieros de que no había puestos de trabajo de alto valor agregado en la región y buscaban más bien opciones en otros lugares, principalmente en la Unión Americana.

El reto consistía en romper este círculo vicioso y darle confianza, tanto a la industria con la generación de profesionales de diseño, como a los ingenieros con buena oferta de puestos de trabajo.

Tabla 1

Características	2002	2004	2005	2008	2011	2014
Tech node (nm)	130	90	90	60	40	30
Wafer dia	300	300	300	300	400	450
DRAM 1/2 pitch (nm)	115	105	100	70	50	35
MPU (106 transistores)	92.5/244	135/345	190/372	539/1400	1500/3900	4300/11000

Fuente: ITRS Roadmap 2001

ITRS: International Technology Roadmap Semiconductors. Actualmente se están llevando a cabo los estudios para la actualización del Roadmap 2002. Las presiones económicas van en aumento día con día. Se nota a nivel mundial el desarrollo de centros de formación de diseñadores de circuitos integrados en países menos desarrollados económicamente para presionar a la baja los costos de diseño sin menoscabo de la calidad.

► Objetivos generales

El objetivo general del proyecto PADTS es el de impulsar el desarrollo de la industria electrónica y de *software* embebido de la región, a través de la formación de 500 diseñadores en la tecnología de semiconductores en 5 años.

Estos profesionales deben ser de calidad mundial y con experiencia profesional en sistemas complejos con SW embebido (Firmware) y circuitos integrados (ASICs y SoCs, i.e. Application Specific Integrated Circuits, Sistem on Chip).

Basados en las necesidades de mercado, el programa contempla la formación de los siguientes perfiles de diseñadores:

1. Diseñadores lógicos de circuitos integrados digitales
2. Diseñadores de *software* embebido en circuitos integrados
3. Diseñadores de Tarjetas de Circuitos Impresos (PCB's)
4. Diseñadores de Sistemas Electrónicos Analógicos
5. Diseñadores de sistemas complejos de electrónica
6. Diseñadores físicos de circuitos digitales
7. Diseñadores de verificación de diseño y prueba de circuitos digitales

Factibilidad tecnológica y económica

Factibilidad tecnológica:

Para garantizar la factibilidad de ejecución y éxito del programa, PADTS se está implantando como el centro de educación profesional en el CTS³. De esta manera, se apalanca el programa en la experiencia técnica y en el “saber hacer” del negocio mismo del CTS, y en la solvencia de ser parte de una institución tan prestigiada en la formación de gente de educación superior como lo es el CINVESTAV.

Factibilidad económica:

El crecimiento de la demanda de más poder de cómputo y de la transformación de la tecnología de comunicación en los grandes corporativos, así como la gran demanda que se prevé en el mercado de consumo y automotriz, son factores de impulso del crecimiento de este mercado.

³ CTS [1985]. El Centro de Diseño de Tecnología de Semiconductores es la organización de más experiencia en diseño de la región.

De acuerdo con la ley de Moore, para los próximos 5-10 años los dispositivos electrónicos doblarán su capacidad de cómputo y reducirán considerablemente sus costos por la convergencia de nuevas y más eficientes arquitecturas, nuevos materiales y el continuo incremento de escala de integración como se muestra en la Tabla 1.

De acuerdo con los especialistas del ITRS, *las presiones a la alza del costo de diseño, son el obstáculo principal a vencer para los siguientes 15 años.*

Podemos ejemplificar la aseveración anterior con experiencias de la industria, de la siguiente manera:

- El NRE (Non Recursive Engineering) de diseño normalmente se acerca a decenas de millones de dólares, siendo la escasez de diseñadores lo que presiona más a la alza el costo del mismo.
- La diferenciación de ganancia depende del tiempo de introducción al mercado en forma general. Para los circuitos de semiconductores es especialmente crítico.
- Los ciclos de manufactura están medidos en semanas, con muy poca incertidumbre, mientras los ciclos de diseño (incluyendo la verificación) están medidos en meses o en años con mucha incertidumbre.

► Descripción del desarrollo del proyecto (proceso y beneficios)

Para cada generación del programa PADTS se requiere la realización de las siguientes actividades:

1. Establecimiento de requerimientos específicos de habilidades a desarrollar con la participación de la industria
2. Aseguramiento de los recursos para la realización del programa
3. Compromiso de los entrenadores
4. Convocatoria: anuncios en los medios, visitas universidades, correos
5. Evaluación de candidatos: matemáticas, diseño digital, programación, informática e inglés
6. Selección de 30 becarios
7. Entrenamiento de 30 diseñadores
8. Evaluaciones
9. Currícula y canalización a la industria
10. Evaluación final del proyecto

Lema del programa PADTS: "Training for Hi-Tech JOBS in GDL"

Perfil de los *Trainees*

Descripción del perfil de los alumnos:

- Licenciatura terminada
- Licenciatura en electrónica
- Ingeniería en ciencias computacionales (con conocimientos de electrónica)
- Matemáticas y física con especialidad en electrónica
- Dominio del inglés (50%)
- Disponibilidad de tiempo completo

Perfil de los entrenadores

Descripción de instructores:

- Experiencia comprobable en su área de especialización
- Disponibilidad de tiempo parcial
- Experiencia en proyectos (definición, planeación, costeo, manejo de riesgos, seguimiento documentación y comunicación de proyectos)
- Conocer el flujo de diseño (desde la captura de requerimientos, especificación, partición del sistema, etcétera)
- Experiencia en pruebas y calificación de productos
- Promotor en la calidad de diseño e implementación de sistemas y/o productos.

Productos entregados

13 generaciones del programa PADTS y 7 perfiles de profesionales de diseño.

Las primeras 6 generaciones del programa estuvieron enfocadas a Diseño de CPUs, con la colaboración de INTEL GDC; la 7ª generación, a Diseño de PCBs, con la colaboración de SOLECTRON; la 8ª, a Diseño Electrónico Analógico, con la colaboración de SIEMENS VDO; las generaciones 9 y 10 nuevamente diseño de CPUs; las generaciones 11 y 12 en diseño y desarrollo de aplicaciones automotrices con telefonía celular, con la colaboración de la empresa Continental (antes Siemens VDO); la última generación (13) ha sido enfocada a diseño físico de CI, con la colaboración de INTEL GDC.

Historias de éxito

Tras 7 años de desarrollo del proyecto PADTS, enumeramos los aspectos más destacados:

1. 373 ingenieros entrenados en 13 generaciones.
2. Generación de 7 perfiles de profesionales de diseño: diseño lógico de CI (Circuitos Integrados), diseño físico de CI, diseño de PCBs, diseño electrónico analógico,

- diseño de aplicaciones para telefonía celular, diseño de aplicaciones de RF (Radio Frecuencia), diseño y desarrollo de SW Embebido.
3. Creación del laboratorio de entrenamiento PADTS con capacidad para 30 participantes.
 4. Creación de un laboratorio del SW Embebido para la industria automotriz.
 5. Alta demanda en compañías de electrónica y desarrollo de SW.
 6. Hemos tenido la participación de 51 mujeres en el programa.
 7. Actualmente estamos promoviendo la 14ª generación del programa.
 8. 10 ingenieros fueron contratados por el consorcio STMicroelectronics y entrenados en la especialidad de Diseño Físico de ASICs.
 9. Creación de una microempresa de base tecnológica por dos egresados del programa.
 10. Varios egresados del programa están trabajando en la creación de empresas propia de base tecnológica.
 11. El programa PADTS ha adquirido el reconocimiento de la industria de diseño electrónico y *software* embebido de la región a través de menciones específicas y solicitud de candidatos.
 12. Otras empresas como SASKEN y DEXTRA en Monterrey han contratado varios egresados del programa y se han acercado a nosotros para buscar mayor colaboración.

Puestos de trabajo de egresados

Después del entrenamiento, los egresados del programa han tenido puestos de trabajo en las siguientes empresas:

Empresas	Diseñadores
INTEL	59
Continental	51
IBM	26
CTS	13
Sanmina SCI	13
Solectron	11
ST Microelectronics	10
Global Vantage	9
HP	8
Digital Project	8
Flextronics	7
Freescale	6

Empresas	Otros
ITSZ	6 (docentes del IT Superior de Zapopan)
Maestría	5 (egresados del programa, 2 en Europa, 3 en MX)
SASKEN	3 (en MTY)
Pequeñas empresas	39 (pequeñas empresas de diseño)

► Conclusiones y/o beneficios obtenidos

El programa PADTS ha sido un factor muy importante en el desarrollo y consolidación de la industria de diseño electrónico y SW Embebido de la región, la que ha experimentado un alto crecimiento en los últimos años.

En la actualidad, esta industria se encuentra en expansión con creciente demanda de profesionales.

Específicamente, hay alta demanda de profesionales por parte de empresas como: Intel GDC, Continental, Freescale, Oracle, IBM, industria aeroespacial, lo que indica la necesidad de reforzar y diversificar el programa PADTS.

Es también importante mencionar la escasez de ingenieros en computación y electrónica, lo que nos obliga a buscar y atraer candidatos al programa en todo el país.



PARQUE DE ARTES DIGITALES Y MULTIMEDIA DE OCCIDENTE¹

Rafael Cantón Romero,² Margarita Solís Hernández, Benjamín Santana y Gabriela Rodríguez Muñoz

► Introducción

El gobernador constitucional del estado de Jalisco, en cumplimiento con lo ordenado en el Artículo 12 de la Ley de Presupuesto, Contabilidad y Gasto Público del estado de Jalisco, y tomando en cuenta que la promoción y el desarrollo de las tecnologías de la información son herramientas adecuadas en la búsqueda del desarrollo equilibrado y sustentable de la economía jalisciense, autorizó por medio de la Secretaría de Finanzas la participación del gobierno del estado de Jalisco en la Asociación Civil que se conforma como Instituto Jalisciense de Tecnologías de la Información, llevada a cabo en mayo de 2002.

Su Consejo Directivo está formado por:

- Secretaría de Promoción Económica
- COECYTJAL
- CANIETI
- Instituto Jalisciense de la Calidad
- Universidad de Guadalajara

¹ Proyecto FOMIX: 2008-01-92375

Monto aprobado: \$25,800,000.00

Aportaciones concurrentes: \$30,000,000.00

Monto total: \$55,800,000.00

² Del Instituto Jalisciense de Tecnologías de la Información, AC (IJALTI)

El Instituto Jalisciense de Tecnologías de la Información, AC tiene por objeto:

1. Fomentar e impulsar de manera equitativa en todos los sectores de la sociedad, el desarrollo y aprovechamiento de las tecnologías de la información, tales como Pruebas de SW, SW Educativo, Administración de Bases de Datos, SW Interno de componentes (o *Embedded*), SW vertical para Sectores Económicos y sus diferentes aplicaciones incluyendo el uso de Internet y tecnologías inalámbricas, entre otros.
2. Brindar toda clase de asesoría y capacitación a organizaciones y personas dedicadas a tecnologías de información.
3. Fomentar y apoyar la formación de profesionales competitivos en tecnología de información.
4. Colaborar en la integración y consolidación de la industria de TI en Jalisco.
5. Colaborar en la creación, impulso y consolidación de empresas de TI en la región.
6. Promover la investigación para el desarrollo de innovaciones en las empresas de TI.
7. Apoyar a personas y organizaciones para que puedan crear, transformar y transferir tecnología de productos y servicios relacionados con TI.
8. Gestionar y fortalecer la vinculación entre los sectores público, social y privado en materia de tecnologías de información.
9. Promover la protección de la propiedad intelectual en las empresas de TI.
10. Formar alianzas y colaboraciones con empresas públicas y privadas, así como con instituciones académicas y de investigación, con el objeto de promover el Desarrollo de la competitividad en el sector de TI del país.
11. Otorgar certificación de las empresas desarrolladoras de *software*, en cuanto a la calidad de productos y procesos de las empresas de TI.
12. Diseñar e implementar programas de capacitación en temáticas afines a TI para las empresas del mercado meta.
13. Fomentar la creación de nuevos empleos en el área de TI, de manera descentralizada.
14. Tener asociados u ofrecer membresías.
15. Realización de divulgación científica/tecnológica para recaudar fondos para la realización de proyectos.

La misión del IJALTI es:

Fomentar e impulsar de manera equitativa, en los sectores productivos de la sociedad, el desarrollo y aprovechamiento de las tecnologías de la información y sus aplicaciones en Internet, procurando la productividad, el crecimiento y la mejora continua de dichos sectores, por medio de la investigación, desarrollo y asimilación tecnológica, la capacitación y la asistencia técnica.

Para llevar a cabo la misión, las actividades del Instituto se clasifican en tres áreas de efectividad:

I. Articulación productiva: se encarga del desarrollo de los proyectos de infraestructura especializada (parques de *software* y multimedia); promueve las interrelaciones de negocios de las empresas miembro, y su participación en foros y ferias. Es un fuerte apoyo en la atracción de inversión de empresas de TI al estado de Jalisco, y principalmente hacia los parques.

II. Liderazgo sustentable: genera estrategias y proyectos para elevar el nivel tecnológico de las empresas de TI y de su protección intelectual; aquí se encuentran las redes de innovación.

III. Servicios especializados:

- Inteligencia estratégica para TI
- Servicio de asesoría para planeación estratégica de tecnología
- Servicio de soporte para la protección de la propiedad intelectual
- Capacitación para el desarrollo de competencias clave del sector

La industria de tecnologías de la información y comunicaciones (TIC) en Jalisco ofrece un entorno de colaboración totalmente integrado que surge sobre la reconversión industrial del sector de electrónica y tras la definición de determinados nichos de especialización de alta tecnología, como apoyo a diferentes estrategias de crecimiento económico y social de la entidad.

Bajo esta dinámica, Jalisco ofrece un ecosistema local, con vocación global que involucra a proveedores, usuarios intermedios y usuarios finales, la academia y el gobierno en la regulación y políticas promotoras de la industria, sentando las bases para su crecimiento local y externo.

El estado cuenta con uno de los acervos de capital humano más importantes del país, con altos niveles de calidad y especialización, además de tener infraestructura de operación común en crecimiento, que incluye universidades, incubadoras, aceleradoras, integradoras y parques tecnológicos especializados, que fomentan la integración productiva y el desarrollo de nuevas capacidades y tecnologías.

La industria local de TI y multimedia de Jalisco se ha caracterizado por la operación de pequeñas y medianas empresas dedicadas al desarrollo de *software* y de aplicaciones, a la consultoría, la capacitación y la certificación relacionada a la industria de TI, así como a la animación, a la multimedia y a la producción de videojuegos.

En crecimiento, tras el inicio de la reconversión de la industria de electrónica, más empresas se han integrado al mercado, especializadas en el desarrollo de *software* embebido; mientras que grandes empresas de la electrónica se sumaron a la provisión

de soluciones tecnológicas basadas en *firmware*, *middleware*, *software* de sistemas y desarrollo y mantenimiento de aplicaciones.

En la actualidad, tras la definición de la industria como un sector estratégico, han sido definidas líneas de especialización y se han llevado a cabo acciones para atraer y crear nuevas empresas en la industria y para consolidar a las ya existentes.

Aprovechando su mente de obra altamente calificada y una desarrollada infraestructura, el estado de Jalisco se ha inmerso en un proceso que genera las condiciones necesarias para el fortalecimiento de sus industrias de alta tecnología.

Demanda específica que atiende el proyecto a nivel estatal o municipal

Propuesta diferenciadora de valor: el Parque de Artes Digitales será establecido en un entorno maduro de alta tecnología, configurando un ecosistema productivo con proyección internacional, con alto impacto regional, realizado por una organización con experiencia, que engloba academia, industria y gobierno, enfocándose en iniciativas estratégicas de infraestructura, talento y ambiente de negocios, con el apoyo del gobierno y sus organizaciones expertas.

Aunque no se cuenta con estadísticas unificadas del mercado global, a continuación se presentan algunos parámetros que pueden dar indicios del comportamiento del mercado de interés. En lo particular, se identifica a Estados Unidos como uno de los principales adquirientes de multimedia y videojuegos, por lo que la siguiente información es relevante:

- a. Mercado de la producción audiovisual en EU
- b. Mercado de los videojuegos en el mundo
- c. Mercado del cine global y en EU (películas exhibidas por país)
- d. Potencial de crecimiento de TI como plataforma de la industria multimedia

De acuerdo con fuentes formales, México tiene un potencial de crecimiento en las industrias de TI y relacionados de 32% anual. Este pronóstico alienta a considerar que la plataforma para el desarrollo de la industria multimedia en el país es sólida y con gran potencial de desarrollo.

Segmentación de mercado global de la industria de multimedia, cine y artes digitales. Una de las posibles segmentaciones de mercado es la diseñada para este proyecto, con base en los productos principales ofertados:

- a) Largometrajes
- b) Cortometrajes
- c) Videoclips
- d) Videojuegos
- e) Series de TV animadas y reales
- f) Efectos especiales y animación

Entre los productos de este mercado, con mayor rentabilidad, posibilidades de desarrollo tecnológico y oportunidades de crecimiento son los videojuegos. Estados Unidos es el principal mercado mundial de videojuegos, concentrando cerca de 40% de las ventas mundiales en *hardware* y juegos. El principal segmento sigue siendo el de juegos para consola (87% del mercado), mientras que las computadoras son cada vez más utilizadas como plataforma de juegos.

Es importante mencionar que hace cinco años las importaciones de videojuegos a EU provenían de China, sin embargo Japón (36%) y México (18%) ocupaban una posición de privilegio. Datos de 2006 (ver Tabla anexa) muestran que la participación de México en este mercado se ha reducido ligeramente en 0.03%.

Tabla de Importaciones de videojuegos en Estados Unidos, por origen

Ranking	País	Valor	Cuota de importación
1	China	\$ 3,643,461.00	94.82%
2	Japón	\$ 137,211.00	3.57%
3	Reino Unido	\$ 26,313.00	0.68%
4	Taiwán	\$ 14,610.00	0.38%
5	Canadá	\$ 9,403.00	0.24%
6	Hong Kong	\$ 7,709.00	0.20%
7	Singapur	\$ 365.00	0.01%
8	Corea del Sur	\$ 1,895.00	0.05%
9	México	\$ 1,303.00	0.03%
10	Australia	\$ 431.00	0.01%
Total Top 10		\$ 3,842,701.00	100%

► Objetivo general

El objetivo fundamental de este proyecto es detonar el desarrollo económico del interior del estado de Jalisco y balancear la infraestructura industrial y productiva con la de la capital.

El objetivo específico del Proyecto es desarrollar el parque de multimedia y medios interactivos, el cual será un lugar que fortalezca e impulse de manera global a la industria de tecnologías de la información de la región, ofreciendo infraestructura de vanguardia a empresas, creando un clúster de TI, contribuyendo a la generación de una industria integrada y competitiva a nivel mundial donde se promueva la innovación y el uso de la tecnología, generando así empleos y oportunidades para las empresas de Jalisco y México.

► Descripción del desarrollo del proyecto (proceso y beneficios)

El desarrollo del proyecto desarrollado por el IJALTI ha permitido la obtención de beneficios palpables como la reducción de riesgos del proyecto, la elevación de los estándares de calidad en la ejecución, materiales y acabados, toda vez que las actividades son concursadas y pueden ser desarrolladas por diversos proveedores ajustándose a los manuales y políticas de calidad previamente establecidos por la dirección de obra. Lo anterior, adicionalmente a los beneficios mencionados, permite la participación de diversas empresas de construcción y materiales, lo que incrementa la oferta de trabajo y la diversificación de los recursos destinados a ese rubro; consecuentemente, la finalidad es cumplir con el objetivo de contar con una obra organizada, segura y apegada a tiempos y presupuestos.

► Productos entregados

Productos entregados	
Logro de objetivos y metas	Porcentaje de avance
Aprobaciones Gubernamentales	100%
Permisos, Licencias y Análisis de Suelos	100%
Aprobación Proyecto y Liberación de Recursos	100%
Programa Obra Civil	100%

Se anexan como soporte las fotografías que avalan el avance en las actividades de este proyecto.

► Conclusiones y/o beneficios obtenidos

El proyecto logró desarrollar y detonar dentro de la industria de las tecnologías de la información el crecimiento en la parte tecnológica para el cluster del estado de Jalisco y el crecimiento de mano de obra calificada en el área de animación bajo el proyecto denominado Batallón 52.

Antecedentes sobre el Batallón 52

El Proyecto Batallón 52 es el resultado de la sinergia entre organismos como la Cámara Nacional de la Industria Electrónica, de Telecomunicaciones y Tecnologías de la información (CANIETI) Sede Occidente y el Instituto Mexicano de Cinematografía (IMCINE), con el apoyo del Gobierno Estatal y Federal, así también del Instituto Jalisciense de Tecnologías de la Información (IJALTI).

Este proyecto da continuidad a otros esfuerzos similares por detonar la industria de medios interactivos, como el Festival de Animación y Videojuegos “Creanimax”, que a lo largo de tres años ha reunido a expertos de nivel internacional para transmitir sus experiencias por medio de seminarios y talleres dirigidos a jóvenes aprendices, fomentando sus capacidades y abriéndoles las puertas de mercados internacionales.

Misión del Batallón 52

Batallón 52 tiene como misión fomentar el desarrollo de la industria de medios interactivos, implementado un programa de capacitación para desarrollar las habilidades





de 150 artistas con estándares de calidad mundial, apoyándose de los mejores instructores nacionales e internacionales, directores con experiencia y trayectoria en la animación, y en instalaciones y equipamiento de primer nivel.

Visión del Batallón 52

Lograr un posicionamiento de calidad internacional en la industria del *software* y medios interactivos mediante la construcción y desarrollo del Parque Multimedia de Chapala, que contaría con equipo especial para el procesamiento multimedia, especializado en contenido digital (animación, películas, cortometrajes, comerciales, desarrollo de videojuegos y efectos visuales).

¿Qué logró el Batallón 52?

Batallón 52 desarrolló una serie de cortometrajes sobre la historia de México que se están proyectando en las salas de cine más importantes del país durante las 52 semanas del año 2010. La organización está respaldada por un equipo *staff* encargado de las actividades administrativas, capacitación, infraestructura y logística para el buen desempeño de las actividades y el logro de los objetivos. Y para la producción de los cortometrajes, se contó con la participación de destacados directores. Finalmente, más de 400 personas

que pasaron a través de este proyecto fueron capacitadas en todos los niveles logrando crear una fuerza laboral calificada tecnológicamente, y de manera adicional se logró detonar la industria de animación, dando como resultado la detonación también de la industria de videojuegos.

En la parte de cine

Uno de los objetivos era la detonación del cine en Jalisco en lo que se refiere a producción, y como resultado inicial podemos comentar que el 4 de octubre de 2010 se terminó de rodar el primer largometraje en el “Chapala Media Park”, donde se contó con la participación de Irán Castillo y el Italiano Lorenzo Balducci. La producción se rodó en diferentes puntos de la ciudad y las dos últimas semanas se rodó en el Parque de Chapala, en cuyo foro se construyó un departamento que sirvió de escenario para la producción. El productor es Antonio Hernández, quien tiene pensado continuar con otros dos largometrajes en Chapala y en Guadalajara.

Anexo los links donde podrán ver en la entrevista de Irán Castillo y se muestran los logos del Chapala Media Park y del IJALTI en la pantalla de respaldo:

http://elporvenir.com.mx/video.asp?nota_id=43577

http://www.elporvenir.com.mx/notas.asp?nota_id=435771

<http://entretenimiento.univision.com/cine/videos/video/2010-10-06/iran-castillo-enamorada-de-31>

<http://www.videowired.com/video/1836004973/>

<http://www.informador.com.mx/entretenimiento/2010/238653/6/concluye-rodaje-de-la-cinta-31-dias.htm>

<http://www.imcine.gob.mx/cumplen-sus-das-en-jaliwood.html>





MICHOACÁN

REVALORACIÓN DEL PATRIMONIO CULTURAL EDIFICADO COMO ELEMENTO DE IDENTIDAD Y DESARROLLO DE LAS COMUNIDADES RURALES¹

Salvador García Espinosa²

► Introducción

Michoacán, como muchas otras entidades de la República Mexicana, muestra una presencia significativa de arquitectura tradicional, producto de la diversidad étnica, cultural y natural de sus regiones. Sin embargo, esta riqueza cultural contrasta con los altos índices de marginación y deterioro en las condiciones de vida de sus habitantes.

Hace poco más de veinte años en México inició una marcada tendencia por potenciar la presencia de la arquitectura tradicional como sustento de la política turística, promocionando la imagen urbana de localidades rurales o el recorrido de circuitos turísticos y todo aquello relacionado con el llamado turismo cultural.

Sin embargo, la realidad edificada muestra un contraste significativo entre la arquitectura tradicional y la presencia, cada vez mayor, de construcciones contemporáneas, producto en buena medida de los impactos económicos y culturales de la migración, cuya intensidad es alta en prácticamente todas las comunidades rurales de Michoacán.

¹ Proyecto FOMIX: UMICH-2003-C01-12479

Monto aprobado y total: \$967,567.00

² De la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.



Se observan dos impactos principales de la dinámica migratoria sobre la arquitectura tradicional: el primero se refiere a que la vivienda se ubica como el principal destino de las remesas a través de su transformación con el propósito de lograr una mejora cualitativa. Y el segundo, a la incorporación de nuevos referentes culturales de identidad, característicos de procesos de alta intensidad migratoria.

► Demanda específica que atiende el proyecto a nivel estatal o municipal

La demanda estatal consistió en la elaboración de un proyecto que generara un mayor conocimiento sobre el patrimonio cultural edificado, particularmente lo referente a la vivienda tradicional, a fin de lograr revertir el proceso de transformación que afecta el potencial turístico de las localidades, así como la construcción de los referentes tradicionales de identidad regional.

► Objetivo general

Aportar un conocimiento detallado sobre los procesos de transformación de la arquitectura tradicional de la entidad en relación con el fenómeno de la migración, y contribuir a revertir el proceso de deterioro por medio del diseño e implementación de talleres que buscarán encauzar el proceso de transformación de la vivienda y, por ende, de la imagen urbana de los poblados históricos michoacanos (Figura 1).

Figura 1. Muestra del proceso de transformación que acontece en las localidades tradicionales de Michoacán. (Foto del autor)



La información generada por la investigación permitió pasar de una generalidad sobre la problemática, expresada en diversos textos del ámbito estatal y nacional, a un conocimiento detallado por regiones sobre el proceso de transformación de la arquitectura habitacional en la entidad.

Se plantearon tres objetivos particulares. El primero consistió en aportar un conocimiento detallado de las características de la arquitectura tradicional de las diferentes regiones que conforman el estado de Michoacán. Su cumplimiento permitió, con base en una prospección por todo el territorio de Michoacán, identificar y difundir tipologías arquitectónicas casi desco-

nocidas, en virtud de que la literatura producida hasta el momento sobre la entidad ha privilegiado a la “troje” como la vivienda tradicional representativa del estado.

Un segundo objetivo específico fue aportar conocimiento detallado sobre las tipologías de transformación de los asentamientos tradicionales y de la arquitectura vernácula en relación con el fenómeno de la migración. De forma inicial se partió del supuesto de que en cada región el proceso de transformación de la vivienda tradicional presentaría particularidades. Sin embargo, si bien de acuerdo con las características materiales de la vivienda se presentan procesos distintos de transformación, se lograron establecer las categorías de análisis del proceso de transformación. Éstas consistieron en transformaciones formales, funcionales, espaciales, además de sub-categorías como la sustitución de un material tradicional por otro contemporáneo, la inserción de materiales y elementos contemporáneos, la ampliación de una vivienda tradicional existente con materiales contemporáneos y hasta la construcción de una nueva vivienda.

El tercer objetivo consistió en coadyuvar a la implementación del Plan Estatal de Desarrollo, de forma específica en las metas tendentes a “Fortalecer la valorización del patrimonio cultural edificado, al revelar las modalidades en las que se ha transformado el patrimonio cultural edificado”, “Lograr la regulación y orientación ambiental para el turismo, al identificar y aquellos aspectos vinculados al patrimonio edificado que resultan prioritarios conservar para impulsar el desarrollo”, “Lograr la participación social en la protección del patrimonio edificado por medio de la realización de talleres de difusión enfocados a reforzar la identidad de los habitantes de las localidades con su entorno edificado”.

► Descripción del desarrollo del proyecto (proceso y beneficios)

El desarrollo del proyecto, cuya duración fue de dos años, puede sintetizarse en las siguientes etapas:

Una primera consistió en una prospección por más de 40 localidades, de un universo total de 120 contempladas en el proyecto, con dos objetivos particulares: aplicar una primera encuesta, tendente a obtener información sobre los motivos y los medios utilizados para transformar la vivienda tradicional y, el segundo, realizar un registro en planos y fotografías sobre las características de la arquitectura tradicional.

Una segunda etapa consistió en la sistematización de la información gráfica, para proponer una regionalización de la arquitectura tradicional en Michoacán. Además, se realizó la aplicación de un segundo cuestionario en el universo de las 120 localidades con la finali-

Figura 2. Taller impartido en la localidad de Cuanajo, Michoacán, con el objetivo de sensibilizar a la población de cada región sobre los valores de la arquitectura tradicional. (Foto del autor)



dad de relacionar los procesos de transformación de la vivienda con la dinámica migratoria.

Durante esta segunda etapa, en conjunto con el Centro de Desarrollo Municipal (CEDEMUN), dependencia del Gobierno Estatal seleccionado como “usuario” del proyecto, se realizaron talleres de difusión de resultados en cada una de las regiones de Michoacán (Figura 2).

La tercera etapa, que fue mayoritariamente de gabinete, se concentró en la elaboración de fichas técnicas sobre los detalles arquitectónicos de cada una de las regiones, así como un material gráfico tendente a explicar y revalorar las soluciones espaciales, materiales y constructivas tradicionales, con la finalidad de orientar su inminente transformación (Figura 3).

Los aspectos más relevantes derivados del proyecto de investigación que se consideran un aporte al conocimiento en el área son:

1. El registro detallado de las características materiales y constructivas de las diferentes tipologías de arquitectura habitacional existentes en la entidad.
2. La identificación de una regionalización de la entidad con base en las características arquitectónicas de la vivienda tradicional o vernácula.
3. La generación de datos cuantitativos confiables y representativos sobre la forma en que inciden las remesas en el proceso de transformación de la arquitectura tradicional.
4. El establecimiento de categorías de análisis que permiten una aproximación más real al proceso de transformación del entorno edificado, hasta antes inexistentes, lo que había provocado que los diferentes niveles de gobierno sólo generaran instrumentos legales como alternativa para enfrentar el problema que representa el deterioro de la imagen tradicional como recurso turístico (Figura 4).

Las contribuciones enunciadas resultan únicas en el ámbito estatal e incluso relevantes en el contexto nacional e internacional. Prueba de esto es que durante el desarrollo de la investigación se presentaron siete ponencias en congresos internacionales, seis en

Figura 3. Muestra del proceso de transformación de la vivienda, derivado de la desvalorización de la arquitectura tradicional en Michoacán. (Foto del autor)



Figura 4. Muestra de las contradicciones que acontecen sobre la arquitectura tradicional, como resultado de nuevas dinámicas socioeconómicas en localidades rurales. (Foto del autor)



nacionales, se publicaron dos artículos en revistas especializadas internacionales, dos más en nacionales, así como cuatro capítulos en libros colectivos con autores nacionales e internacionales.

► Productos entregados

De forma general los productos que se establecieron como metas al inicio de la investigación fueron superados en cantidad y calidad. De los tres congresos internacionales propuestos para exponer resultados, se logró la asistencia a seis en México, Tailandia, Dubai y Argentina. De los cinco congresos nacionales establecidos como meta, se asistió a seis. La meta de un artículo en revista internacional se superó con la publicación de dos en revista arbitrada internacional, además de un capítulo en un libro colectivo internacional.

En lo referente a los compromisos con el Gobierno Estatal a través del Centro de Desarrollo Municipal (CEDEMUN), se le entregó un documento de aproximadamente 120 páginas, con el texto y la información gráfica necesaria para mostrar los resultados del proyecto, además de siete presentaciones en Power Point con la información utilizada en los talleres de cada una de las regiones.

De forma similar en la tercera etapa se tenía contemplada la publicación de un Informe de Investigación, una vez evaluada la información que se había difundido ya en las diversas publicaciones de divulgación arbitradas, nacionales e internacionales, así como libros colectivos. Se consideró la pertinencia de canalizar dichos recursos a la edición y publicación de dos libros de autoría individual con la información detallada generada a partir del proyecto de investigación. Uno de ellos se realizó en coedición con el Colegio de Michoacán y, el segundo, con el Instituto de Geografía de la UNAM.

Un aspecto fundamental del proyecto fue su contribución a la formación de recursos humanos; en este sentido, como productos puede señalarse la incorporación de dos materias optativas relacionadas con el proyecto en la currícula de la carrera de Arquitectura en la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, denominada “Configuración del espacio urbano-arquitectónico” y “Materiales y sistemas constructivos de la vivienda tradicional en el estado de Michoacán”, impartidas en el ciclo 2004-2004.

Durante la primera etapa participaron como becarios dos alumnos de licenciatura, mismos que obtuvieron su título de arquitectos con la elaboración de una tesis relacionada con el proyecto. Además, se becó a siete estudiantes de la especialidad en Restauración de Sitios y Monumentos, tres de los cuales obtuvieron su título con una tesina referente al proyecto.

Conclusiones y/o beneficios obtenidos

La conclusión más relevante derivada del estudio consistió en acotar que la migración sí constituye el principal impulso a la transformación de la vivienda tradicional, pero no por aspectos de transculturalidad como se había afirmado constantemente, sino como un facilitador económico de dicha transformación.

La investigación permitió dar evidencias de que existe un desfase entre las características espaciales de la vivienda tradicional y las necesidades actuales de sus habitantes, que se hace patente mientras se carece del recurso económico que haga posible la adecuación de lo edificado a la realidad social.

Otro de los aspectos concluyentes más relevantes, fue dimensionar a la vivienda como el escenario de autorrealización de los migrantes, razón por la cual constituye el principal destino de las remesas, y hasta que no se satisface la mejora cualitativa de la vivienda, se destina el recurso de la remesa a otros rubros como estudio o proyectos productivos. Lo anterior permite comprender el aparente fracaso de las iniciativas 3x1 tendentes a canalizar recursos de las remesas a proyectos productivos.



ARQUITECTURA Y URBANISMO MODERNOS EN MORELIA. INSTRUMENTO PARA LA GESTIÓN DE SU CONSERVACIÓN¹

Dra. Catherine R. Ettinger²

► Introducción

El proyecto *Arquitectura y urbanismo modernos en Morelia. Instrumentos para la gestión de su conservación* abordó como temática la arquitectura y el desarrollo urbano en la ciudad de Morelia durante el periodo comprendido entre 1925–1960, con el objetivo de desarrollar instrumentos para apoyar actividades de gestión, de planeación y de conservación de la arquitectura relevante del periodo en la ciudad.

► Demanda que atiende

Este proyecto se planteó en el marco de una convocatoria de demanda libre que permitía a los investigadores del estado de Michoacán presentar propuestas de acuerdo con necesidades que ellos identificaran. En este sentido, se reconoció como problema central la vulnerabilidad de la arquitectura del siglo XX en la ciudad de Morelia frente a la falta de legislación que garantizara su protección, así como por la ausencia de registros y de valoración por parte de la población local.

¹ Proyecto FOMIX: MICH-2006-C04-64469

Monto aprobado y total: \$125,000.00

² De la Facultad de Arquitectura, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.



Figura 1. El edificio Laura Eugenia (1934), muestra representativa del estilo neocolonial



► Objetivo general

El objetivo general del proyecto fue aportar conocimiento detallado sobre los procesos que dieron lugar a las expresiones arquitectónicas y urbanas en el periodo de estudio (1925-1960) en la ciudad de Morelia y, a través de este conocimiento, generar instrumentos que coadyuvaran a la gestión del patrimonio en el municipio, incluyendo un registro de inmuebles relevantes, un estudio del desarrollo urbano de la ciudad en el siglo XX, un diagnóstico de la arquitectura del siglo XX en el centro histórico y, finalmente, una propuesta de lineamientos para la conservación de la arquitectura de este periodo.

► Descripción del desarrollo del proyecto

El equipo de trabajo estuvo conformado por cinco profesores de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo y cinco estudiantes del programa de Maestría en Arquitectura, Investigación y Restauración de Sitios y Monumentos de la misma facultad, asistidos por 17 pasantes de arquitectura a través del servicio social. Desde antes de la aprobación del proyecto, la mayoría de los miembros del equipo había realizado trabajos de investigación relacionados con la temática. Así, se tenía un avance en cuanto al conocimiento del tema, algunas publicaciones y un acervo de fotografías.

En una primera etapa, durante la segunda mitad del año 2007, se realizó un seminario con la finalidad de trabajar en el diseño de estrategias para el acopio de información, así como para definir los criterios de valoración para identificar los ejemplos relevantes a ser registrados. Este seminario fortaleció el trabajo en equipo, a la vez que creó un medio propicio para la discusión y confrontación de ideas con colegas del equipo, de la Facultad de Arquitectura y de otras instituciones.

La definición de la temporalidad

Al iniciar el trabajo, el grupo tuvo que atender dos cuestiones primordiales: la definición de la temporalidad que se abarcaría y los criterios de valoración para la selección de edificios relevantes a catalogarse. Al respecto del primer punto, intencionalmente, y con referencia a la noción de movimiento moderno, se contempló desde un inicio del proyecto de investigación abarcar el periodo de la posrevolución mexicana en que nuevos valores arquitectónicos suplantaron los estilos historicistas y eclécticos del periodo porfiriano.

Para el caso de Morelia, no se tiene el registro de obras nuevas relevantes antes de 1925, año en que se construyó la Escuela Central Agrícola La Huerta, un conjunto de vanguardia nacional de la arquitectura escolar de la modernidad posrevolucionaria. Nuestro

registro termina en el año 1960, fecha que se consideró parteaguas por ser el momento en que los constructores locales cedieron ante la implementación de proyectos federales de construcción.

La selección de obras

La selección de los edificios a registrar fue uno de los procesos más complejos en la elaboración del catálogo. En las discusiones al respecto de la valoración participaron tanto investigadores como estudiantes buscando que, aunque no se tratara de un registro exhaustivo, sí fuera representativo del periodo de estudio. Siendo así, no se excluyeron edificios por su corriente estilística: aparecen edificaciones *art déco*, neocolonial, californiano y funcionalista, al igual que edificios que se niegan a estas categorías, como las obras de integración construidas en el centro histórico de Morelia en los años 40 y 50. Además de la diversidad de estilos, se buscó que hubiera representatividad de los diferentes géneros de edificios, resaltando la obra escolar y de salud por tratarse de prioridades del periodo de la posrevolución. Así, se registraron escuelas y hospitales, edificaciones para la asistencia social; también viviendas unifamiliares, construidas individualmente o en serie, y edificios de departamentos; inmuebles de uso mixto (comercio y vivienda) y comercial; hoteles, cines, conjuntos deportivos, templos y fábricas. Cada género tuvo su propia dificultad; en el caso de los cines, la destrucción de sus interiores; en el caso de las fábricas, su desaparición; en la vivienda, la imposibilidad de acceder a interiores; en los templos, la falta de referencias de archivo, etc.

Otro factor que influyó en la inclusión de algunos edificios y la exclusión de otros fue la disponibilidad de información. En ocasiones, no se pudo tener acceso a edificaciones que se consideraron relevantes, ni se encontró información de archivo; sin datos no se podía hacer un registro. En otras, la abundancia de información, incluyendo planimetría y fotografía histórica, impulsó la inclusión de edificios menos relevantes, siempre y cuando se consideraran representativos de los procesos locales.

En la cuestión de la representatividad, se reconoce la escasa aparición de casas pequeñas y de arquitectura que respondiera a la autoconstrucción. Es de notarse que el registro se enfocó principalmente a la arquitectura en que participaron profesionistas, casi en su totalidad ingenieros. Por la indagación de archivo, sabemos que seguía utilizándose el adobe en muchas colonias de la ciudad, al mismo tiempo que los materiales modernos hacían su aparición en las construcciones más relevantes; este hecho no queda claramente consignado a través de la selección. Sin embargo, otros procesos locales sí quedaron plasmados en las fichas, como es la forma de lograr la integración de arquitectura nueva en el centro histórico durante el periodo de estudio.

Figura 2. El Hotel Alameda (1937) durante su construcción

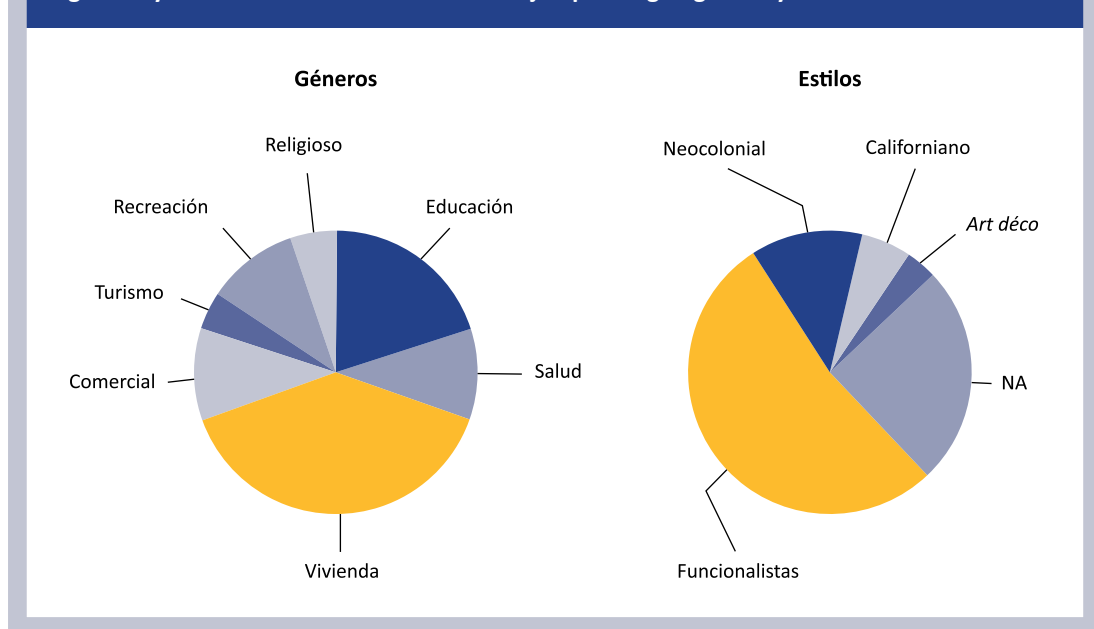


En suma, el registro incluyó un total de 100 edificaciones, de las cuales 19 pertenecen al género de educación, 10 al de salud y asistencia social, 37 al de vivienda, 10 al de uso mixto y comercial, 4 al de turismo, 10 al de recreación, 5 al religioso y 5 al industrial. Revisando su representación espacial, 33 inmuebles se encuentran en el centro histórico³ y los restantes fuera de él.

Con referencia a la cuestión estilística, se observa que sólo hay 3 registros considerados *art déco*, 13 neocoloniales, 6 californianos, 55 funcionalistas. Hay 26 registros que no podrían clasificarse de esta manera, correspondiendo en su mayoría a edificios erigidos en el centro histórico en la década de los cincuenta que por fuera tenían elementos de ornato en cantería e interiores de diseño funcionalista.

³ Para determinar este número, se tomó en consideración la delimitación actual a partir de la Declaratoria de Zona de Monumentos de 1990. Habría que acotar que cinco inmuebles (el Colegio Anáhuac, las gemelas en Isidro Huarte Nos. 67 y 71, Isidro Huarte No. 87 y el Hotel Mansión Acueducto), que actualmente están dentro del centro histórico, en el momento de su construcción se encontraban en las orillas de la ciudad.

Figuras 3 y 4. Gráficas de la distribución de ejemplos según género y estilo



El diseño de la ficha

Si bien la finalidad de un catálogo patrimonial es contar con un registro fidedigno sobre el estado de los bienes para asegurar la conservación del acervo, este tipo de documento también puede servir como una plataforma para construir la historia. Con esto en mente se diseñó una ficha de registro que a la vez que contenía los datos básicos que aparecen en fichas como la utilizada por el INAH o el INBA, contemplara datos archivísticos y hemerográficos, además de fotografía y planimetría histórica como fundamento para futuros trabajos sobre la historia de la ciudad y de su arquitectura.

La ficha de registro incluye los elementos típicos que permiten la identificación de la obra a través de su nombre, su ubicación (dirección y croquis) y su extensión. Un segundo grupo de datos consigna la información relevante acerca de su fecha de construcción y quienes intervinieron en ella. En una tercera parte se atiende la cuestión del grado en que el inmueble en cuestión delata su momento de construcción; en este caso, más allá de considerar las condiciones materiales simplemente como estado de conservación, se buscó ver la conservación de materiales originales, características estilísticas y patrones de distribución que delataran la época de construcción. Las descripciones incluidas –de fachadas, esquemas de distribución y materiales y sistemas constructivos– atienden, hasta donde fue posible, consideraciones sobre los proyectos originales. Así, la

descripción de la distribución se hizo con base en la planimetría original, no en el estado y uso actuales. Donde fuera posible, las descripciones de fachada también se basaron en fotografía o planimetría antigua.

Adjunta a las fichas está la información gráfica. Se procuró fotografía antigua, además de realizar un levantamiento fotográfico del estado actual de los inmuebles. A través de la búsqueda en archivo y por medio de la generosidad de los propietarios de inmuebles catalogados, se pudo contar con planimetría histórica para un número importante de edificios. En otros se recurrió a la realización de levantamientos.

Acopio de información y procesamiento de datos

Para el acopio de información se trabajó simultáneamente en archivo (Archivo Histórico Municipal de Morelia y archivos particulares), en la revisión hemerográfica y en la investigación en campo. Para este último rubro se contó con la participación de estudiantes de licenciatura organizados en brigadas que realizaban registros fotográficos y levantamientos arquitectónicos. Posteriormente, se procesó la información recopilada para el vaciado a la ficha. Esto incluyó la realización de dibujos y croquis de localización y la revisión detallada de cada inmueble.

Interpretación, análisis y elaboración de documentos de transferencia

Una vez organizado este material, se pudo utilizar para comprender la situación particular del centro histórico de la ciudad en relación con las actuaciones del siglo XX, además de tener una imagen más clara de los procesos urbanos. Esto permitió la redacción de los documentos de transferencia.

▶ Productos generados

El proyecto generó cuatro productos principales para transferencia que fueron remitidos al H. Ayuntamiento de Morelia. Éstos fueron:

1. *Historia Urbana del Siglo XX en Morelia*

Este documento describe el proceso de cambio urbano en la ciudad de Morelia durante el siglo XX. Se basa en la revisión de trabajos anteriores y la confrontación con documentación de archivo. En planimetría se trabaja los temas de la traza y el equipamiento como indicadores de la consolidación de las colonias. Logra identificar la relación entre la fragmentación de la ciudad durante el siglo XX y los problemas actuales.

2. **Arquitectura Moderna en Morelia. Registro de Obras 1925-1960**

Este documento presenta una introducción y 100 fichas de registro de inmuebles relevantes. Las fichas contienen datos históricos sobre los edificios en cuestión, además de fotografías actuales (e históricas en algunos casos) y planimetría (histórica o levantamientos salvo en el caso de la vivienda). Se consignan además datos sobre los constructores, la ubicación y descripciones de fachadas, patrones de distribución y materiales y sistemas constructivos.

3. **Diagnóstico. Arquitectura del Siglo XX en el Centro Histórico de Morelia**

Se trata de un documento sintético que plantea una periodización y la ubicación en el espacio de la inserción de arquitectura en el centro histórico de Morelia. Se basa en un levantamiento fotográfico y el conteo de predio con arquitectura del siglo XX. Se establecen las tendencias desde los años treinta hasta los noventa, notando la incidencia de la normativa local. Se identifica además la problemática de la conservación de la arquitectura del siglo XX como parte de una conservación integral del centro histórico.

4. **Lineamientos para la Conservación. Arquitectura del Siglo XX en Morelia**

Se presentan los antecedentes legales y la situación prevalente en cuanto a la normativa que se aplica a la arquitectura del siglo XX. Se presenta una lista de amenazas a este patrimonio y sugerencias puntuales dirigidas a la autoridad municipal para lograr su protección.

Adicionalmente, el equipo de trabajo realizó un libro colectivo *Modernidades arquitectónicas. Morelia. 1925-1960*, que fue publicado en el año 2010 auspiciado por el Gobierno del Estado de Michoacán (COECyT, Secretaría de Cultura y Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente), el H. Congreso del Estado de Michoacán de Ocampo y el H. Ayuntamiento de Morelia. Este volumen tuvo como objetivo pasar del plano técnico (el catálogo o registro de obras en fichas) a una interpretación de la información recabada en textos accesibles para la población en general. Fue presentado en el marco de las festividades del aniversario de la fundación de Morelia; es una obra ricamente ilustrada con fotografías de la época que ha sido bien recibida por parte de la población local.

El grupo de trabajo produjo, durante los dos años de duración del proyecto, ocho artículos de divulgación, 18 artículos de investigación y 45 ponencias en eventos académicos nacionales e internacionales con temáticas relacionadas con el desarrollo del proyecto. El Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología editó un folleto de divulgación sobre el proyecto. Cabe señalar que cinco estudiantes de maestría se titularon. Como resultado posterior, cuatro de los 17 estudiantes de servicio social que participaron en el proyecto optaron por realizar tesis vinculadas a la investigación y se recibieron en los meses posteriores al cierre.

► Conclusiones

El periodo de estudio, 1925-1960, había sido escasamente revisado en la historiografía de la arquitectura local. Algunas tesis de maestría habían abordado temas específicos (arquitectura para la producción, la continuidad entre el periodo porfiriano y el moderno) y se habían hecho trabajos monográficos sobre Jaime Sandoval y la arquitectura neocolonial. Sin embargo, no se contaba con una visión amplia del periodo ni con cronologías basadas en datos de archivo y de hemerografía.

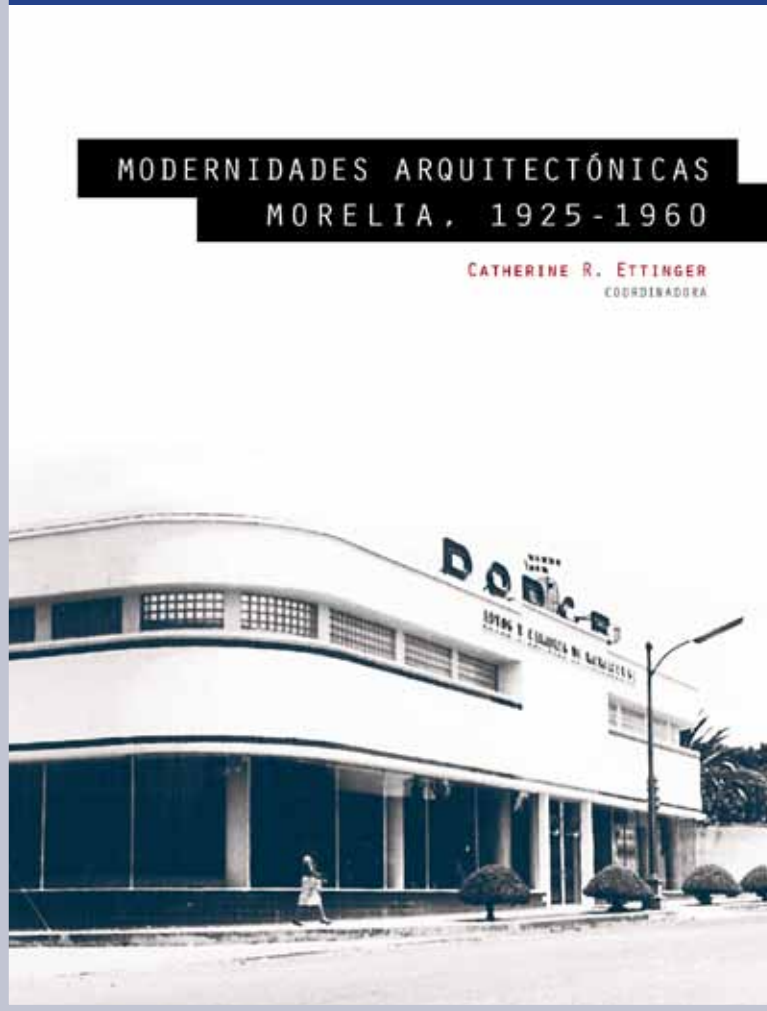
Se considera que la contribución destaca en dos sentidos:

1. El reunir en una base de datos información detallada sobre inmuebles que el equipo reconoció como relevantes, como ejemplos de la modernidad arquitectónica en Morelia en fichas de registro. Se cruzó una gran cantidad de información que se obtuvo mediante recorridos, entrevistas a vecinos y a familiares de constructores, revisión de archivo y revisión hemerográfica. Cuando se comenzó con el trabajo, se tenían identificados algunos de los edificios únicamente con una estimación de la década de construcción. A través del trabajo en equipo, se logró conjuntar una información importante sobre más de 100 inmuebles que puede servir de base para futuros trabajos.
2. A partir de la información recopilada en forma de catálogo, se comenzó con el proceso de interpretación, buscando comprender la manera en que se había dado la introducción de nuevas maneras de construir. Este trabajo de interpretación se plasmó en las ponencias presentadas y en los textos que conforman un libro colectivo que sienta las bases para futuros trabajos que pudieran ahondar más en las temáticas expuestas.

Por otra parte, ubicando el trabajo en un ámbito más amplio, cabe mencionar que la arquitectura producida fuera del centro del país ha recibido relativamente poca atención de los estudiosos, aun en los casos de obras cuyos títulos prometen una visión nacional. A pesar de esfuerzos recientes por incluir a las ciudades y pueblos del interior de los estados, aún la historiografía de la arquitectura del siglo XX es pobre en este aspecto, salvo publicaciones en editoriales locales o universitarias de poca difusión. Así, este proyecto, con la generación de una historia regional de la modernidad arquitectónica, contribuye a la construcción de una historia de la arquitectura mexicana del periodo que vaya más allá de la visión de la ciudad de México.



Figura 6. Portada de libro



DIRECTORIO

DIRECTORIO DE EMPRESAS, ORGANISMOS E INSTITUCIONES EDUCATIVAS PARTICIPANTES

► Aguascalientes

Dr. José Manuel Cabrera Sixto

Universidad de Guanajuato
(01 473) 7320 006 ext. 1313
jmcabrera@quijote.ugto.mx
Guanajuato, Guanajuato

► Baja California

Ocean. Enrique Strassburger Madrigal

Acuicultura del Desierto, SPR de RL
(045 646) 128 5431
estrassburger@gmail.com
Ensenada, Baja California

Luis Manuel Luna Rosas

Plantronics México (PLAMEX, SA de CV)
(01 664) 647 4996
luis.luna@plantronics.com
Tijuana, Baja California

María del Rosario Ruiz Camacho

Museo Interactivo Tijuana, AC
(01 664) 634 3446
rruiz@eltrompo.org
Tijuana, Baja California

► Campeche

Dra. Ruth López Alcántara

Universidad Autónoma de Campeche
Centro de Investigaciones en
Enfermedades Tropicales
(01 981) 813 01 76
dzinup@hotmail.com
San Francisco de Campeche, Campeche

► Chiapas

Dr. Sergio Darío Rodríguez Camarillo

INIFAP
SAGARPA
(01 777) 319 2848
rodriguez.sergio@inifap.gob.mx
Pichucalco, Chiapas

Dra. Silvia Guadalupe Ramos Hernández

Universidad de Ciencias y Artes de
Chiapas, Centro de Investigación en
Gestión de Riesgos y Cambio Climático
(01 961) 177 0843
silviaramosh@gmail.com
Tuxtla Gutiérrez, Chiapas

Dra. Rocío Meza Gordillo

Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez
Dirección General de Educación Superior
Tecnológica
(01 961) 61 50380 ext. 325
rmeza@ittg.edu.mx
Tuxtla Gutiérrez, Chiapas

 **Chihuahua****Dr. Luis Edmundo Fuentes Cobas**

CIMAV, Depto. de Integridad y Diseño de
Materiales Compuestos
(01 614) 439 1172
luis.fuentes@cimav.edu.mx
Chihuahua, Chihuahua

Dr. Toutcha Lebgue Keleng

Universidad Autónoma de Chihuahua
Facultad de Zootecnia y Ecología
(01 614) 427 4975 y 434 0303 ext. 12
tlebgue@uach.mx
Chihuahua, Chihuahua

Dr. Armando Segovia Lerma

Semillas Tierra Blanca, SA de CV
(045 614) 1849 742
asegovia@uach.mx
Meoqui, Chihuahua

 **Coahuila****Dr. José Alfredo Flores Cabrera**

Universidad Autónoma Agraria Antonio
Narro, Unidad Laguna
flores_cabrera@hotmail.com
Torreón, Coahuila

Dr. Alfredo Flores Valdés

CINVESTAV
Unidad Saltillo
(01 844) 4389 600
alfredo.flores@cinvestav.edu.mx
Saltillo, Coahuila

Dr. José Alberto Delgadillo Sánchez

Universidad Autónoma Agraria Antonio
Narro
(01 871) 729 7642
joaldeasa@yahoo.com
Torreón, Coahuila

M.C. Claudia Aracely González Rodríguez

Corporación Mexicana de Investigación en
Materiales, SA de CV
Centro de Investigación
(01 844) 411 32 18
cgonzalez@comimsa.com
Saltillo, Coahuila

 **Colima****Dr. Mauricio Bretón González**

Universidad de Colima
Observatorio Vulcanológico
(01 312) 316 1134
mauri@ucol.mx
toficosugus@hotmail.com
Colima, Colima

Dra. Elena Margarita Castro Rodríguez

Universidad de Colima
Centro Universitario de Investigaciones
Biomédicas
(01 312) 316 1291
ecastro@cgic.ucol.mx
elenacastrorod@gmail.com
Colima, Colima

Dr. Jurgen Manlknecht

ITESM

(01 81) 8158 2261

jurgen@itesm.mxernestopasten@gmail.com

Nuevo León, Monterrey

Durango**Dr. Marín Pompa García**

Universidad del Estado de Durango

Facultad de Ciencias Forestales

(01 618) 130 1096

mpgarcia@ujed.mx

Durango, Durango

Ing. Miguel Ángel Serrano García

Universidad Politécnica de Gómez Palacio

Subsistemas de Universidades Politécnicas

(01 871) 192 2700

masg1963_9@hotmail.com

Gómez Palacio, Durango

Dr. César Alberto Meza Herrera

Universidad Autónoma de Chapingo

Unidad Regional Universitaria de Zonas

Áridas

(01 872) 776 0160 y 776 0190

cmeza2020@hotmail.comcmeza2000@gmail.com

Bermejillo, Durango

Dr. Efrén Delgado Licón

Instituto Tecnológico de Durango

SEP

(01 618) 818 6936 ext. 105

edelgad@itdposgrado-bioquimica.com.mx

Durango, Durango

Estado de México**Ing. Sergio Ballesteros Elizondo**

CIATEQ

Centros CONACYT

(01 442) 196 1500 ext. 4139

sballes@ciateq.mx

Querétaro, Querétaro

Guanajuato**Ing. Walter Ronald Valeriano Acevey**

CIATEC AC

CONACYT

(01 477) 7100 011 ext. 1482

wvaleriano@ciatec.mx

León, Guanajuato

Juan Carlos Gómez Velázquez

LAPROBA EL AGUILA, SA de CV

(01 477) 772 5050

directorgeneral@tejaselaguila.com.mx

León, Guanajuato

Ing. Roberto Tapia Espriú

(01 462) 622 5012

sulastic@sulastic.com.mx

Irapuato, Guanajuato

Luis Ángel Hernández Páramo

HER-SAN, SA de CV

(01 477) 784 0900 y 784 0901

info@hersan.com.mx

León, Guanajuato

▶ Guerrero

M.C. Luis Alberto Chávez Almazán
Laboratorio Estatal de Salud Pública
“Dr. Galo Soberón y Parra”
(01 744) 441 4090
chavez_79@hotmail.com
Acapulco, Guerrero

▶ Hidalgo

Dr. Alberto López López
CIATEJ
(01 33) 3345 5200 ext. 1650
allopez@ciatej.net.mx
Guadalajara, Jalisco

Mtro. Alberto Severino Jaén Olivas
Poder Judicial del Estado de Hidalgo
Comisión de Investigación y Estudios
Jurídicos del Consejo de la Judicatura
(01 777) 1717 9000 exts. 9704 y 9209
jaen.red@gmail.com
Pachuca, Hidalgo

Dr. Fernando Martínez Bustos
CINVESTAV-QUERÉTARO
IPN-SEP
(01 442) 2119 905
fmartinez@qro.cinvestav.mx
Querétaro, Querétaro

Dr. Ramón Montalvo Vargas
El Colegio de Tlaxcala, AC
(01 246) 46 47725
rmontalvovargas@gmail.com
San Pedro Apetatitlán, Tlaxcala

Roberto Ang Venegas

Grupo Industrial para el Desarrollo
Educativo, SA de CV (GIDE)
(01 52 55) 5608 6580
giides@prodigy.net.mx
México, DF.

▶ Jalisco

Dr. José de Jesús Vázquez Díaz
CINVESTAV Unidad Guadalajara
(01 33) 3777 3600 ext. 1016
jesus.vazquez@cts-design.com
Zapopan, Jalisco

Mtro. Rafael Cantón Romero
Instituto Jalisciense de Tecnología de la
Información, AC (IJALTI)
(01 33) 3030 7473
rcanton@ijalti.org.mx
Guadalajara, Jalisco

▶ Michoacán

Dr. Salvador García Espinosa
Universidad Michoacana de San Nicolás
de Hidalgo, Facultad de Arquitectura
(01 443) 3272201
(045 443) 3202 7980
salgaes@gmail.com
Morelia, Michoacán

Dra. Catherine Rose Ettinger Mc Enulty
Universidad Michoacana de San Nicolás
de Hidalgo, Facultad de Arquitectura
(01 443) 327 2201
ettinger@umich.mx
crettubgerm@gmail.com
Morelia, Michoacán

Esta obra se terminó de imprimir en
el mes de junio de 2011, con un tiraje
de 1,000 ejemplares en los talleres de
Imagen Maestra