

Diseño de Punto Central para Evaluar la Combinación de pH, Aceite Esencial de Citral y Temperaturas de Refrigeración o Congelación sobre la Inhibición de *Salmonella choleraesuis*

Acumulación de Hg, Pb, Cd y Zn por *Pomacea flagellata* en tres balnearios ubicados en la región urbana de la Laguna de Bacalar

La Incubadora de Negocios del Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, como Catalizador en la Transferencia de Tecnología en las PYMES del Municipio de Ecatepec



Información para los autores

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Editor TECNOCULTURA

Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec
Unidad de Relaciones Públicas y Difusión
Av. Tecnológico s/n, esq. Av. Carlos Hank González (Av. Central) Col. Valle de Anáhuac,
Ecatepec de Morelos.
Estado de México. C.P. 5521 O
Tel. 5000 2314
correo electrónico: difusion@tese.edu.mx



Es indudable que la aplicación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) se han filtrado en prácticamente todos los aspectos de la vida cotidiana: en el hogar, el trabajo, la escuela, donde poco a poco se están convirtiendo en grandes aliadas de la educación, permitiendo una mejor transmisión y aprehensión del conocimiento.

Han pasado cinco lustros desde que Internet se convirtió en un instrumento de uso masivo y cerca de 10 años desde que las redes sociales se volvieron algo común e indispensable para muchos. Si embargo, se esperaría que en estos tiempos en el ámbito académico, de la ciencia y la tecnología, existieran grandes comunidades de investigadores intercambiando experiencias, desarrollando trabajos en forma interdisciplinaria e interinstitucional, exponiendo los resultados preliminares o finales de sus proyectos. Pero la realidad es que esto no ha ocurrido, prevalece la reserva y una limitada interacción entre ciertos grupos de científicos, pero sobre todo una casi inexistente intercomunicación entre las diferentes casas de estudios del país y entre las universidades e institutos del mundo.

Es urgente desarrollar y multiplicar las redes de investigación, creación y comunicación que agrupen a instituciones, investigadores, maestros, alumnos, creadores y amigos de diferentes disciplinas académicas de México y vincularnos no sólo con los de países latinoamericanos o hispanoparlantes, sino con los de todas las instituciones del orbe, cuyo contacto e interacción plantee nuevos desafíos epistemológicos e innovadores sistemas metodológicos de estudio, de exploración del conocimiento, procurando siempre el interés y beneficio colectivo. Se requiere, en resumen, establecer una vasta red de investigadores y generadores de nuevos conocimientos, que cuente con todas las virtudes que ofrecen las nuevas tecnologías incluyendo también garantías de protección a los productos intelectuales.

No obstante, para alcanzar este punto, quizá ya sea tiempo de repensar la función socializadora, compensatoria y formativa de la educación en las sociedades posmodernas actuales, pues las instituciones de enseñanza continúan aferradas a una serie de procesos y prácticas rutinarias muy difíciles de cambiar. La educación debe ofrecer a los estudiantes razones válidas para educarse y desarrollar una interpretación y comprensión crítica de los conocimientos y valores que enarbolan, a fin de que estructuren sus percepciones y experiencias con apego a la realidad, así como brindarles las herramientas y estrategias para interpretar y comprender críticamente su entorno personal y social, pero también es importante que posean los recursos y medios para reemplazar la subordinación, el conformismo e individualismo por otros valores más acordes con la condición humana.

La actividad que se desarrolla en las instituciones educativas no puede ni debe quedar en una simple transmisión de información, que muy probablemente será obsoleta en poco tiempo, ni tampoco en un mero dominio de técnicas instrumentales básicas o en una simple aplicación de destrezas o capacidades, sino que debe aspirar a un proceso comprensivo, que lleve a las nuevas generaciones a construir el marco de una sociedad democrática, divergente y plural.

Las IES deben afrontar el reto de fomentar un aprendizaje significativo, funcional, relevante, útil, continuo, cooperativo y libre, que promueva el gusto y placer de aprender, para que aprovechando la tecnología a nuestro alcance, integremos una verdadera comunidad universal del saber.

Directorio



GOBIERNO DEL
ESTADO DE MÉXICO

**Tecnológico de Estudios
Superiores de Ecatepec**



SUBCOMITÉ EDITORIAL:

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

Corrección de estilo
Rafael Ortiz Hernández

Diseño:
Mara Brisa López Vargas

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



NUESTRA PORTADA



Imagen de *Salmonella Choleraesuis*,
recuperada el 22 de junio de 2014, en:
[http://www.poop911.com/blog/
wp-content/uploads/2010/04/
canstockphoto3303554.jpg](http://www.poop911.com/blog/wp-content/uploads/2010/04/canstockphoto3303554.jpg)

Tecnocultura, revista de divulgación del conocimiento científico, tecnológico y humanístico del Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec. Año 12, No. 35, septiembre-diciembre 2014. *Fecha de publicación*: septiembre 2015. 1,000 ejemplares. Número de autorización del Comité Editorial de la Administración Pública Estatal CE: 205/05/10/12-01. Edita y distribuye la Unidad de Relaciones Públicas y Difusión, domicilio: Av. Tecnológico s/n, Col. Valle de Anáhuac, C.P. 55210, Ecatepec, Estado de México. Teléfono 50 00 23 14. Correo electrónico: leon_rebollo@tese.edu.mx.

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

Contenido

Diseño de Punto Central para Evaluar la Combinación de pH, Aceite Esencial de Citral y Temperaturas de Refrigeración o Congelación sobre la Inhibición de *Salmonella choleraesuis*

Santiago-Zacarías, L., Caffarel-Méndez, S., Rodríguez, S., Generoso, S. y Minor-Pérez, H.

6



Acumulación de Hg, Pb, Cd y Zn por *Pomacea flagellata* en tres balnearios ubicados en la región urbana de la Laguna de Bacalar

José Luis González Bucio, José Manuel Carrión Jiménez, Jaime Dionisio Cuevas Domínguez, Fernando Enrique Flores Murrieta, Joel Omar Yam Gamboa, Jesús Moreno Caraveo, Josefina Pérez Vargas, Graciano Calva Calva

14



La Incubadora de Negocios del Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, como Catalizador en la Transferencia de Tecnología en las PYMES del Municipio de Ecatepec

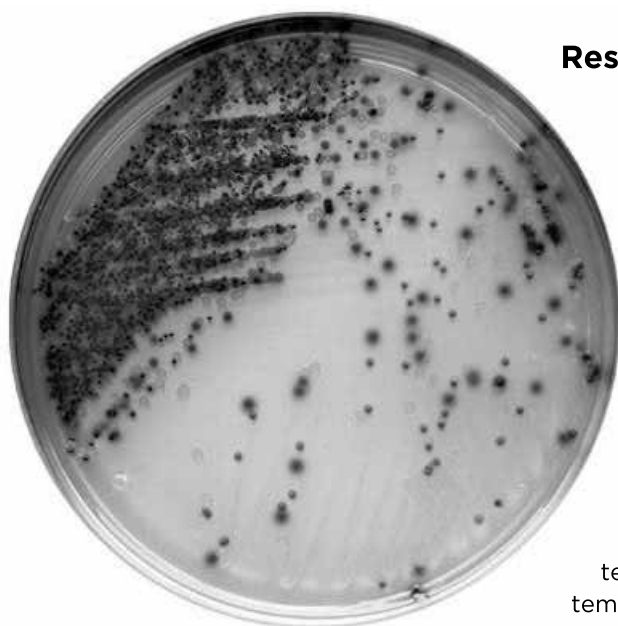
Daniel Morales Chong, Katulli Carmina Corral Miranda, Karla Ivette Téllez López, Fernando Cázares Padrón, y M. en A. Germán Domínguez Bocanegra

24



Diseño de Punto Central para Evaluar la Combinación de pH, Aceite Esencial de Citral y Temperaturas de Refrigeración o Congelación sobre la Inhibición de *Salmonella choleraesuis*

Santiago-Zacarías, L.¹, Caffarel-Méndez, S.¹, Rodríguez, S.², Generoso, S.² y Minor-Pérez, H.¹



Resumen

La *Salmonella choleraesuis* puede contaminar una gran variedad de alimentos, incluso productos almacenados a temperaturas entre 2 °C a 4 °C. El objetivo de este trabajo fue evaluar la inhibición de la *Salmonella choleraesuis* utilizando un diseño de punto central: las combinaciones y repeticiones fueron para los valores de pH 5, 6 ó 7, las temperaturas de 5°C, -5°C o -15°C y las concentraciones de aceite esencial de citral de 0 Qg/mL, 1000 Qg/mL y 2000 Qg/mL. Se obtuvieron modelos matemáticos cuadráticos y 2 FI para la inhibición de *Salmonella choleraesuis* a los tiempos de almacenamiento de 0 días y 8 días, respectivamente. Se observó una disminución significativa en el crecimiento en la bacteria control a los 8 días de almacenamiento en las condiciones de combinación de aceite esencial de citral, temperatura y pH. El mayor efecto en inhibición se observó a la temperatura de -15° C y en pH ácido.

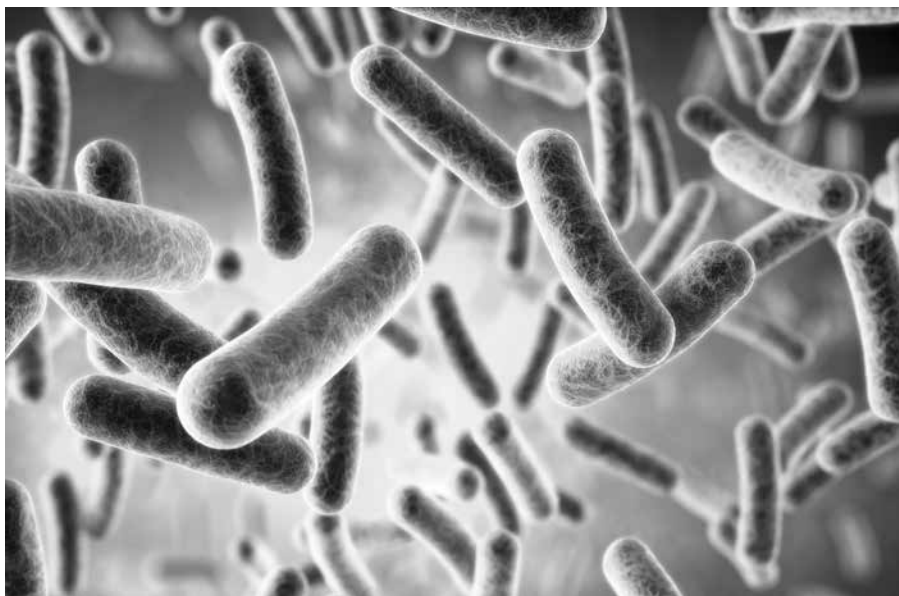
Abstrac

The *Salmonella choleraesuis* can contaminate a wide variety of foods, even stored products at temperatures of 2 °C to 4 °C. The objective of this study was to evaluate the inhibition of this bacteria using a design central point: combinations and repetitions were for pH values of 5, 6 or 7, temperatures of 5 °C - 5° C and -15 °C and concentrations of essential oil of citral: 0 Qg/

Acerca de los autores...

¹ División de Ingeniería Química y Bioquímica, Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, México

² Facultad de Agronomía y Agroindustrias, Universidad Nacional de Santiago del Estero, Argentina



mL, 1000 Qg/mL and 2000 Qg/mL. Mathematical models were obtained: quadratic and 2FI for inhibition of *Salmonella choleraesuis* to times of storage 0 days and 8 days respectively. There was a significant reduction in bacteria growth control to 8 days of storage with the combination of essential oil of citral, temperature and pH conditions. The greatest effect on inhibition was observed at the temperature of -15 °C and at acid pH.

1.0 Introducción

Salmonella choleraesuis es una bacteria que puede contaminar diversos alimentos. Las bacterias

del género de *Salmonella sp.*, pueden tener o desarrollar mecanismos de resistencia a diferentes factores ambientales tales como las altas o bajas temperaturas usadas en los procesos de conservación de alimentos. Las bacterias de este grupo pertenecen a la familia *Enterobacteriaceae* (Brenner, 1984), son bacilos gram-negativos, anaerobios facultativos, de forma bacilar, con flagelos periféricos y no desarrollan cápsula (excepto la especie *Salmonella typhi*) ni esporas. Son bacterias móviles que producen ácido sulfhídrico (H_2S) y emplean glucosa, por poseer una enzima específica para metabolizarla; no utilizan lactosa, no producen ureasa, ni tienen metabolismo fermentativo (Sofos, 2013).

El hábitat natural de esta especie normalmente son los intestinos de animales y seres humanos. El género *Salmonella* se caracteriza por causar infecciones en el tracto gastrointestinal, debido a la ingesta de alimentos o agua contaminada (ICMSF, 1996).

Se tienen las siguientes especies: *Salmonella bongori*, *Salmonella choleraesuis*, *Salmonella entérica*, *Salmonella enteritidis*, *Salmonella nyanza*, *Salmonella paratyphi*, *Salmonella typhi*, *Salmonella typhimurium* y *Salmonella virginia*.

La *Salmonella typhi*, *Salmonella choleraesuis* y la *Salmonella enteritidis*, son las especies que se reconocen como patógenas. Estas bacterias están clasificadas en más de 2,200 serotipos con base a los antígenos flagelares H (proteicos) y antígenos somáticos o (fracción polisacárida del lipopolosacárido bacilar) (Rodríguez y col., 2013).

Este género microbiano lleva el nombre del científico que las descubrió, el Dr. Daniel Salmon. La mayoría de los componentes de estas bacterias son similares, y a nivel del ADN, son entre 95% y 99% idénticos (Rodríguez y col., 2013).

El pH es un parámetro utilizado para el control microbiano de diversas bacterias patógenas encontradas en los alimentos. Los valores cercanos a la neutralidad son los más favorables para el crecimiento de *Salmonella*

choleraesuis. Es difícil definir el pH mínimo de crecimiento, debido a que la proliferación de la bacteria está en relación con diversos factores, tales como la naturaleza del ácido empleado para bajar el pH del medio, el serotipo microbiano o la temperatura de incubación, entre otros. Algunos valores señalados como límites para el desarrollo del microorganismo son de 4.1 a 9.0. (Rodríguez y col, 2013). Cuando el pH excede el óptimo, el crecimiento se detiene e incluso se puede provocar la muerte microbiana.

La temperatura óptima de crecimiento para *Salmonella sp.* es 37 °C aunque pueden crecer a temperaturas de 54 °C y algunas cepas tienen o desarrollan capacidad psicrótrofa, por lo que pueden contaminar alimentos almacenados a temperaturas de 2 °C a 4 °C (Beucat, 2009).

La capacidad para crecer a bajas temperaturas dependerá del serotipo microbiano y de las condiciones de almacenamiento de los alimentos, debido a que frecuentemente, en estos la temperatura mínima es de 2 °C (Morris y col. 2013; Doyle, 1989; ICMSF, 1996).

Muchos aceites esenciales de vegetales tienen actividad antimicrobiana, por lo presentan alto potencial para aplicarse en la conservación de alimentos. Uno de estos aceites esenciales, es el de *Cymbopogon citratus*, una planta comúnmente conocida como lemongrass (Plazas-Tovar y col. 2010). Es originaria del este de la India y el aceite esencial tiene un alto contenido de citral (>70%), (Paranagama, 1991), un aldehído monoterpeno compuesto por la mezcla de dos isómeros, el geranial y el neral (Longyuan y col, 2010). El citral contribuye al sabor y aroma a limón. El objetivo de este estudio fue evaluar el crecimiento/inhibición de *Salmonella choleraesuis* ATCC 43890 con la combinación de aceite esencial de citral (0 Qg/mL, 1000 Qg/mL y 2000 Qg/mL, a las temperaturas de 5 °C, -5 °C y -15 °C y el pH de 5, 6 y 7. Se empleó el diseño de punto central para determinar los tratamientos de estudio y obtener las gráficas de superficie de respuesta, así como los modelos matemáticos que describan este fenómeno.

2.0 Metodología

2.1 Aceite esencial de citral

El aceite esencial de citral se adquirió en la empresa “Herbalise and Essence Oils, S.A. de C.V.”, México, con el que se preparó una solución stock de 10,000 Qg/mL y 100,000 Qg/mL en agua.

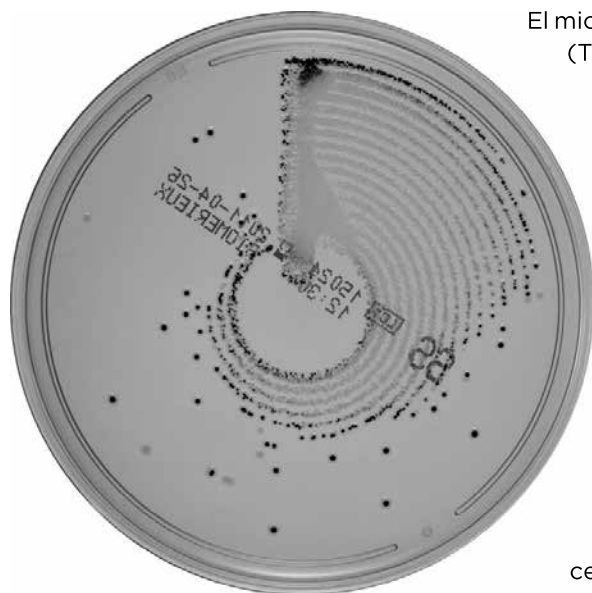
2.2 Soluciones amortiguadoras de citrato-fosfato a pH de 5, 6 y 7

Se prepararon soluciones amortiguadoras con diferentes concentraciones de ácido cítrico y fosfato dibásico para obtener los pHs de 5, 6 y 7. Se ajustó el pH con soluciones de HCl 0.1 N o NaOH 0.1 N, en un potenciómetro (pH 2700 OAKTON, EUA).

2.3 Microorganismos y condiciones de crecimiento

Salmonella choleraesuis ATCC 43890 fue proporcionada por el Laboratorio de Biotecnología y Fermentaciones del Instituto Tecnológico de Sonora (ITSON, México). Durante este estudio la cepa control se conservó en crioviales a -80 °C.





El microorganismo se activo con una siembra por estría en medio TSAYE (Tryptic Soy Broth, Bioxon, México) adicionado con 0.6% de extracto de levadura (w/v Bioxon, México) y 1.5% de agar bacteriológico (w/v Bioxon, México). La muestra se incubó a 37 °C por 24 horas. Una colonia de la bacteria se utilizó para inocular en caldo TSBYE (Tryptic Soy Broth, Bioxon, México) adicionado con 0.6% de extracto de levadura (w/v Bioxon, México) y se incubó a 37 °C por 12 h. Se tomaron 100 QL de este precultivo para ser inoculados en 5 mL de TSBYE. La muestra se incubó durante 24 h, a 37 °C para obtener el cultivo de estudio.

2.4 Tratamientos

Todas las combinaciones y repeticiones se obtuvieron para los valores de pH 5, 6 o 7, las temperaturas de 5 °C, -5 °C ó -15°C y las concentraciones de aceite esencial de citral de 0 Qg/mL, 1000 Qg/mL y 2000 Qg/mL de acuerdo con el diseño de punto central (Design Expert). Los tratamientos de 1000 Qg/mL de aceite esencial de citral se prepararon utilizando volúmenes de 800 QL de la solución amortiguadora citrato-fosfato (con pH de 5, 6 o 7) más 100 QL de cultivo de *Salmonella choleraesuis* previamente diluido en una solución de agua peptonada y 100 QL de la solución stock de aceite esencial de 10,000 Qg/mL. Para la concentración de 2000 Qg/mL se utilizaron 880 QL de las diversas soluciones amortiguadoras citrato-fosfato, más 100 QL de inóculo de *Salmonella choleraesuis* y 20 QL de aceite esencial stock de 100,000 Qg/mL. El control fue un tratamiento sin aceite esencial de citral. Estos tratamientos fueron almacenados a las temperaturas de 5° C, - 5°C y -15°C.

La cuenta microbiana se realizó utilizando un volumen 100 QL de los tratamientos, que se diluyeron en 900 QL de agua destilada contenida en tubos Eppendorf, los cuales se agitaron en un vortex (Labnet, EUA) a 350 rpm durante 10 segundos. Se hicieron diferentes diluciones y se empleó la técnica de gota, reportada por Miles and Misra (1934) para cuantificar las poblaciones microbianas. Un volumen de 20 QL de las muestras, se vació en cajas de petri con medio TSA. Se sembraron cuatro diluciones por cada placa. Las muestras se incubaron durante 24 h a 37 °C. Se reportan las UFC/mL.

3.0 Resultados y discusión

Los alimentos constituyen una fuente importante en la transmisión de enfermedades a los humanos. Esta condición puede provocar un problema severo de salud pública. La presencia de bacterias del género *Salmonella* sp. es la segunda causa de enfermedades transmitidas por los alimentos (ETA). La bacteria se encuentra principalmente en alimentos como el huevo crudo o mal cocido, pollo y en general, en carnes mal cocidas o leche cruda. Debido a sus características biológicas *Salmonella* sp. es un microorganismo que dificulta su control biológico. En este estudio se evaluó la combinación de aceite esencial de citral, pH y temperaturas bajas de refrigeración o congelación para inhibir su crecimiento, asimismo, se obtuvieron modelos matemáticos para describir el comportamiento de *Salmonella choleraesuis* en estas condiciones de almacenamiento (Sofos, 2013).

Las Tabla 1 muestra el diseño de punto central utilizado para determinar el efecto y las interacciones de la temperatura, pH y concentración de aceite esencial de citral sobre la inactivación de *Salmonella choleraesuis*. Se

determinó la influencia de estos parámetros sobre la inactivación de la bacteria control durante el tiempo de almacenamiento de 0 y 8 días. Los resultados se analizaron aplicando la metodología de superficie de respuesta (MSR) mediante una regresión múltiple.

	T ^a	pH ^b	C ^c	Tiempo 0 días Log ₁₀ UFC/mL	Tiempo 8 días Log ₁₀ UFC/mL
1	-5.0	6.0	0	5.9	6.41
2	-5.0	6.0	1000	6.51	5.26
3	-5.0	6.0	1000	6.47	5.24
4	-15.0	5.0	2000	5.77	2.39
5	-15.0	5.0	2000	5.19	5
6	-5.0	7.0	1000	6.73	6.56
7	-15.0	7.0	2000	4.84	4.41
8	-5.0	6.0	1000	6.11	5.33
9	-15.0	7.0	2000	4.95	4.21
10	5.0	6.0	1000	6.38	5.3
11	-15.0	6.0	1000	6.13	4.47
12	-15.0	7.0	0	6.58	6.2
13	5.0	7.0	2000	5.68	3.69
14	-15.0	5.0	0	5.9	4.75
15	-15.0	7.0	0	6.81	6.16
16	-15.0	5.0	0	5.95	5.07
17	-5.0	6.0	1000	5.84	5.47
18	5.0	5.0	2000	4.92	4.21
19	-5.0	6.0	1000	6.3	5.27
20	5.0	7.0	2000	5.74	3.17
21	5.0	5.0	0	5.84	5.47
22	5.0	7.0	0	6.77	6.42
23	-5.0	6.0	1000	6.33	4.69
24	5.0	5.0	0	6	5.69
25	-5.0	6.0	2000	5.55	4.65
26	5.0	5.0	2000	4.812	5.65
27	-5.0	5.0	1000	5.81	4.23
28	5.0	7.0	0	6.27	6.44

Tabla 1

Tratamientos y resultados experimentales para la inhibición de Salmonella choleraesuis ATCC 43890 con la combinación de temperatura, pH y aceite esencial de citral.

El análisis estadístico muestra que los resultados experimentales se ajustaron a un modelo cuadrático, al tiempo de almacenamiento de 0 días. Este modelo describe la influencia de los factores investigados en forma independiente: temperatura (T), pH y aceite esencial de citral (C) en Qg/mL y el efecto de las interacciones: T*pH, T*C y pH*C. Así como el efecto de los cuadrados: T², pH² y C². La ecuación obtenida es $Y = 4.1406 - 0.097266 \cdot T + 0.23379 \cdot pH + 1.43508 \cdot 10^{-3} \cdot C + 2.99065 \cdot 10^{-5} \cdot T^2 + 0.017991 \cdot pH^2 - 5.27009 \cdot 10^{-7} \cdot C^2 + 0.015737 \cdot T \cdot pH + 4.76250 \cdot 10^{-6} \cdot T \cdot C - 1.38875 \cdot 10^{-4} \cdot pH \cdot C$, donde es Y es la variable respuesta. El coeficiente de determinación fue de 0.8197.

Para el tiempo de almacenamiento de 8 días, los resultados experimentales se ajustaron a un modelo 2FI (interacción de dos factores). La ecuación que describe le comportamiento de *Salmonella choleraesuis* a este tiempo de almacenamiento es $Y = 3.13683 + 0.21597 \cdot T + 0.48385 \cdot \text{pH} + 1.37233 \cdot 10^{-3} \cdot C - 0.031687 \cdot T \cdot \text{pH} - 7.06250 \cdot 10^{-6} \cdot T \cdot C - 3.75625 \cdot 10^{-4} \cdot \text{pH} \cdot C$, donde Y es la variable respuesta, ciclos logarítmicos de la población microbiana de *Salmonella choleraesuis*. El coeficiente de determinación fue de 0.6804.

Los coeficientes de determinación para el tiempo de almacenamiento de 0 d y 8 d indican que 18.03% y 31.94% respectivamente de la variación total en la respuesta no se puede explicar por los modelos desarrollados. Los valores F-Modelo fueron 9.09 y 7.45 respectivamente, estos valores indican que los modelos cuadrático y 2FI para los tiempos de 0 d y 8 d fueron significativos ($p > 0.05$). Los valores Fo para los parámetros de cada modelo fueron útiles para explicar el grado de significancia de los efectos de las variables y sus interacciones. Para los dos tiempos de tratamiento evaluados, el parámetro más significativo fue la concentración de aceite esencial de citral. Al tiempo de 0 d, el segundo parámetro más significativo fue el pH y posteriormente el cuadrado de la concentración de citral. A los 8 d de almacenamiento el segundo parámetro con más significancia fue la interacción $\text{pH} \cdot C$ y posteriormente la interacción $T \cdot \text{pH}$. Esto significa que los cambios en concentración de aceite esencial de citral tienen un efecto significativo sobre la inactivación de *Salmonella choleraesuis*. A los 8 d de almacenamiento, las interacciones entre el pH y la concentración de aceite esencial de citral o la temperatura, también tienen un efecto significativo sobre la inactivación de la bacteria control.

Las gráficas 1 y 2 muestran las superficies de respuesta para los tiempos de almacenamiento de 0 d y 8 d de almacenamiento de los tratamientos. En

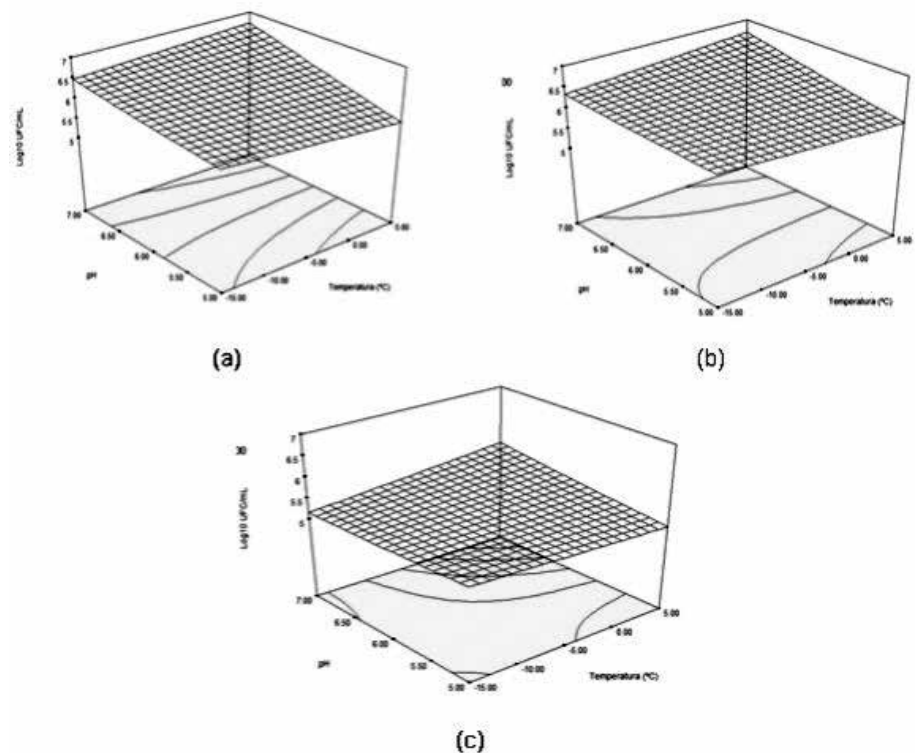


Figura 1

Gráficas de superficie de respuesta para la inactivación de *Salmonella choleraesuis* con la combinación de temperatura, pH y concentración de aceite esencial de citral al tiempo de 0 d de almacenamiento. Aceite esencial de citral (a) 0 Qg/mL, (b) 1000 Qg/mL, (c) 2000 Qg/mL.

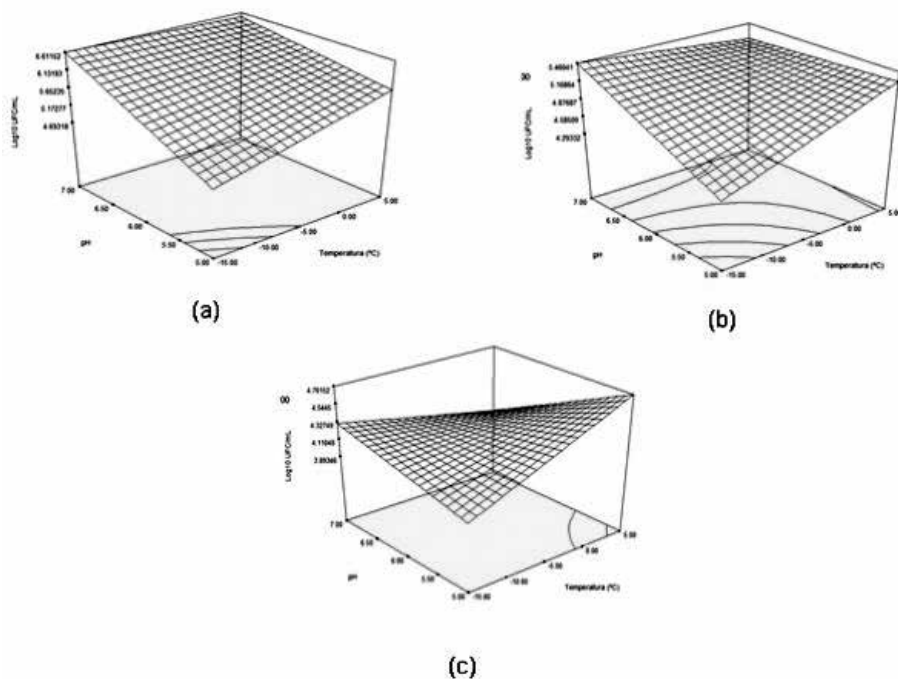
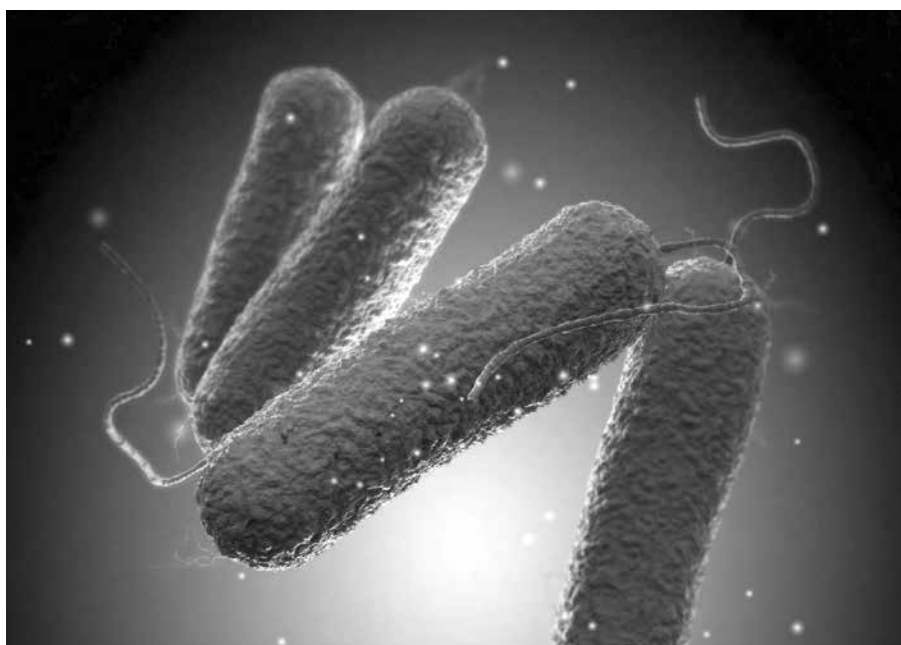


Figura 2

Figura 2. Gráficas de superficie de respuesta para la inactivación de la *Salmonella choleraesuis* mediante la combinación de temperatura, pH y concentración de aceite esencial de citral al tiempo de 8 d de almacenamiento. Aceite esencial de citral (a) 0 Qg/mL, (b) 1000 Qg/mL, (c) 2000 Qg/mL

la primera gráfica se observa el efecto que tiene la concentración de aceite esencial de citral con una reducción significativa de la población de *Salmonella choleraesuis* a 2000 Qg/mL. En la Figura 2 se muestra que la interacción temperatura*pH tiene un efecto significativo sobre la reducción de las poblaciones de la bacteria control. La temperatura de -15°C y el pH de 5.0 provocan la inhibición microbiana mayor. Este comportamiento puede ser explicado posiblemente por que en la temperatura de -15°C las bacterias de *Salmonella choleraesuis* pueden sufrir daño subletal. La bacteria sufre daños que no la inactivan pero la hacen tener cambios como alteración en la membrana celular vuelven más sensible a los agentes antimicrobianos (Booth, 2002).



Conclusiones

A través del efecto de la combinación de aceite esencial de citral, temperatura de refrigeración o congelación y pH se obtuvieron modelos matemáticos para la inhibición de *Salmonella choleraesuis*. Se observó una disminución significativa en el crecimiento en la bacteria control a los 8 d de almacenamiento en las condiciones de almacenamiento, combinando aceite esencial de citral, temperatura y pH. El mayor efecto en inhibición se observa a la temperatura de -15 °C y en pH ácido.

Bibliografía

- Beuchat, L.R. 1989. *Surface decontamination of fruits and vegetables eaten raw: a review*, WHO/ESF/FOS/98.2.
- Booth, I.R. Stress and the single cell: Intrapopulation diversity is a mechanism to ensure survival upon exposure to stress. *International Journal of Food Microbiology*. 78:19-30. 2002.
- Borboa-Flores, J., Rueda-Puente, E.O., Acedo-Félix, E., Ponce, J.F., Cruz-Villegas, M., García-Hernández, J.L. y Ortega-Nieblas, M.M. Evaluation of antibacterial activity *in vitro* of essential oils vs *Clavibacter michigaensis* subespecie michiganensis. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 12, 539-547. 2010.
- Doyle, M.P. 1989. *Foodborne bacterial pathogens*. Marcel, Dekker, Inc. New York
- ICMSF. 1996. *Microorganismos de los alimentos: características de los patógenos microbianos*. Editorial Acribia, Zaragoza (España), pp 165-174
- Longyuan, M., Seung J. C., Alamed, A., Henson, L., Popplewell, M., McClements, D.J. y Decker, E. 2010. Citral Stability in Oil-in-Water Emulsions with Solid or Liquid Octadecane. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 58.1 533-536.
- Miles, A.A, Misra, S.S. e Irwin, J.O. 1938. The estimation of the bactericidal power of the blood. *The Journal of Hygiene*, 38 (6): 732-49
- Morris, G.J. y Potter, M.E. 2013. *Foodborne infections and intoxications*. Academic Press. 4th Edición. USA
- Paranagama, P.A., Adhikari, A.A.C., Abeywickrama, K.P.A. y Premarathne-Bandara. 2002. Toxicity and repellent activity of *Cymbopogon citratus* (D.C.) Stapf. And *Murray koenigii* Sprang against *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera; Bruchidae). *Tropical and Subtropical Agroecosystem*. 5:24-28.
- Plazas-Tovar, L., Wolf-Maciel, R.M., Ferreira-Pinto, G., Macial-Filho, R. y Ramalho-Gomez, D. 2010. Factorial design applied to concentrate bioactive component of *Cymbopogon citratus* essential oil using short path distillation. *Chemical Engineering Research and Design*. 88:239-244.
- Rodríguez-García, M.O., Márquez-González, M. y Hernández-Mireles, C. 2013. "Salmonella". En: *Riesgos asociados al consumo de alimentos*. Torres-Vitela, M.R. (Editor). Universidad de Guadalajara. ISBN 978-607-450-641-9.
- Sofos, J. 2013. *Advances in microbial food safety*. Woodhead Publishing. USA. Volumen I.



Acumulación de Hg, Pb, Cd y Zn por *Pomacea flagellata* en tres balnearios ubicados en la región urbana de la Laguna de Bacalar

14

TECNOLOGÍA 35

Acerca de los autores...

^{1,2 y 3}División de Ciencias e Ingeniería,
Departamento de Ingeniería Ambiental,
Universidad de Quintana Roo, Chetumal,
Quintana Roo.

⁴Biología y Bioingeniería, Centro de
Investigación y de Estudios Avanzados del
IPN. San Pedro Zacatenco, México D. F.

José Luis González Bucio¹, José Manuel Carrión Jiménez¹, Jaime Dionisio Cuevas
Domínguez², Fernando Enrique Flores Murrieta², Joel Omar Yam Gamboa²,
Jesús Moreno Caraveo², Josefina Pérez Vargas³, Graciano Calva Calva⁴

Resumen

Por sus características hidrológicas y geológicas, la Laguna de Bacalar en Quintana Roo, es una zona propensa a ser impactada por metales pesados, debido al crecimiento urbano y las actividades económicas en la región. El presente trabajo tiene como objetivo el estudio de la acumulación en el año 2014 de los metales pesados Hg, Pb, Cd y Zn en el molusco *Pomacea flagellata* Say, 1827 que habita en la zona de la Laguna de Bacalar. Para ello, se realizaron muestreos en tres sitios a lo largo de la Laguna durante la temporada de seca (enero) y la temporada de lluvia (mayo). En temporada de lluvia, los niveles de acumulación de los metales estudiados se incrementaron ligeramente, tanto en el molusco como en los sedimentos. Se observó por un lado, que las cantidades de estos metales en el molusco estuvieron por debajo del límite máximo permisible (LMP) que indica la norma mexicana correspondiente (NOM-129-SSA1-1995), sin embargo las de Pb y Hg rebasaron los límites internacionales que indican las normas de la Unión Europea, la FAO y la FAO/WHO. Por otro lado, las cantidades de todos los metales analizados en sedimento rebasaron los LMP que indica la norma NOM-001 ECOL- 1996, y por consiguiente las normas internacionales.

Palabras clave:

Metales pesados, molusco, sedimentos, adsorción-desorción.

Introducción

La contaminación dulceacuícola ocasionada por las actividades antropogénicas constituye uno de los problemas de mayor trascendencia en nuestros tiempos. Las Lagunas y estuarios son los ecosistemas más frágiles y sensibles y con el transcurso de los años han sufrido una serie de transformaciones negativas, esto debido a la gran contaminación.

Muchos de esos ecosistemas acuáticos se encuentran contaminados, por causa de la actividad humana, algunos incluso, con sustancias tóxicas, como los metales pesados (González, *et al.*, 2008) que son altamente dañinos para la biota acuática, debido a su capacidad de bioacumulación y biomagnificación a lo largo de la cadena trófica (Marcovecchio, *et al.*, 1991).



La Laguna de Bacalar es la más importante en el sur de Quintana Roo, por su gran atractivo turístico, su belleza natural, cultural, histórica y escénica para los habitantes locales, regionales, nacionales e internacionales. Además, presenta una gran riqueza de especies características de ambientes lacustres, como por ejemplo el molusco de la especie *Pomacea flagellata* Say, 1827, mejor conocido en la región como caracol chivita, el cuál es capturado para autoconsumo y también para su venta.

A los caracoles correspondientes al género *Pomacea* se les ha asignado distintos nombres, como: “caracol manzana”, con el que es conocido a nivel mundial. En Tabasco

lo llaman “tote”, “caracol de Río” y “caracol de pantano”; en Chiapas se le denomina “tango”; en Veracruz “tegogolo” (Rangel, *et al.*, 2003) y en Quintana Roo es conocido como “caracol chivita” (Fig. 1).



Figura 1

Pomacea flagellata Say, 1827, encontrado en la laguna de Bacalar, al sur de Quintana Roo, donde es conocido como caracol chivita y utilizado por la comunidad para autoconsumo y venta regional.

Aunque aún parece encontrarse en buen estado de conservación, la Laguna de Bacalar sufre debido a la contaminación proveniente de fuentes antropogénicas derivadas de actividades de agricultura y ganadería, pero principalmente a la falta de drenaje de la ciudad de Bacalar, lo cual inciden negativamente en la calidad del agua de la Laguna (Seduma, 2011).

No existen antecedentes de algún estudio sobre el contenido de metales pesados aguas y sedimentos en la Laguna de Bacalar y menos en el caracol *Pomacea flagellata* Say, 1827 o chivita, motivo de este estudio, el cual pretende investigar si estos organismos presentan contenido de metales que rebasen las normas mexicanas e internacionales y que su consumo constituya un riesgo para la salud el consumidor.

Metodología

La Laguna de Bacalar está ubicada en las coordenadas 18° 40' 47'' N; 88° 23' 05'' W a un costado del pueblo de Bacalar, a unos 35 km al norte de la ciudad de Chetumal, Quintana Roo (Figura 2). Es una enorme extensión de aguas poco profundas, con arena blanca y muy suave. Tiene una altitud de 10 metros sobre el nivel del mar. Esta Laguna es parte de un sistema Lagunar de aproximadamente 55 kilómetros de largo, que se comunica con la Bahía de Chetumal por medio del Río Hondo y el estero de Chaac (Pueblos de México, 2012).

Figura 2

Ubicación de la Laguna de Bacalar en el sur de Quintana Roo. Sufre contaminación proveniente de actividades de agricultura y ganadería, pero principalmente por la falta de drenaje, lo que incide negativamente en la calidad del agua de la Laguna.



Sitos de Muestreo

En el año 2014, se estableció un diseño para el muestreo de moluscos y sedimentos en tres puntos de la Laguna. El criterio para la ubicación de la red de estaciones de muestreo se basó en la ubicación de los balnearios principales y puntos con mayor descarga de aguas pluviales, considerando que estos puntos son paralelos a la zona centro del área urbana.

Con respecto a las estaciones del año, se llevaron a cabo dos muestreos. El primero correspondió a la temporada de seca (febrero) y el segundo, a la temporada de lluvia (mayo).

Se eligieron tres sitios de muestreo ubicados geográficamente a lo largo de la orilla de la Laguna. Estos fueron:

Sitio 1. Frente al Balneario Ejidal. Se eligió porque es uno de los lugares más concurridos por los visitantes y habitantes locales. Presenta influencia directa de las descargas de aguas pluviales provenientes del área urbana de la ciudad de Bacalar.

Sitio 2. Frente al Club de Vela. Se localiza a un costado de la Terminal Marítima de los Marineros y frente al Fuerte de Bacalar.

Sitio 3. Frente al Balneario Municipal. A diferencia de los Sitios 1 y 2, es el lugar con menor presencia de visitantes.

Se tomaron muestras de moluscos y sedimentos por sitio, a una distancia de 10 metros de la línea de costa. Las muestras de sedimentos se tomaron en áreas de 20 cm de diámetro y 15 cm de profundidad mediante una Draga.

Para los estudios de contenido de metales pesados en caracol y por razones de control ecológico regional, se colectaron 26 especímenes de *Pomacea*

flagellata Say, 1827. En la temporada de seca, se colectaron cuatro organismos en el sitio 1, tres individuos en el sitio 2 y dos en el sitio 3. Tanto los organismos como los sedimentos, se colocaron en bolsas de polipropileno, previamente lavadas con ácido nítrico diluido al 10%, siguiendo el criterio propuesto por Word y Mearns, 1979.

La temperatura, oxígeno disuelto (OD), pH y conductividad se determinaron “*in situ*”. La digestión del tejido de los organismos se realizó por Digestión Húmeda, según la metodología establecida en la norma ISO-11466 (1995) y se analizó por Espectroscopía de Absorción Atómica, según lo reportado por Perkin-Elmer (1996).

Los análisis de metales pesados (Hg, Cd, Pb y Zn) se efectuaron utilizando un espectrofotómetro de absorción atómica (EAA) marca Varian, modelo AA 220, equipado con llama aire/acetileno y generador de hidruros de la marca VGA 77 (vapor frío).

Resultados y Discusiones

Metales pesados en *Pomacea flagellata* Say, 1827

En la Tabla 1, se pueden observar los resultados del contenido de metales pesados (Hg, Pb y Cd) obtenidos en las muestras de moluscos recolectados en la temporada de seca. Para el Hg, podemos observar que todas las muestras analizadas arrojaron valores que no rebasan los LMP de la norma nacional mexicana NOM 129-SSA1-1995, donde se establece que el Hg no debe rebasar los valores de 1 Qg/g. En el sitio S2C1 (0.8 Qg/g) se observó el valor más elevado en concentración del metal Hg. Comparando los valores de Hg con el límite aceptable propuesto por la Comunidad Europea (CE) (1998) que es de 0.5-1 Qg/g vemos que más de la mitad de las muestras rebasan dicho estándar.

SECA	Contenido (Qg/kg)		
Muestra	Hg	Pb	Cd
S1C1	0.6	0.29	0.005
S1C2	0.7	0.28	0.011
S1C3	0.3	0	0.003
S1C4	0.7	0.27	0.008
S2C1	0.8	0.22	0.012
S2C2	0.2	0.48	0.007
S2C3	0.4	0.17	0.006
S3C1	0.5	0.32	0.007
S3C2	0.6	0.29	0.009

Tabla 1

Contenido de metales pesados en *Pomacea flagellata* en temporada de seca.

Para el Pb, en todas las muestras se obtuvo un resultado que no rebasa los LMP de acuerdo a la NOM (1995) que establece un valor para el Pb de 1 Qg/g en productos de la pesca. El valor más elevado del metal Pb en los moluscos fue en el sitio S2C2 (0.48 Qg/g). La CE (2005) establece que el LMP de Pb en músculo de peces comerciales es de 0.2 Qg/g, mientras que para la FAO (1983) y para la FAO/WHO (1989) es de 0.5 Qg/g.

Para el Cd, los valores experimentados en todas las muestras se mantuvieron por debajo del que indica la NOM (1995) (0.5 Qg/g) y debajo del límite aceptable que proponen la CE (2005) y la FAO/WHO (1989) para metales pesados en músculo de pescados, que es de 0.05 y 0.5 Qg/g respectivamente. El metal Zn no se pudo analizar, debido a que la lámpara no fue detectada por el equipo de Espectroscopia de Absorción Atómica.

En la Tabla 2, se pueden observar los resultados en las muestras de *Pomacea flagellata*, correspondientes a la temporada de lluvia. Para el Hg podemos observar que sólo una muestra (S3C4= 1.4 Qg/g) rebasa el LMP por la NOM 129-SSA1-1995, donde establece que el Hg no debe rebasar los valores de 1 Qg/g. Sin embargo, comparando los valores de Hg con el límite aceptable propuesto por la Comunidad Europea (CE) (1998) que es de 0.5-1 Qg/g vemos que todas las muestras rebasan dicho estándar. La concentración más baja del Hg se presentó en dos muestras del Sitio 1 (S1C3 y S1C2) y una muestra del Sitio 3 (S3C1) con una concentración de 0.5 Qg/g cada una.

Tabla 2

Contenido de metales pesados en molusco en temporada de seca 2014.

LLUVIA	Contenido (µg/kg)		
Muestra	Hg	Pb	Cd
S1C1	0.8	0.37	0.01
S1C2	0.5	0.52	0.013
S1C3	0.5	0.62	0.014
S2C1	0.8	0.52	0.011
S2C2	0.7	0.38	0.012
S2C3	0.9	0.63	0.011
S2C4	0.6	0.5	0.01
S3C1	0.5	0.67	0.014
S3C2	0.8	0.42	0.017
S3C3	0.8	0.57	0.013
S3C4	1.4	0.5	0.02

Para el Pb podemos observar que en todas las muestras se obtuvo un resultado que no rebasa los LMP por la NOM anteriormente mencionada, que establece un valor para el Pb de 1 Qg/g en productos de la pesca. El valor más elevado del metal Pb en el molusco se encontró en el sitio S3C1 (0.67 Qg/g). Considerando los LMP para el Pb por la Comunidad Europea (2005), la FAO (1983) y la FAO/WHO (1989), donde establecen la concentración límite de 0.2, 0.5 y 0.5 Qg/g respectivamente, observamos que los metales sobrepasan esas concentraciones.

Para el Cd los valores experimentados en todas las muestras se mantuvieron por debajo de lo que indica la NOM (1995) (0.5 Qg/g) y la FAO/WHO (1989) (0.5 Qg/g). Al igual que con el mercurio, la muestra S3C4 presenta la mayor concentración (0.2 Qg/g). Se observa que las mayores concentraciones para los tres metales en *Pomacea flagellata* se presentaron en la temporada de lluvia.

Metales pesados en sedimento

Los resultados del análisis de metales pesados (Hg, Pb, Cd y Zn) en sedimento para la temporada de seca se muestran en la Tabla 3.

SECA, 2014	Contenido (µg/kg)			
Muestra sedimento	Hg	Pb	Cd	
S1S1	14.20	1.85	0.136	
S2S1	13.43	1.51	0.133	
S3S1	15.20	1.51	0.144	

Tabla 3

Contenido de metales pesados en sedimento en la temporada de seca

Para el Hg, las concentraciones obtenidas en todas las muestras de ambas temporadas rebasaron los LMP por las normas nacionales mexicanas y las internacionales.

Para el Pb, las concentraciones fluctuaron entre 1.51 y 1.85 Qg/g para la temporada de seca. La concentración más alta (1.85 Qg/g) correspondió a la réplica de sedimento obtenida del Sitio 1. Todas las concentraciones rebasan el LMP establecido por la NOM-001-ECOL-1993 para estuarios, tanto en promedio mensual (0.2 Qg/g) como en promedio diario (0.4 Qg/g).

Con respecto al Cd, los valores de concentración oscilaron entre 0.133 y 0.144 Qg/g. La mayor concentración se encontró en el Sitio 3 (0.144 Qg/g), mientras que en el Sitio 2 se registró la concentración más baja (0.133 Qg/g). Los valores encontrados superan el LMP en la Norma Oficial Mexicana (NOM-001-ECOL-1993), que establece el valor de hasta 0.1 Qg/g en promedio mensual para aguas de estuarios.

En la Tabla 4, los resultados correspondientes a las concentraciones de metales pesados en sedimento de la Laguna de Bacalar durante la temporada de lluvia, se muestran a continuación.

LLUVIA 2014	Contenido (µg/kg)			
Muestra sedimento	Hg	Pb	Cd	
S1S1	12.21	1.8	0.123	
S2S1	11.31	1.91	0.135	
S3S1	10.65	2.17	0.128	

Tabla 4

Contenido de metales pesados en sedimento en la temporada de lluvia

Para el Hg, al igual que en la temporada de seca, los valores de este elemento rebasaron los LMP. Fluctuando los valores de 10.65 a 12.21 Qg/g, lo cual significa que existe una concentración elevada de este metal en los tres sitios estudiados. Con respecto al Pb y al Cd, los valores obtenidos rebasan el LMP que establece la norma mexicana NOM-001-ECOL-1996, el cual indica que la concentración máxima en promedio mensual para plomo y cadmio en aguas costeras de recreación es de 1 y 0.4 Qg/g respectivamente.

Análisis de componentes principales (ACP)

A continuación se representan los resultados del análisis de componentes principales (ACP) generados con XLSTAT (Addinsoft, 2014), utilizando las 26 muestras de caracol, el contenido de metales pesados y los parámetros fisicoquímicos evaluados.

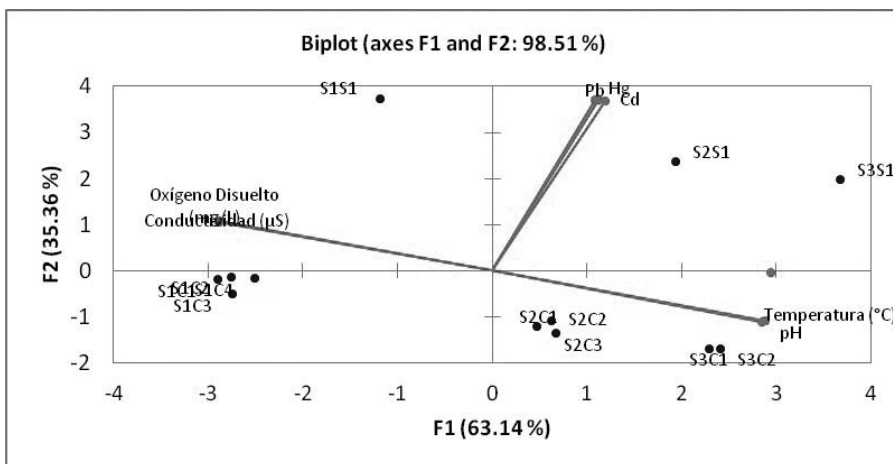


Figura 3

Análisis de Componentes Principales correspondiente a la temporada de seca.

En la Figura 3, podemos observar que el ACP correspondiente a la temporada de seca contiene un 98.51% de la varianza total. El primer componente principal (CP-I) muestra una varianza de 63.14% y la correlación de los metales (Hg, Pb y Cd), el pH, la temperatura y las muestras S2S1, S2C1, S2C2, S2C3, S3S1, S3C1 y S3C2. Según (Tsai L.J., *et al.* 1998) cuando los metales están agrupados, indican también que tienen la misma fuente de contaminación. El segundo componente principal (CP-II) representa una varianza de 35.36% y está definido por la conductividad, el oxígeno disuelto y las muestras de caracol y sedimento correspondientes al Sitio 3 (S3S1, S3C1, S3C2, S3C3 y S3C4).

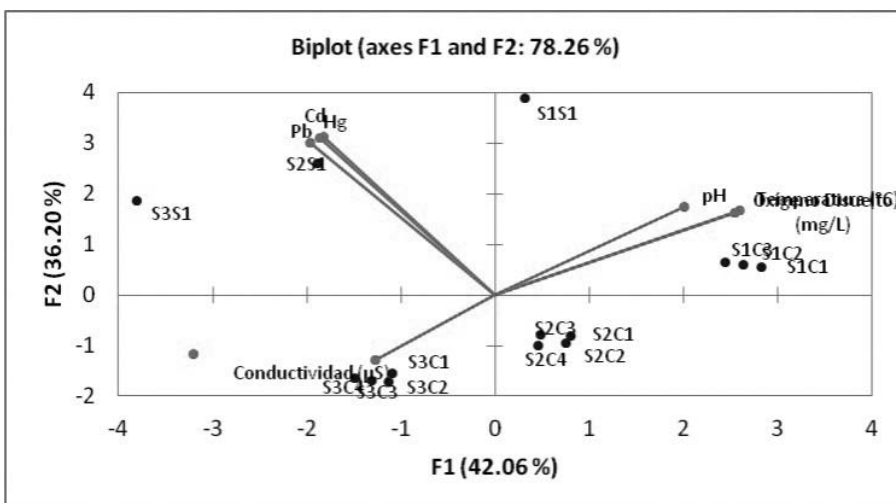


Figura 4

Análisis de Componentes Principales (ACP) correspondiente a la temporada de lluvia.

En la Fig. 4 se muestra el ACP correspondiente a la temporada de lluvia y presenta una varianza total de 78.26% distribuido en sus dos componentes, ACP-I y ACP-II, con una varianza de 42.06% y 36.20% respectivamente. El primer componente principal (CP-I), está definido por 3 los parámetros pH, Temperatura y OD, el cual explica el 42.06 % de la varianza total. El segundo componente principal (CP-II) está definido por los metales pesados Hg, Pb y Cd y el parámetro Conductividad y explica el 36.20% de la varianza total. En el primer componente principal (CP-I), correlacionan las muestras S1S1, S1C1, S1C2, S1C3, S2C1, S2C2, S2C3 y S2C4 en estas muestras se presentan mayores concentraciones de los metales de esta temporada e inclusive los valores más elevados de los metales pesados estudiados.

Conclusiones

Las concentraciones de Hg, Pb y Cd en *Pomacea flagellata* en temporada de seca no rebasaron el LMP que establece las normas mexicanas. Sin embargo, el Hg supera el valor de referencia internacional que marca la CE, y el Pb se encuentra dentro del límite aceptable la FAO y la FAO/WHO. Las concentraciones más elevadas para cada metal se obtuvieron en muestras del Sitio 2. Las concentraciones de los metales Pb y Cd son mayores en temporada de lluvia que en temporada de seca.

Las concentraciones de los metales Hg, Pb y Cd en las réplicas de sedimento, obtenidas en los sitios de muestreo en la Laguna de Bacalar, fueron muy superiores al LMP que establece la NOM (1996). En general, se observó un incremento en el contenido de Pb y Cd en la temporada de lluvia con respecto a las concentraciones obtenidas en la temporada de seca.



Recomendaciones

Se recomienda realizar un análisis espacio temporal en sedimento y columna de agua en la Laguna de Bacalar para obtener información más precisa que permita confirmar la contaminación por Hg, Pb y Cd en esta zona.

Agradecimientos

Este trabajo fue financiado en la convocatoria 2014 “Apoyo a Proyectos Internos de Investigación de la División de Ciencias e Ingeniería, bajo el proyecto UQROO/DCI/PI/02/14”

Referencias

- Addinsoft (2014). XLSTAT (Versión 2014.3.01) [Programa de computación]. USA: Addinsoft.
- EC, (2005). European Community. Commission Regulation No 78/2005 (pp. L16/43-L16/45). *Official Journal of the European Union* (20.1.2005).
- FAO, (Food and Agriculture Organization), (1983). Compilation of legal limits for hazardous substances in fish and fishery products, *FAO Fishery Circular* No. 464, pp. 5-100.
- FAO/WHO (1989). Evaluation of certain food additives and the contaminants mercury, lead and cadmium, WHO *Technical Report*, Series No. 505.
- González Bucio, J. L., Carrión Jiménez, J. M., Yam Gamboa, O., y Díaz López, C. (2008). Contaminación de la Bahía de Chetumal por metales pesados, materia orgánica y nutrientes producidos por las descargas de aguas residuales municipales. *Caos Conciencia*, pp. 5-11.
- International Standard Soil Quality, ISO 11466 (1995). Soil quality-Extraction of trace elements soluble in aqua regia. Switzerland: ISO.
- Marcovecchio, J., Moreno, V., y Pérez, A. (1991). Metal accumulation in tissues of sharks from de Bahía Blanca Estuary, Argentina. *Marine Environmental Research*, pp. 263-274.
- NOM-001-ECOL-1996 (1996). LMP de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. México: Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca.
- NOM-129-SSA1-1995 (1995). Bienes y servicios. Productos de la pesca: secos- salados, ahumados, moluscos cefalópodos y gasterópodos frescos-refrigerados y congelados. Disposiciones y especificaciones sanitarias. México: Secretaría de Salud.
- Perkin-Elmer (1996). Analytical Methods for Atomic Absorption Spectroscopy. USA: The Perkin-Elmer Corporation.
- Rangel Ruiz, J. L., Gamboa Aguilar, J., & Ulises Medina, R. (2003). Pomacea flagellata (Say, 1827) Un gigante desconocido en México. KUXULKAB´ Revista de divulgación de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, 5-9.
- Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente (SEDUMA). (21 de Marzo de 2011). Decreto mediante el cual se declara como área natural la región conocida como parque Laguna de Bacalar con la categoría de parque ecológico estatal ubicada en la localidad de Bacalar, municipio de Bacalar, estado de Quintana Roo. Obtenido de http://sema.qroo.gob.mx/sistemas/transparencia/utaippe_art.%2015/
- Tsai, L.J., Yu, K.C., Chang, J.S. y Ho, S.T. (1998). Fractionation of Heavy metals in Sediment Cores from the EII-Ren River Taiwan. *Water Science Technology* 37, 217-224.
- Word, J.Q., y Mearns, A.J. (1979). 60- meter control survey off southern California. Tech. Mem. C229-TR. South. Calif. Coastal Water Res. Proj., El Segundo, CA. 58 pp. García E., Calva G. *et al.*, a. Variabilidad de la expresión de la hormona de crecimiento humano en cultivos de raíces transformadas de Brassica oleracea var. italica. XVII National congress of Biochemical Engineering, VI International congress of Biochemical Engineering, VIII Biomedicine and Molecular Biotechnology Meeting. Acapulco, Guerrero, México. Trabajo: BML488FRE20100216. 2010.
- García E., Calva G. *et al.*, b. Expression of the human growth hormone in hairy roots cultures of Brassica oleracea var. italica. XV International Scientific Congress CNIC'2010. Organized by the National Center for Scientific Research. Havana, Cuba. *Revista CENIC Ciencias Biológicas* 41 (Número Especial): PNA050 ISSN 0253-5688. 2010.
- Staub J. *et al.*, “High-yield production of a human therapeutic protein in tobacco chloroplasts”. *Nat Biotechnol.* 18: 330-338, 2000.
- Russell D. *et al.*, “Host limits to accurate human growth hormone production in multiple plant systems”. *Biotechnol Bioeng.* 89:775-782, 2005.
- Kim T. *et al.*, “Expression of human growth hormone in transgenic rice cell suspension culture”. *Plant Cell Rep.* 27:885-891, 2008.
- Kim T. *et al.*, “Reduced protease activity in transformed rice cell suspension cultures expressing a proteinase inhibitor”. *Protein Expr. Purif.* 53:270-274, 2007.
- Xu Z. *et al.*, “Inhibition of endogenous trypsin- and chymotrypsin-like activities in transgenic lettuce expressing heterogeneous proteinase inhibitor SaPin2a”. *Planta* 218, 623-629, 2004.

La Incubadora de Negocios del Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, como Catalizador en la Transferencia de Tecnología en las PYMES del Municipio de Ecatepec



Daniel Morales Chong¹, Katulli Carmina Corral Miranda², Karla Ivette Téllez López³, Fernando Cázares Padrón⁴, y M. en A. Germán Domínguez Bocanegra⁵

Resumen

En el presente estudio, se analiza la importancia que tiene la Incubadora de Negocios del Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, en el proceso de transferencia de tecnología, misma que puede ser la encargada de asesorar y promover el desarrollo de nuevas tecnologías a través de estudiantes, académicos y empresas establecidas en el Estado de México y, por ende, del país.

Acerca de los autores...

^{1,2,3,4} Estudiante de la Maestría en Gestión Administrativa, del Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec (TESE).

⁵ Docente de la Maestría en Gestión Administrativa y Consultor de la Incubadora del TESE.



El principal objetivo de esta investigación es realizar un análisis de los componentes con los que cuenta la Incubadora de Negocios y el TESE, para la implementación de un Centro de Transferencia de Tecnología, que permita brindar de manera óptima la asesoría y el apoyo a estudiantes, académicos y empresas del Estado de México en la obtención de registros y patentes, lo cual permitiría fomentar y aprovechar al máximo el desarrollo de nuevas tecnologías.

Palabras clave: Transferencia de Tecnología, Registro Nacional de Instituciones y Empresas Científicas y Tecnológicas (RENIECyT), Sistema de Información Empresarial (SIEM), Asociación Mexicana de Parques Industriales Privados (AMPIP), Instituto Mexicano de la propiedad Intelectual (IMPI), Foro Científico y Tecnológico, A.C. (FCCyT), Programa Nacional de Innovación (PNI), Sistema Nacional de Investigadores (SNI).

Abstract

In the present study, the importance of the Business Incubator of Technology and Higher Studies Ecatepec, in the process of technology transfer, which may be responsible for advising and promoting the development of new technologies by students, academics discussed and enterprises established in the State of Mexico and, therefore, the country.

The main objective of this research is to analyze the components are there in the Business Incubator and TESE for the implementation of a Technology Transfer Center, which allows an optimal manner to provide advice and support for students, academics and businesses in the State of Mexico in obtaining records and patents, that would promote and maximize the development of new technologies.

Keyword: Technology Transfer, National Register of Scientific and Technological Institutions (RENIECYT), Business Information System (SIEM), Mexican Association of Private Industrial Parks (AMPIP), Mexican Institute of Industrial Property (IMPI), The Scientific Forum and Technology, A.C. (FCCyT), National Innovation Programme (NIP), National System of Researchers (SNI).

En la actualidad, podemos comprobar la importancia que tuvo la creación de las incubadoras de negocios dentro de las universidades en la década pasada, ya que se han convertido en un motor de suma importancia para el Estado de México, no sólo al ofrecer la consultoría para la creación de nuevos negocios y asesorías en distintos rubros administrativos y técnicos para las empresas ya establecidas, sino también en la generación de nuevos empleos para el país.

Con el transcurso del tiempo y la experiencia adquirida dentro de la incubadora del Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec los funcionarios, consultores y docentes de distintas áreas del conocimiento, analizaron que la Incubadora puede participar como un catalizador en la transferencia de tecnología, debido a que muchos de las empresas incubadas con el apoyo de diversos consultores y profesores, generan nuevas tecnologías o mejoras a las ya establecidas.

Este es el caso de la empresa Inenren, establecida en el 2008 como persona física con actividad empresarial; posteriormente logró el registro del RENIECyT, del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), lo cual le permitió acceder y obtener financiamiento por parte del COMECyT, por un monto de \$434,000.00. Sin embargo, en otros casos por lo general quedan como un bonito reconocimiento al esfuerzo, sin que se logre obtener el beneficio esperado tanto para el empresario como para la comunidad.

Mediante la colaboración de alumnos de la Maestría en Gestión Administrativa del Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC), se investigarán las alternativas más viables, que permitan de manera más eficiente y conveniente para el empresario y sociedad la realización de dicho proceso. Como primer Etapa se tomará como referencia el Municipio de Ecatepec y posteriormente los demás municipios del Estado de México. Este proceso es de suma importancia, ya que por lo general la investigación que se realiza en muchas universidades del país no es aplicada en el sector productivo, debido a la presencia de factores limitantes de la transferencia del conocimiento mediante la incubación de empresas universitarias. (García M., *et al.*, 2010).

En México la distribución de las empresas incubadas ha tenido un mayor desarrollo en el sector de servicios y una disminución de las empresas desarrolladoras de tecnología, de 226 incubadoras que aparecían en el directorio de la Red Nacional de Incubadoras de Empresas en México, sólo el 5% era de alta tecnología o base tecnológica, el 44% de negocios tradicionales y 51% de tecnología intermedia. En comparación con otros países, donde el 25% son de este tipo.

Otra diferencia es la clase de organizaciones o entidades que promueven y gestionan las incubadoras. Los gobiernos locales y federales en otros países, a diferencia de México, tienen una participación combinada entre gobierno, iniciativa privada, academia y otras organizaciones, en la cual se destacan las universidades, lo que nos lleva a pensar que se están generando empresas con mayor contenido científico y tecnológico.

En cuanto al tiempo de incubación, el número de empresas y las dimensiones físicas de éstas, existe una diferencia importante con relación a otros países, ya que mientras en ellos el promedio de incubación es de tres años, en México se reduce a un año siendo, el apoyo para el incubando de 6 a 8 meses, lo que significa que en el mismo periodo se incuba el triple de empresas que en otros países. Esto se debe a que en nuestro país la mayoría de las incubadoras no ofrecen el servicio de alojamiento, sino que funcionan como consultorías, con



espacios de oficina y otros servicios, lo cual les permite atender a un mayor número de empresas con las ventajas y desventajas que esto conlleva.

En la Incubadora del TESE, al ofrecer alojamiento y equipamiento de forma gratuita a los emprendedores, se tiene una ventaja en comparación a otras incubadoras del país. Por ello se busca recibir más apoyo económico tanto de la Secretaría de Economía como de la propia Institución, lo que permitirá ofrecer un mejor servicio así como la transferencia de tecnología.

Para iniciar el proceso de Transferencia de Tecnología en el Estado de México, es muy conveniente analizar el diagnóstico que se llevó a cabo en el Foro Científico y Tecnológico, A.C. (FCCyT), en el periodo 2004-2011, que nos permitirá contar con un panorama más amplio de la situación actual en materia de transferencia de la tecnología, el cual consta de cinco apartados:

El primero que tiene la finalidad de identificar la situación actual del sistema en la entidad a través de los principales indicadores como son el PIB (Producto Interno Bruto), el PIB *per cápita*, el PEA (Población Económicamente Activa), la tasa de desempleo, indicadores de competitividad estatal, la tasa de migración, escolaridad, indicadores de pobreza, entre otros.

Indicador	Valor estatal	Valor nacional 0% del nacional	Posición del Estado de México	Fuente
PIB (millones de USD), 2009	77,392	9.18%	2	INEGI, FCCyT
PIB per cápita (USD), 2009	5,216	9,961	27	OCDE, INEGI, CONAPO, FCCyT
Población Económicamente Activa (2010-III)	6,666,994	14.15%	1	INEGI
Tasa de desempleo (2010-III)	7.1%	5.6%	7	INEGI
Índice de Competitividad Estatal, 2008 (IMCO)	-	-	28	IMCO
Índice de Uso de los Recursos, 2004 (COPARMEX)	5.7	-	18	COPARMEX
Índice Potencial de Innovación Estatal, 2004	0.283	-	13	Ruiz, D.C.
Unidades Económicas, 2008	585,292	11.4%	1	INEGI, Censos Económicos
Tasa neta de migración, 1995-2000	0.50%	0	9	INEGI
Años promedio de escolaridad, 2010	9.1	-	8	INEGI
% de población alfabeta ² , 2010	91.29%	-	23	INEGI
Índice de Desarrollo Humano, 2004	0.7871	0.8031	18	PNUD
Índice de Marginación, 2005	-0.622	-	12	CONAPO
Pobreza alimentaria (% de la población), 2005	14.27%	18.24%	15	CONEVAL
Población de capacidades (% de la población), 2005	22.37%	24.70%	15	CONEVAL
Población de patrimonio (% de la población), 2005	49.88%	47.04%	16	CONEVAL
% de la población en condiciones de pobreza multidimensional, 2008	43.72%	44.20%	16	CONEVAL
% de viviendas con TV, 2010	95.96%	91%	7	INEGI
% de viviendas con computadora, 2010	31.52%	29%	13	INEGI
% de viviendas con teléfono, 2010	50.24%	-	5	INEGI

¹ La mejor posición corresponde al número 1, y la última posición al número 32, excepto en la Tasa de desempleo.

² Es la relación porcentual del número total de alfabetos entre la población de 15 y más años.

Figura 1

Principales indicadores económicos y sociales, Foro Consultivo Científico y Tecnológico del Estado de México, Diagnóstico en Ciencia, Tecnología e Innovación.

El segundo apartado realiza un análisis estadístico de los principales agentes del Sistema Estatal de Ciencia, Tecnología e Innovación (SECTI) en el Estado de México, abarcando del 2004-2010, conformado por el Sistema de Información Empresarial (SIEM), el RENIECyT, y los registros de la Asociación Mexicana de Parques Industriales Privados (AMPIP), en el cual analiza el acervo de recursos destinados a la ciencia y tecnología, incluyendo investigadores miembros del Sistema Nacional de Investigadores (SIN), la matrícula universitaria y estudios de posgrado, comprendidos en el periodo 2004-2009, y de igual forma, los centros de investigación con que cuenta el estado, los programas acreditados por el Consejo para la Acreditación de la Educación Superior (COPAES), además del PNPC y la productividad científica.

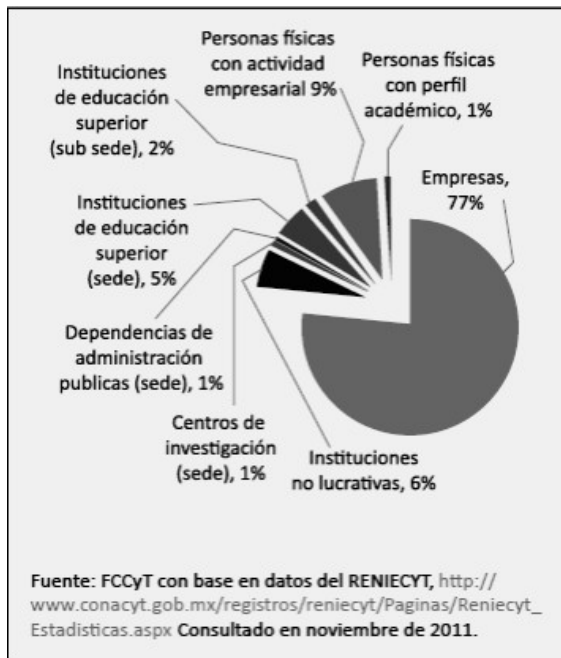


Figura 2

Integrantes del RENIECyT en el Estado de México en el 2012.

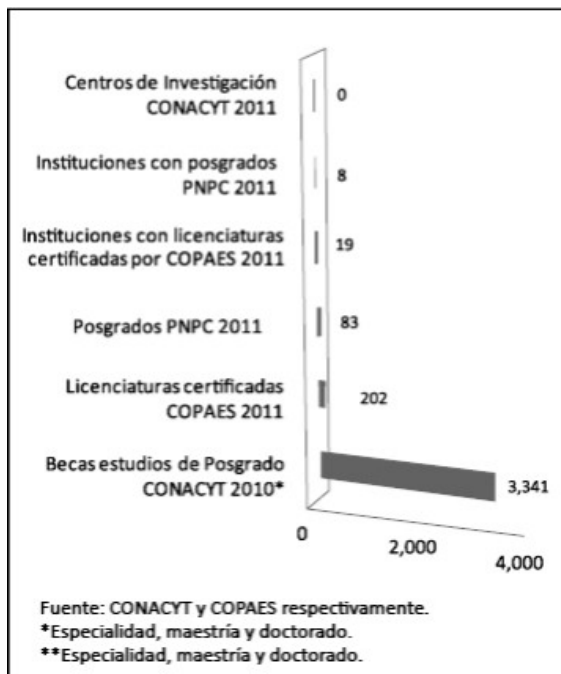


Figura 3

Infraestructura para la investigación en el Estado de México.

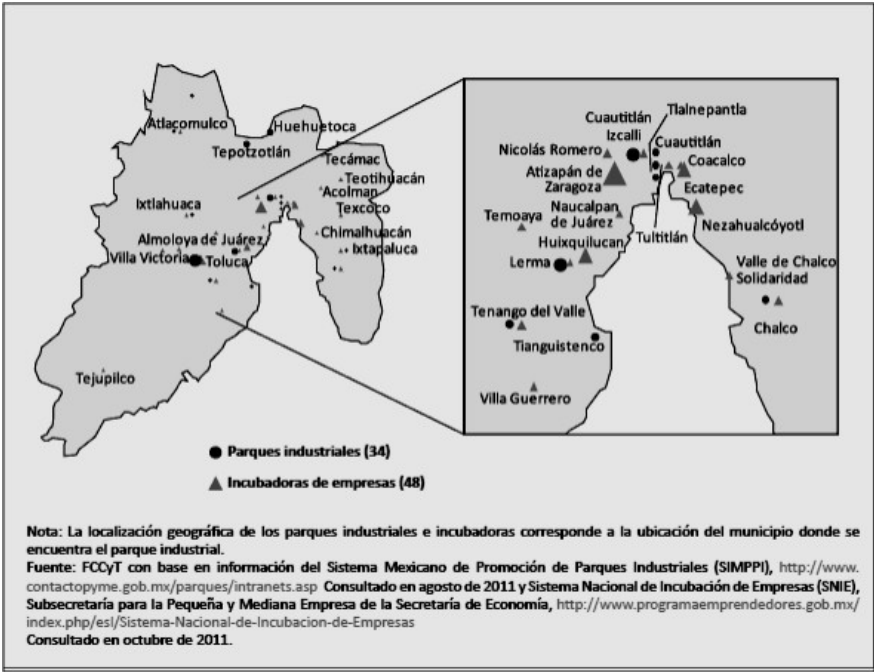


Figura 4

Distribución de Parques Industriales e Incubadoras en el Estado de México.

Descripción General	Totales
Empresas Establecidas	792
Empleos generados	50,697
Empresas Grandes (más de 251 empleados)	253
Empresas Medianas (51-250 empleados)	11
Empresas Pequeñas (1150 empleados)	161
Empresas Micro (0-10 empleados)	66

El Estado de México cuenta con 34 parques industriales registrados en el Sistema Mexicano de Promoción de Parques Industriales (SIMPPI); sin embargo, sólo 20 cuentan con información.
Fuente: <http://www.contactopyme.gob.mx/parques/intranets.asp>
Consultado en noviembre de 2011.

Figura 5

Descripción general de los Parques Industriales en el Estado de México.

En el Estado de México existen 19 incubadoras certificadas por la Secretaría de Economía del Estado de México y reconocidas por el INADEM, entre las cuales se encuentra la Incubadora de Negocios del Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, por lo que sus proyectos de incubación pueden participar en los distintos financiamientos que se ofrecen por parte de la entidad, para quienes desean emprender o realizar mejoras a sus negocios. De igual forma, esta certificación permite acceder a los financiamientos del PNI (Programa Nacional de Innovación) de la Secretaría de Economía, para proyectos de nuevas tecnologías.

A continuación se presentan datos estadísticos relevantes, que ponen de manifiesto la importancia que tendría la participación de las incubadoras del país en el proceso de transferencia de tecnología.

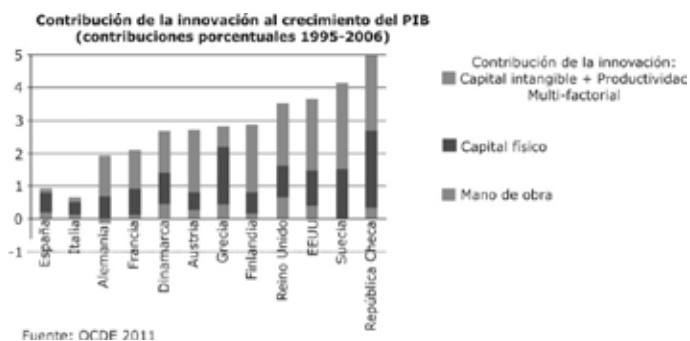


Figura 6

Contribución de la innovación al crecimiento del PIB (contribuciones porcentuales 1995-2006).

Países exitosos con estrategias nacionales de innovación

País	Desarrollo de estrategia integral de innovación	Crecimiento económico en el quinquenio anterior*	Crecimiento económico en el quinquenio posterior*
Finlandia	Mediados de los 90's	1990-1994: -1.2%	1995-1999: 4.5%
Irlanda	1997	1992-1996: 5.9%	1997-2001: 9.2%
Singapur	Mediados de los 80's	1981-1985: 6.5%	1986-1990: 8.5%
Estados Unidos	Inicio de los 80's	1978-1982: 1.8%	1983-1987: 4.5%

Fuente: Cálculos de SE con datos de OCDE, Banco Mundial y sitios sobre las políticas de innovación de los distintos países.
*Crecimiento real anual promedio del PIB en PPP (paridad de poder de compra)

En los últimas décadas, México ha incrementado sus exportaciones a través de productos de alta tecnología, de acuerdo con cifras del Banco Mundial.



Figura 7

Exportación de productos de alta tecnología.

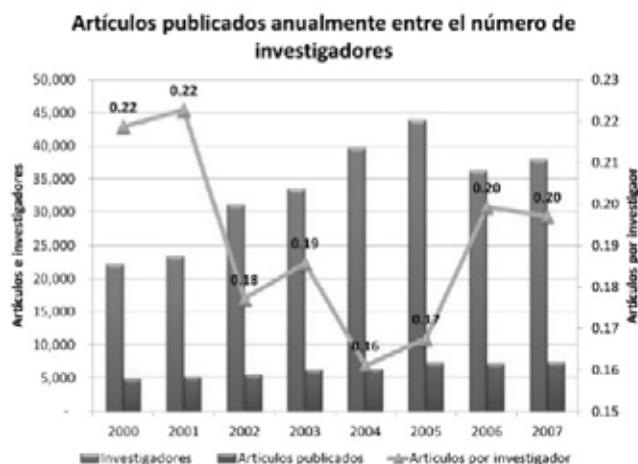
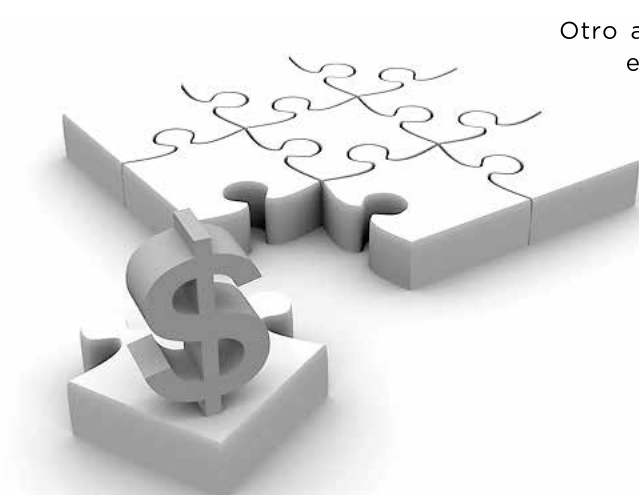


Figura 8

Producción científica con respecto al número de investigadores y artículos publicados.

Fuente: Institute for Scientific Information, 2009.
OCDE Statistics 2010. Incluye investigadores SNI y no SIN



Otro aspecto importante es el apoyo del estado, para que empresarios mexicanos logren mayor número de registros de sus patentes y los puedan comercializar dentro y fuera del país. A partir de la década de los noventa, la legislación sobre propiedad intelectual se ha modificado para ajustarla a los nuevos tiempos, con el objeto de modernizar la normatividad, en sintonía con los procesos de globalización de la economía mundial, mejorando con ello la protección de los derechos de propiedad intelectual. Estas modificaciones, que iniciaron con la Ley de Fomento y Protección de la Propiedad Industrial de 1991, tenían por objeto, entre otros, ampliar el campo de patentes en ciertas áreas del conocimiento, que permitiera a los inventores mexicanos proteger y explotar sus invenciones a nivel nacional e internacional.

Como resultado de lo anterior, en el año 2000, de un total de 13,492 solicitudes de patente, 431 (3.2%) fueron de titulares mexicanos. En 2010 ingresaron al Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI) 15,527 solicitudes de patente, de las cuales 951 (6.12%) correspondieron a solicitantes mexicanos. Si bien entre el 2000 y el 2010 se observa un incremento de 120% en el número de solicitudes de mexicanos, la participación de titulares mexicanos sigue siendo baja. Las patentes concedidas a nacionales pasaron de 118 en 2000, a 229 en 2010.

Lo anterior puede atribuirse a la difusión de información por parte del CONACyT y otros órganos como el COMECyT en el Estado de México, acerca de la importancia del desarrollo de nuevas tecnologías, así como el registro de patentes en universidades, incubadoras y empresas.

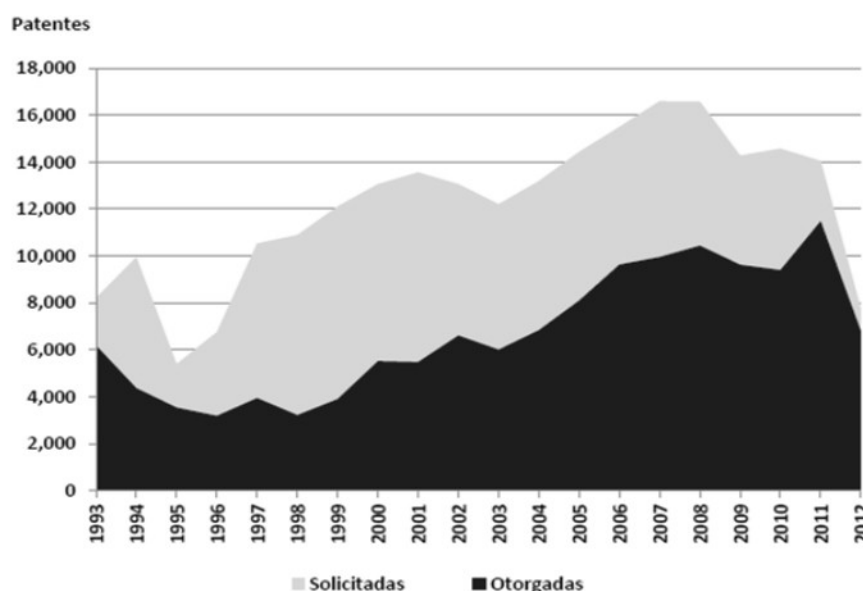
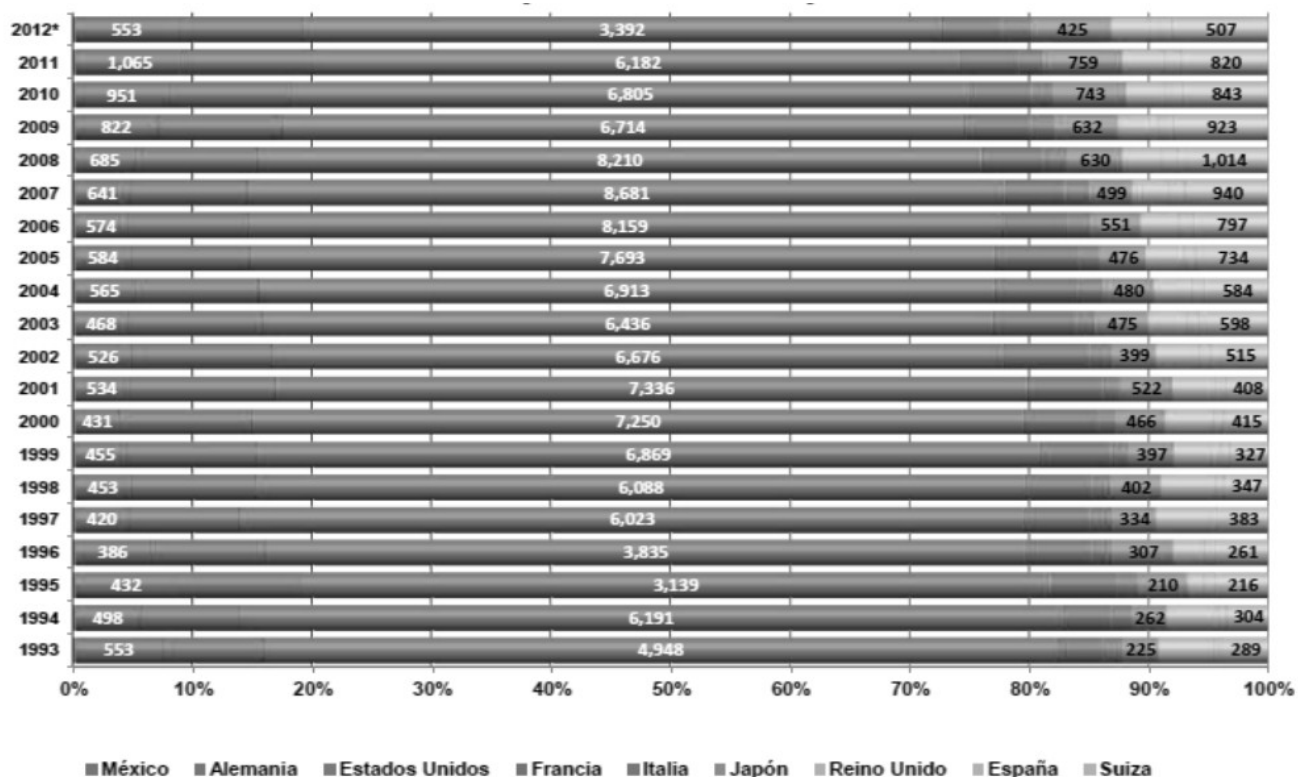


Figura 9

Patentes solicitadas y otorgadas en México (1993-2012*).

Fuente: Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI) en Cifras, 2012.
*Dato a junio de 2012. http://www.impi.gob.mx/wb/IMPI/impi_en_cifras2
Consultado en octubre 2012



Fuente: Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI) en Cifras, 2012.
 *Dato de patentes otorgadas a junio de 2012. http://www.impi.gob.mx/wb/IMPI/imp_i_en_cifras2. Consultado en octubre 2012.

Figura 10

Patentes otorgadas en México por nacionalidad (1993-2012*).

Una de las principales características de las empresas que ocupan hasta a diez personas como empleados, es que en general no son innovadoras, utilizan infraestructura que en ocasiones es obsoleta y de baja calidad, además de una comercialización inadecuada. Si bien el número de empresas de este tipo es elevado, su contribución al valor total de la producción es baja, particularmente en los sectores de manufacturas y servicios.

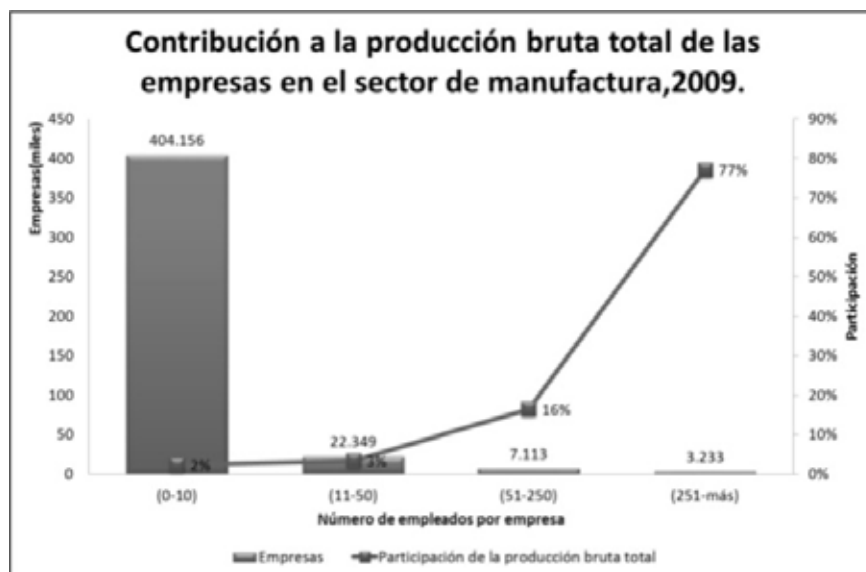


Figura 11

Contribución a la producción bruta total de las empresas en el sector de servicios, 2009.

Fuente: Elaborado por la Secretaría Técnica del CII, Censo Económico INEGI, 2009

Figura 12
Contribución a la producción bruta total de las empresas en el sector de manufactura, 2009.

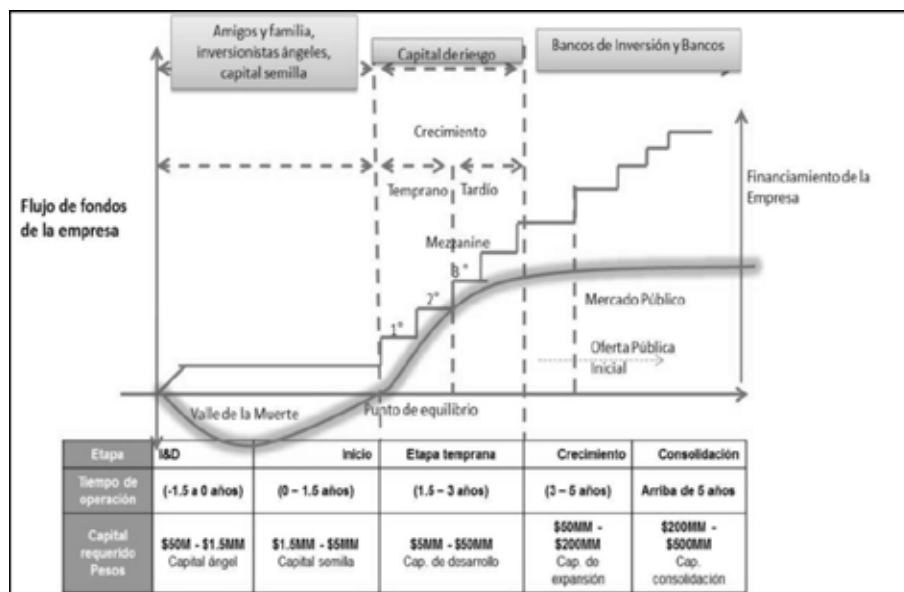


En este segmento de empresas es donde deben trabajar las incubadoras del Estado de México, generando en el pequeño y mediano empresario una nueva cultura que lo beneficie y, por ende a la entidad.

La incubadora debe difundir los programas públicos de fomento a la innovación. Actualmente, el gobierno federal cuenta con diversos programas de fomento a las actividades científicas, tecnológicas y de innovación; por ejemplo, un programa de fomento a la innovación que busca atender distintas necesidades y etapas del proceso.

A través del uso de distintos instrumentos y programas de apoyo, el gobierno puede contribuir a garantizar la disponibilidad de fuentes de financiamiento para proyectos innovadores en sus distintas etapas, como se muestra a continuación.

Figura 13
Fuentes de financiamiento para proyectos innovadores.



Fuente: Elaborado por la Secretaría Técnica del CII, con datos de NAFIN.

El tercer apartado realiza un análisis del SECTI; se describe cómo participan las instituciones del gobierno estatal, los sectores académico y empresarial, y también se analizan las políticas implementadas para el desarrollo de C y T en la entidad, como la cantidad de recursos que se han destinado para el financiamiento del sector.

El marco normativo del SECyT está encabezado por la Ley de Ciencia y Tecnología del Estado de México (LCyTEM), la cual fue publicada en el Diario Oficial del estado el 17 de diciembre de 2004.

Entre los principales temas que aborda, están:

- Los principios orientadores a la actividad científica y tecnológica.
- Los instrumentos de apoyo a la actividad científica y tecnológica.
- El Programa Estatal de Ciencia y Tecnología.
- El Consejo Mexiquense de Ciencia y Tecnología (COMECyT).
- El financiamiento a la C y T.
- Los recursos humanos para la C y T.
- La divulgación y fomento de la cultura científica y tecnológica.
- La vinculación con el sector productivo, innovación y desarrollo tecnológico.
- La coordinación y descentralización.

Principales Objetivos y Estrategias del Plan de Desarrollo del Estado de México 2005-2011	
Estrategia	Línea de Acción
1. Sistema Estatal de Ciencia y Tecnología	1.1. Promover la instalación de nuevas empresas dedicadas a la investigación y desarrollo de tecnologías de información y comunicación, mediante incentivos a su creación y expansión.
	1.2. Promover el desarrollo y la transferencia de tecnología hacia sectores estratégicos.
	1.3. Difundir a escala mundial un portafolio de oportunidades en el estado para las ramas líderes, como la microelectrónica, biotecnología, fibra óptica, telecomunicaciones, robóticas y software.
	1.4. Fortalecer el desarrollo en ciencia y tecnología a través de programas integrados de las instituciones de educación superior, y centros de investigación ubicados en la entidad, para generar, difundir, seleccionar, adaptar y aplicar el conocimiento científico y técnico al sector productivo.
2. Política Estatal en Ciencia y Tecnología	2.1 Reforzar el Sistema Estatal de Ciencia y Tecnología impulsando áreas de conocimiento estratégico para el desarrollo del estado y del país, descentralizando las actividades científicas y tecnológicas por áreas de conocimiento.
	2.2 Impulsar la formación y desarrollo de personal de alto nivel científico y tecnológico de la entidad.
	2.3 Estimular la investigación científico-tecnológica aplicada a la innovación, la creatividad y el crecimiento de la productividad.
	2.4 Promover la relevancia e impacto de la investigación básica, aplicada y de desarrollo experimental, para la vinculación y cooperación científica y tecnológica estatal, nacional e internacional.
	2.5 Fortalecer la cultura sobre el valor estratégico de los nuevos conocimientos, consolidando la infraestructura y apoyos para la competitividad y la innovación tecnológica.
Fuente: Plan de Desarrollo del Estado de México 2005-2011, Pilar 2, Objetivo 7.	

El cuarto apartado muestra los resultados del Ranking Nacional de CTI, antes llamado indicadores nacionales en ciencia, tecnología e innovación (CTI), elaborado por FCCyT, el cual describe de manera breve la metodología, las variables consideradas y los principales resultado para el Estado de México.

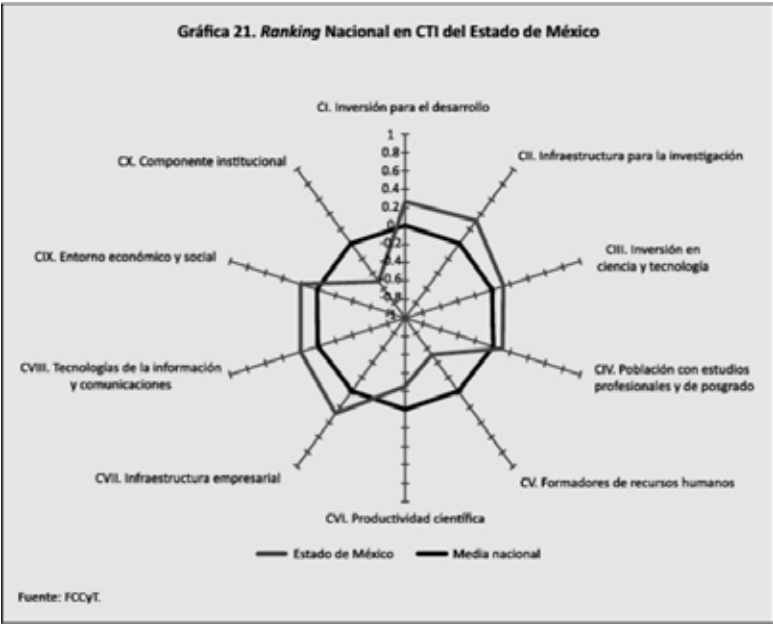


Figura 14

Ranking Nacional en CTI del Estado de México.



Figura 15 y 16

Ranking de ciencia, tecnología e innovación en México.

Ranking de la CTI en México (1 de 2)		
No	Estado	Ranking
1	Distrito Federal	0.8961
2	Nuevo León	0.3266
3	Morelos	0.2439
4	Jalisco	0.2433
5	Coahuila	0.1428
6	Querétaro	0.1188
7	Baja California	0.0607
8	Guanajuato	0.0465
9	Chihuahua	0.0298
10	Estado de México	0.0178
11	Baja California Sur	0.0091
12	Aguascalientes	-0.0374
13	San Luis Potosí	-0.0667
14	Puebla	-0.0795
15	Colima	-0.1019
16	Tamaulipas	-0.1071

Ranking de la CTI en México (2 de 2)		
No	Estado	Ranking
17	Sinaloa	-0.1183
18	Michoacán	-0.1276
19	Yucatán	-0.1620
20	Sonora	-0.1947
21	Veracruz	-0.2088
22	Nayarit	-0.2182
23	Quintana Roo	-0.3082
24	Campeche	-0.3254
25	Hidalgo	-0.3556
26	Tlaxcala	-0.3642
27	Durango	-0.3860
28	Zacatecas	-0.4485
29	Tabasco	-0.5486
30	Chiapas	-0.5838
31	Oaxaca	-0.7654
32	Guerrero	-0.8101

Finalmente, el capítulo quinto, realiza un análisis FODA en el SECTI del Estado de México.

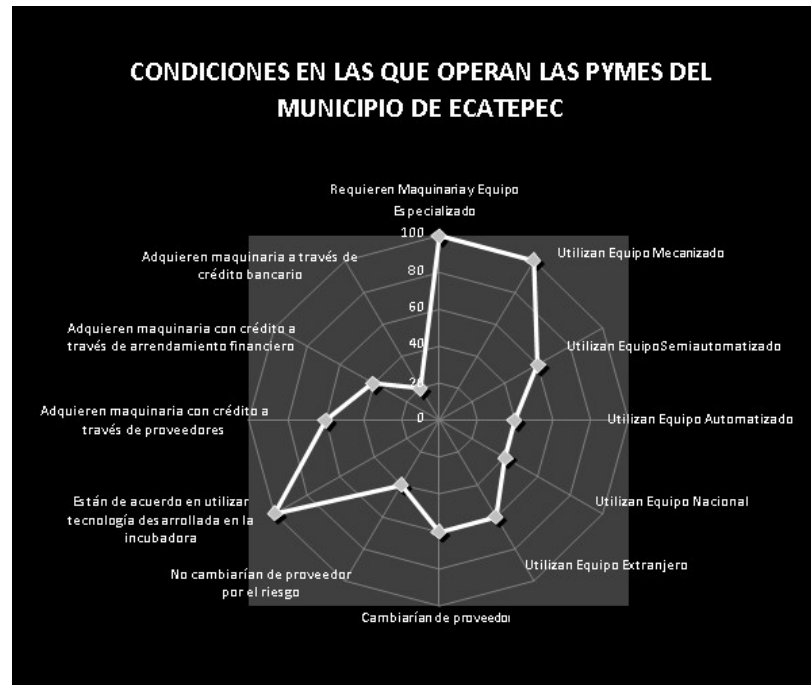
Fortalezas	Oportunidades
1. Los sectores que han tenido mayor cambio positivo en su grado de especialización son de baja, media y alta tecnología, tales como confección, calzado, plástico y farmacéutica. 2. En el marco institucional, cuenta con Ley de Ciencia y Tecnología, con el COMECyT y con la Comisión Legislativa de Educación, Cultura, Ciencia, Tecnología e Innovación del Estado de México. 3. Tiene identificados los sectores que son potenciales para impulsarla CTI. 4. Es la quinta entidad que más porcentaje de su presupuesto destina para CT. 5. Tiene 49 incubadoras de empresas y 34 parques industriales. 6. Es la cuarta entidad en empresas manufactureras grandes que invierten en I + D.	1. El PIB del Estado de México es el segundo más grande del país y su tasa de crecimiento es superior al promedio nacional. 2. Es la entidad con mayor población económicamente activa. 3. La tasa de Becas Vigentes del CONACyT por cada mil estudiantes de posgrado es de 114, muy cercana a la tasa nacional.
Debilidades	Amenazas
1. El Estado de México se ubica en la posición 28 en el Índice de Competitividad Estatal y en la posición 13 del Índice de Potencial de Innovación. 2. No cuenta con programa de ciencia y tecnología. 3. Ocupa la posición 15 en cuanto a recursos obtenidos de los fondos CONACyT. 4. Es la entidad número 24 en investigadores SNI por cada 10,000 de la PEA 2011. 5. Es la entidad 23 en registros RENIECyT por cada 1,000 unidades económicas, 2010.	1. El PIB per capita del Estado de México se encuentra entre las últimas posiciones del país. 2. Se ubica en media tabla de los indicadores sociales tales como IDH, marginación y pobreza. 3. Es una de las entidades con mayor porcentaje de población que no sabe leer ni escribir. 4. Es la entidad 28 en matrícula de licenciatura afin a ciencia y tecnología por cada 1,000 de la población total 2007-2008.
Fuente: FCCyT	

Figura 17

FODA del Estado de México

A continuación, se muestran los resultados obtenidos del diagnóstico practicado a los consultores de la Incubadora de Negocios del Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, a los funcionarios del Departamento de Gestión Tecnológica del TESE y a empresarios del municipio de Ecatepec de Morelos, con los cuales se podrá determinar si es conveniente la creación de un Centro de Transferencia de Tecnología. Las herramientas administrativas para llevar a cabo el análisis, son la Técnica del Radar y el Análisis de Campo de Fuerza.

Técnica de Radar



El gráfico pone al descubierto que contamos con un mercado muy amplio en el municipio de Ecatepec para el desarrollo y ofrecimiento de nuevas tecnologías.

ANÁLISIS DE CAMPO DE FUERZA CREACIÓN DE UN CENTRO DE TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA

FUERZAS CONDUCENTES		FUERZAS DE RESISTENCIA	
Cuenta con académicos expertos en distintas áreas en el desarrollo de nuevas tecnologías.	→	←	Apatía de académicos a participar en el desarrollo de nuevas tecnologías.
Estímulos al docente.	→	←	Bajos estímulos para el desarrollo de investigación. Excesiva burocracia en el otorgamiento de financiamientos a la investigación por parte de diversas dependencias.
Desarrollo de investigación a través de los profesores miembros del SIN.	→	←	Baja sinergia del conocimiento académico para el desarrollo de nuevas tecnologías.
Se cuenta con el área de Gestión Tecnológica y la Incubadora de Negocios, donde se lleva a cabo el proceso.	→	←	Falta infraestructura.
Los empresarios constantemente solicitan consultoría, capacitación y desarrollo de prototipos.	→	←	Falta de difusión y apoyo económico para el desarrollo de prototipos.
La competencia industrial obliga a los empresarios pequeños y medianos a solicitar ayuda al Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec para la mejorar sus procesos y procedimientos.	→		
El INADEM ofrece financiamientos para el desarrollo de innovación tecnológica.	→		

Estrategia para incrementar las Fuerzas Conducentes:

Gestionar ante la Dirección General de Institutos Tecnológicos Descentralizados una partida presupuestaria más grande, que permita estimular al investigador a fin de que trabaje en el desarrollo de nuevas tecnologías.

Se puede obtener apoyo económico del Gobierno del Estado de México, COMECyT y del Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, para reunir la infraestructura necesaria que requiere el Centro de Transferencia de Tecnología.

Fomentar la formación de grupos interdisciplinarios de investigadores del Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec que desarrollen dentro y fuera de las instalaciones su labor.

Desarrollar un centro específico e independiente de Transferencia de Tecnología que permita atender de manera más eficaz las necesidades del sector productivo.

Solicitar cursos para gestionar recursos, tanto para investigadores como docentes ante las distintas dependencias que ofrecen financiamiento para el desarrollo de nuevas tecnologías.

En conclusión, el Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec cuenta con los elementos suficientes para la creación de un Centro de Transferencia de Tecnología, que permita de manera más satisfactoria el desarrollo de las PYMEs del Estado de México y, por ende, del país, mediante el desarrollo de nuevas tecnologías y el mejor aprovechamiento de las mismas.

Lo que falta es unir los elementos y aplicar algunos adicionales que permita al TESE brindar un mejor servicio al sector productivo del Municipio y Estado de México.

Bibliografía

Zaragoza, María Luisa; Solano Flores, Elmer, y Figueroa Ramírez, Brenda. Integración de información y análisis: Diagnóstico de Ciencia y Tecnología e Innovación del Estado de México 2004-2011, pp. 9-25. Foro Consultivo Científico y Tecnológico. En: www.foroconsultivo.org.mx/libros_editados/.../estado_mexico.pdf

García Martínez, (nombre) y Ramos Cáceres (nombre). *Realidad, mitos y oportunidades de las universidades en la transferencia del conocimiento 2010*. "Factores que limitan la transferencia de conocimientos mediante la incubación de empresas universitarias" pp. 6-7, 10-14. En: www.academia.edu/.../Factores_que_limitan_la_transferencia_de_conoci

Programa Nacional de Innovación de la Secretaría de Economía. Comité Intersectorial para la Innovación. México 2011. pp. 6-8, 20-29, 32-33, 41. En: www.economia.gob.mx > ... > Industria y Comercio Innovación

Instituto Mexicano de la Propiedad Intelectual 2012. En www.impi.gob.mx/



Mexiquenses
mejor preparados

Te invitamos
a participar en los:

Cursos y Diplomados de Educación Continua

Tecnológico
Estudios Superiores de
Ecatepec
.....

PARA INICIAR EN OCTUBRE,
NOVIEMBRE Y DICIEMBRE DE 2014

OTRAS OPCIONES

CURSOS

Octubre

- Seis Sigma.
- Fundamentos de Seguridad en Redes.
- C#.NET.
- Planeación Avanzada a la Calidad APQP.
- SQL Server Avanzado.
- Mantenimiento a PC Avanzado.
- Mando por PLC S-7.
- Visual Basic.NET.
- Desarrollo Personal Integral.
- Planeación Estratégica.
- Básico de Computación.
- Auditor Líder para Higiene y Seguridad ISO 18001:2007.
- Reparación de Laptop.

Noviembre

- Oracle.
- SQL Server Básico.
- Manejo Básico de Excel.
- Auditor Líder para Calidad ISO 9001:2008.

Diciembre

- Autocad Básico.
- Programación Web con PHP y MySQL.

- Contabilidad Básica.
- Core Tools.
- Introducción a la Administración Profesional de Proyectos.
- Manejo Básico de Excel.
- Microcontroladores PIC's.
- Programación Web con PHP y MYSQL.
- Programación C++.
- Plan de Negocios.
- Solid Works Intermedio.
- Paquetes Contables.
- Autocad Avanzado.
- Álgebra.
- Manejo Inteligente de Excel.

Diseñamos
cursos a la
medida de tus
necesidades.



DIPLOMADOS ▶

- Redes LAN y WAN.

Inicia en
octubre

Cursos y diplomados sujetos a
demanda; nos reservamos el
derecho de reprogramación o
cancelación.

Informes e
inscripciones:

CENTRO DE
EDUCACIÓN CONTINUA
50002364 y 50002365
e-mail:
educontese@gmail.com
facebook/familiaTESE

Horario de
atención:

Lunes a viernes de
7:00 a 15:00 horas y de
16:00 a 18:00 horas.

Sábados de
9:00 a 14:00 horas.

Dirección:

Av. Tecnológico s/n
Col. Valle de Anáhuac,
Ecatepec de Morelos,
Estado de México.
(entre las estaciones
Múzquiz y Ecatepec de la
Línea "B" del Metro)

ATENCIÓN

Si tienes experiencia
como instructor y te
interesa participar
con nosotros,

¡CONTÁCTANOS!

XXIV
aniversario



TECNOLÓGICO
NACIONAL
DE MÉXICO





GOBIERNO DEL
ESTADO DE MÉXICO



GENTE QUE TRABAJA Y LOGRA
enGRANDE

