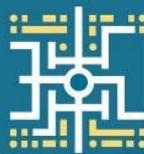


REVISTA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DEL VALLE DE TEHUACÁN

 **REVATEH**

Volumen I | No. 1 | 2025



Universidad Tecnológica de Tehuacán

COMITÉ EDITORIAL

EDITORA EN JEFE

Guadalupe Velázquez Vázquez
Universidad Tecnológica de Tehuacán

COMITÉ EDITORIAL INTERNO

Rafael Humberto Bravo Delgado
Universidad Tecnológica de Tehuacán

Arturo Ximello Hernández
Universidad Tecnológica de Tehuacán

Esperanza Colmenares Olivera
Universidad Tecnológica de Tehuacán

COMITÉ EDITORIAL EXTERNO

Juan Montes Pérez
Universidad Tecnológica de la Mixteca

Margarita Rodríguez R.
Instituto Tecnológico de Tehuacán

Luis Daniel Ortega
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

Veronica Rodriguez Soria
Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

DISEÑO

Alejandra Velasco Reyes

CINTILLO LEGAL

REVISTA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DEL VALLE DE TEHUACÁN. Año 1 Volumen I. No. 1-marzo-septiembre 2025, es una publicación semestral editada por la Universidad Tecnológica de Tehuacán a través de la Coordinación de Maestrías. Calle Prolongación 1 sur. No. 1101. San Pablo Tepetzingo. Tehuacán Puebla, CP. 75859 Teléfono: 01 (238) 3803100. www.uttehuacan.edu.mx. Editor responsable: Dra. Guadalupe Velázquez Vázquez. guadalupe.velazquez@uttehuacan.edu.mx Reservas de Derechos al Uso exclusivo No. 04-2024-122016541200-102 ISSN: en trámite, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. La responsabilidad de los trabajos y opiniones expresadas en los artículos es exclusiva de los autores y no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación. Se autoriza la reproducción total o parcial de los artículos aquí presentados siempre y cuando se cite la fuente completa y su dirección electrónica.

ÍNDICE

Titulo	Páginas
Diseño y operación de un calorímetro semi-micro: Aplicaciones en docencia, investigación y vinculación con productores de biocombustibles y alimentos <i>Design and operation of a semi-micro calorimeter: Applications in teaching, research, and linkage with biofuel and food producers</i> Juan Mentado, Javier Salinas	1-8
Parámetros biológicos y tabla de vida de los estados inmaduros de una población silvestre de <i>Chrysoperla carnea</i> <i>Biological parameters and life table of the immature stages of a wild population of <i>Chrysoperla carnea</i></i> Miguel Aragón-Sánchez, Jhovana Pamela Márquez-Manzano, Samay Brabo-Cuautle, María del Ángel Huey Ortega, Guadalupe Cinto-Alarcón, Carlos Serratos-Tejeda	9-15
Diagnóstico de la calidad microbiológica en cilantro y perejil de la región de Tehuacán como método de prevención de ETAS <i>Diagnosis of microbiological quality in cilantro and parsley from the Tehuacán region as a method of preventing STDs</i> Vanessa Salinas, Guadalupe Velázquez, Belem Aguilar, Yosselin Castillo	16-22
Portales municipales como servicio SAAS para mejorar la calidad de los servicios digitales ofrecidos por los ayuntamientos <i>Municipal portals as a SAAS service to improve the quality of digital services offered by city councils</i> Christian Galicia, Yedid Curioca, Julio Cesar Alfaro	23-34
Emprendimiento en México: reflexiones para la educación y la sociedad de consumo para los próximos 10 años en México <i>Entrepreneurship in Mexico: reflections for education and the consumer society for the next 10 years in México</i> Víctor Omar Cadena Torres	35-43



Diseño y operación de un calorímetro semi-micro: Aplicaciones en docencia, investigación y vinculación con productores de biocombustibles y alimentos

Design and operation of a semi-micro calorimeter: Applications in teaching, research, and linkage with biofuel and food producers

Juan Mentado ^{1,*}, Javier Salinas ²

¹ Instituto de Industrias, Universidad del Mar, Campus Puerto Ángel. Email: juan_mentado@aulavirtual.umar.mx

² Instituto de Ecología, Universidad del Mar, Campus Puerto Ángel. Email: jsl@aulavirtual.umar.mx

* Autor de correspondencia: juan_mentado@aulavirtual.umar.mx; Tel.: 9585843049, ext. 115.

Fecha de Recepción: 20 de marzo del 2025

Fecha de Revisión: 31 de marzo del 2025

Fecha de Publicación:

ISSN: *En trámite.*

Citación: Juan Mentado, Javier Salinas. Diseño y operación de un calorímetro semi-micro: Aplicaciones en docencia, investigación y vinculación con productores de biocombustibles y alimentos. Revista en Ciencia y Tecnología del Valle de Tehuacán, 2025, 1, 1-8.

Copyright: © 2025 por los autores. Enviado para posible publicación en acceso abierto bajo los términos y condiciones de la Ley de Creatividad.

Resumen

La calorimetría de combustión es una técnica analítica crucial utilizada para determinar la cantidad de energía liberada durante la combustión de una sustancia. Esta técnica es fundamental en diversas áreas de la ciencia, como la Química, Bioquímica, Alimentos, Ciencia de Materiales y áreas afines, ya que permite evaluar la eficiencia energética de combustibles, el contenido calórico de alimentos y bebidas, así como comprender los procesos termodinámicos involucrados en la liberación de energía. En este trabajo, se presenta el diseño y operación de un calorímetro de combustión semi-micro, que, a diferencia de un calorímetro convencional, se reduce el uso de la cantidad de muestra de 1 g a ≈ 30 mg, así como la reducción de insumos y gas para su operación, obteniendo resultados confiables y de alta precisión. El objetivo del trabajo consiste en contribuir experimentalmente al aprendizaje de los principios de la Termodinámica por parte de los estudiantes del área de ciencias e ingeniería. Además, se busca potenciar la técnica de calorimetría con fines de investigación para obtener información y conocimiento que incidan en el avance del conocimiento de compuestos y materiales de interés científico y tecnológico. Finalmente, la puesta en marcha de la técnica de calorimetría cumple satisfactoriamente con la Norma Oficial Mexicana NOM-051-SCOFPRYDS-2010 para poner al servicio de los productores regionales de biocombustibles, alimentos y bebidas la cuantificación del contenido calórico de sus productos. El calorímetro de semi-micro ha sido calibrado con ácido benzoico estándar del NIST determinando un valor de $\epsilon(\text{calor}) = 2042.4 \pm 0.3 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}$ y validado con estándares secundarios. A partir de esto, se ha contribuido en tres ejes prioritarios para el desarrollo del país: 1.- Docencia; se han implementado prácticas de laboratorio para estudiantes del área de ciencias e ingeniería de la UMAR. 2.- Investigación; se han publicado trabajos de investigación en revistas arbitradas. 3.- Desarrollo comunitario; se atienden las solicitudes de productores regionales en la obtención del contenido calórico de sus productos.

Palabras clave: Calorímetro semi-micro, diseño de un calorímetro, contenido calórico.



Abstrac

Combustion calorimetry is a crucial analytical technique used to determine the amount of energy released during the combustion of a substance. This technique is fundamental in various scientific fields, such as Chemistry, Biochemistry, Food Science, Materials Science, and related areas, as it allows for the evaluation of fuel energy efficiency, the caloric content of foods and beverages, and a better understanding of the thermodynamic processes involved in energy release. This work presents the design and operation of a semi-micro combustion calorimeter, which, unlike a conventional calorimeter, reduces the sample amount from 1 g to approximately 30 mg while obtaining reliable and highly precise results. The objective of this study is to experimentally contribute to students' learning of Thermodynamics principles in the fields of science and engineering. Additionally, it aims to enhance the calorimetry technique for research purposes, providing information and knowledge that drive advancements in the understanding of compounds and materials of scientific and technological interest. Finally, the implementation of the calorimetry methodology successfully complies with the Mexican Official Standard NOM-051-SCOFPRYDS-2010, serving regional producers of biofuels, food, and beverages by enabling the quantification of the calorific content of their products. The semi-micro calorimeter has been calibrated using NIST standard benzoic acid, determining a value of $\epsilon(\text{heat}) = 2042.4 \pm 0.3 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}$, and validated with secondary standards. Based on this, contributions have been made in three priority areas for the country's development: 1. Teaching – Laboratory practices have been implemented for science and engineering students at UMAR. 2. Research – Research studies have been published in peer-reviewed journals. 3. Community Development – Requests from regional producers for the determination of the calorific content of their products are being addressed.

Keywords: Semi-micro calorimeter, design of a calorimeter, calorie content.

1. Introducción

La calorimetría de combustión es una técnica avanzada que permite determinar con precisión la energía de combustión de compuestos orgánicos formados por carbono (C), hidrógeno (H), oxígeno (O) y nitrógeno (N). Este método se ha beneficiado enormemente del avance de la tecnología, lo que ha permitido miniaturizar la técnica. Como resultado, la cantidad de muestra necesaria para los ensayos de combustión se ha reducido significativamente, llegando a ser tan baja como 30 mg, más de 30 veces menos que la muestra convencional de 1 g. Esta reducción en el tamaño de la muestra no solo disminuye la cantidad de material necesaria, sino que también reduce los insumos asociados a la reacción de combustión. Esto incluye, principalmente, la pérdida de platino, material auxiliar, la cantidad de oxígeno de alta pureza, así como la formación de ácido nítrico y otros gases producidos durante la reacción de combustión. Un calorímetro semi-micro de

combustión es una versión miniaturizada de un calorímetro convencional, caracterizada por una bomba de combustión de menor volumen. Mientras que una bomba de combustión convencional, como la bomba Parr, tiene un volumen interno de aproximadamente 0.33 L, la bomba de un calorímetro semi-micro reduce este volumen a 0.022 L. Esta reducción del volumen tiene un impacto significativo en la cantidad de agua necesaria para cubrir la bomba de combustión y monitorear el incremento de temperatura durante la reacción de combustión. Específicamente, el calor específico del agua es de $4.184 \text{ J/g}\cdot^\circ\text{C}$, lo que significa que se requiere 4.184 J para aumentar la temperatura de 1 g de agua en 1°C . Por lo tanto, la disminución del volumen de la bomba de combustión en un calorímetro semi-micro permite un uso más eficiente del agua y una mayor precisión en la medición del calor liberado durante la reacción. Varios autores de diferentes países han demostrado que la reducción del



tamaño del calorímetro de combustión convencional (macro bomba) no afecta la exactitud de las cuantificaciones de la energía de combustión o el contenido calórico de las muestras orgánicas [1-3]. Estos resultados se han obtenido tanto mediante calorimetría de combustión macro como mediante calorimetría de semi-micro. En este estudio, se presenta el diseño, ensamble y operación de un calorímetro semi-micro. Este dispositivo ha sido desarrollado para minimizar la pérdida de calor y proporcionar resultados precisos en la medición de la energía de combustión de compuestos orgánicos, así como el uso de materiales fáciles de adquirir en el mercado para la constitución final del dispositivo. El calorímetro semi-micro fue calibrado utilizando ácido benzoico de referencia (39) obtenido del National Institute of Standards and Technology (NIST), un estándar reconocido Internacionalmente por su precisión y fiabilidad [4]. Para validar la precisión y exactitud del método, se realizaron ensayos adicionales utilizando 1,2,4-triazol como material de control. Este compuesto fue seleccionado por su valor de energía conocido y su estabilidad, lo que permite una comparación directa y una verificación rigurosa de los resultados obtenidos [5].

2. Metodología

El desarrollo experimental de este trabajo de diseño y operación de un calorímetro de combustión de bomba semi-micro se divide en dos fases principales. En la primera fase, se detalla el ensamblado del equipo, incluyendo la constitución y la configuración de sus componentes. En la segunda fase, se lleva a cabo la calibración y validación del equipo, siguiendo los estándares recomendados en la bibliografía especializada.

2.1. Ensamblado

El calorímetro utilizado en este trabajo se desarrolló a partir de una bomba semi-micro de combustión modelo 1109A de 22 mL de la marca Parr. Basándose en las dimensiones de este reactor, se diseñó una cubeta calorimétrica tipo Dewar para albergar el agua que debe cubrir completamente la bomba una vez que esté dentro. Una de las características principales y cambios con respecto a otros calorímetros macro o semi-micro es la cubeta Dewar que presenta la capacidad para minimizar la pérdida de energía en forma de calor gracias a su incrustado de plata y pulido fino que refleja al calor de la reacción que se lleva a cabo dentro de la bomba de combustión. También, se construyó un recipiente donde se coloca la cubeta Dewar, el cual cuenta con un espacio interno vacío, conocido como chaqueta, donde fluye un líquido termostatzado mediante un recirculador Polyscience modelo 9502 con una sensibilidad de ± 0.001 K. Este sistema permite controlar la temperatura del entorno y considerar al calorímetro como un tipo isoperibólico. Para aislar este sistema en su conjunto y disminuir la fuga térmica, se añadió espuma de poliuretano alrededor de la chaqueta. La agitación del sistema se realizó mediante una propela conectada a un motor de 1/70 HP. La energía necesaria para iniciar la reacción de combustión se aplicó a través de una unidad de ignición que proporciona una cantidad controlada de energía de 4.184 J por cada descarga. El incremento de temperatura se registró con un termistor Hart Scientific modelo 5610, conectado a un multímetro digital Agilent. En la Figura 1 se presenta el esquema general del calorímetro de micro combustión utilizado en este estudio.

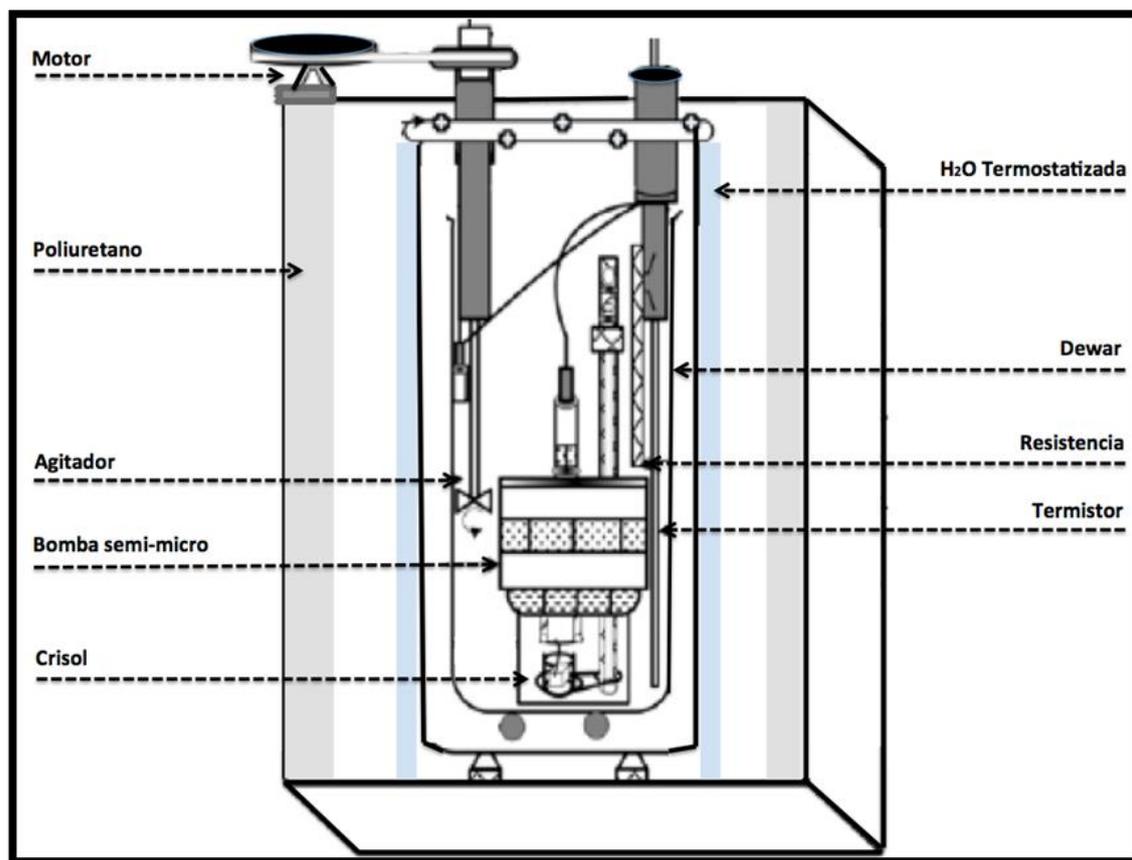


Figura 1. Diagrama general del calorímetro de semi- micro de combustión

2.2. Calibración y validación

El proceso de calibración del equipo consistió en determinar la constante de calibración, también conocida como el equivalente calorimétrico ($\epsilon(\text{calor})$), que se refiere a la cantidad de energía necesaria o absorbida en cada reacción de combustión. La cuantificación precisa de este valor es esencial y se realizó siguiendo las recomendaciones del National Institute of Standards and Technology (NIST) [4]. El ácido benzoico utilizado para la calibración del calorímetro de semi-micro combustión, con un valor de energía de combustión certificado por el NIST de $\Delta_c u = -26434 \pm 3 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1}$, bajo las condiciones establecidas por el NIST y en un calorímetro clásico. A continuación, se detallan las principales consideraciones para la calibración:

- Se añadieron 30 atmósferas de presión de oxígeno de alta pureza dentro de la bomba calorimétrica.
- La masa de ácido benzoico utilizada fue de aproximadamente 30 mg.
- Se colocaron 0.1 ml de agua desionizada dentro de la bomba.
- El circuito se cerró con hilo de platino para facilitar la combustión.
- Se utilizó algodón (4 a 5 mg) como material auxiliar para la combustión.
- Se empleó un crisol de platino con una masa de 200 mg.
- La temperatura inicial de los experimentos fue de 22 grados Celsius.

Para la validación del equipo calorimétrico, se recomienda determinar la energía de combustión del estándar secundario el 1,2,4-triazol. Esta práctica permite verificar la precisión y reproducibilidad de las



mediciones del equipo, asegurando que los resultados obtenidos sean confiables y comparables con otros estudios. El procedimiento experimental fue el mismo que el utilizado para la calibración, con la diferencia en la del 1,2,4-triazol, dado que uno de los productos es nitrógeno gaseoso, y que bajo las condiciones experimentales este tiende a formar ácido nítrico, absorbiendo una cantidad pequeña pero significativa de energía, fue necesario cuantificar esta energía. Para ello, los residuos de la solución acuosa de los experimentos fueron titulados con una solución de hidróxido de sodio, previamente valorada con biftalato de potasio, con el fin de determinar la concentración de ácido nítrico formado durante los experimentos de combustión.

3. Resultados y discusión

3.1 Calibración y validación

A partir de cinco experimentos de combustión con el ácido benzoico estándar 39j adquirido del NIST se obtuvo la constante de calibración del calorímetro de semi-micro de combustión tipo isoperibólico tomando en cuenta los cálculos del balance de masa y energía del proceso dentro de la bomba, cálculos conocidos como

correcciones de Washburn [6]. Los resultados se muestran en la Tabla 1, donde se presentan los detalles de cada experimento de calibración, específicamente, se indica la cantidad de muestra y el material auxiliar (algodón) utilizado. También se muestra la temperatura inicial, la temperatura final de la reacción de combustión, y el incremento de temperatura corregido mediante el método de Regnault-Pfaundler, este último muy importante y medular para la obtención de los resultados experimentales. Además, se reportan las energías de combustión del material auxiliar (algodón) y del estándar primario (ácido benzoico) liberadas durante la reacción de combustión: $m'(AB)$ es la masa del ácido benzoico, m'' (algodón) la masa del algodón, $m'''(Pt)$ la masa del platino, T_i y T_f representan la temperatura inicial y final, respectivamente, ΔT_c es el incremento de temperatura corregido, $\epsilon_{cont}(-\Delta T_c)$ es el equivalente calorimétrico del contenido de la bomba, ΔU_{ign} energía de ignición aplicada para realizar el proceso de combustión, ΔU_{IBP} es la energía del proceso isotérmico de la bomba, ΔU , representa la corrección al estado estándar, $\Delta_c u^\circ$ es la energía de combustión másica y $\epsilon(\text{calor})$ es el equivalente calorimétrico del calorímetro.

Tabla 1. Resultados de los experimentos de calibración con Ácido Benzoico (NIST 39j) a 298.15 K y 0.1 MPa.

$m(\text{ácido benzoico})/g$	0.04038	0.03811	0.04045	0.04005	0.04190
$m'(\text{algodón})/g$	0.00076	0.00054	0.00045	0.00055	0.00068
$m'''(\text{platino})/g$	0.22622	0.22658	0.22645	0.22665	0.22611
$\Delta T_c/K$	0.5325	0.5021	0.5317	0.5269	0.5516
$\epsilon(\text{cont})(-\Delta T_c)/kJ$	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006
$\Delta U_{ign}/kJ$	0.0042	0.0042	0.0042	0.0042	0.0042
$-\Delta U_{IBP}/kJ$	1.0798	1.0160	1.0763	1.0674	1.1186
$-m\Delta_c U^\circ(\text{algodón})/kJ$	0.0132	0.0094	0.0078	0.0096	0.0118
$-\Delta_c U^\circ(\text{ácido benzoico})/kJ g^{-1}$	1.0666	1.0066	1.0684	1.0579	1.1067
$\epsilon(\text{calor})(-\Delta T_c)/kJ$	1.0834	1.0196	1.0799	1.0710	1.1221
$\epsilon(\text{calor}) / kJ K^{-1}$	2.0343	2.0308	2.0308	2.0326	2.0342
$\epsilon(\text{calor}) / J K^{-1}$	2034.32	2030.82	2030.77	2032.63	2034.17



Tomando en cuenta los cinco resultados de la tabla 1, se derivó el equivalente calorimétrico promedio del equipo cuyo valor es de ϵ (calor) = $(2032.54 \pm 0.77) \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}$. La incertidumbre de este valor corresponde una vez la desviación estándar de la media. Con base a este resultado y comparándolo con uno valor que se obtuvo en este laboratorio para un sistema calorimétrico en el que se sumerge dentro de un recirculador y cuyo ϵ (calor) = $(1497.39 \pm 0.37) \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}$ se observa que los valores son diferentes y esto se debe a la constitución de cada calorímetro [7]. Una de las ventajas del calorímetro presentado en este trabajo frente al que se reportó en 2013 es la rapidez con la que el sistema se estabiliza y la facilidad para llevar a cabo los experimentos. A diferencia del equipo anterior, que requería hasta 3.5 horas por experimento, el nuevo calorímetro solo necesita en promedio 1.5 horas. Este ahorro de tiempo es significativo, ya que para cuantificar la energía de combustión o el poder calorífico de una muestra se requieren realizar mínimo 5 experimentos. En consecuencia, con este diseño de calorímetro, se logra un ahorro considerable de tiempo. En suma, es importante destacar que el valor obtenido de la calibración y su incertidumbre estén en acuerdo con los valores reportados por otros autores, lo que confirma y certifica la precisión y confiabilidad de los resultados que se obtengan en futuras determinaciones. Tras finalizar el proceso de calibración y determinar el equivalente calorimétrico del

sistema, se realizó una validación empleando como estándar secundario el 1,2,4-triazol, una sustancia recomendada para compuestos que en su estructura contienen carbono (C), hidrógeno (H), oxígeno (O) y nitrógeno (N). El valor obtenido en este trabajo es de $\langle -\Delta_{cl}^{\circ} \rangle / \text{J}\cdot\text{g}^{-1} = (19213.5 \pm 1.2)$ y al compararlo con los reportados por otros autores se observa que el valor calculado se encuentra dentro de la incertidumbre, lo que da certeza y validez para usar el equipo calorimétrico en las cuantificaciones energéticas para futuras determinaciones [8-10].

3.2 Determinación del contenido energético de biocombustibles y alimentos

Para cumplir con satisfacción la Norma Oficial Mexicana NOM-051-SCOFPRYDS-2010, se implementó la operación del calorímetro de combustión semi-micro y se detalló la metodología experimental. Esto ha permitido establecer una proporción de manera eficiente el contenido calorífico de productos regionales de Oaxaca. En particular, esta implementación se llevó a cabo para servir a los productores de biocombustibles, alimentos y bebidas en la cuantificación del contenido calorífico de sus productos. En la Tabla 2, se presenta una tabla que detalla los datos necesarios e indispensables para cuantificar de forma clara y precisa los resultados del contenido energético de muestras en fase condensada.

Tabla 2. Tabla de datos para la cuantificación del contenido calórico de biocombustibles, alimentos y bebidas a 298.15 K y 0.1 MPa.

	Muestra			Datos energéticos	
	Exp 1	Exp 2	Exp 3	ϵ_{calor}	
masa de parafina /g	0.01875	0.01425	0.01513	$\Delta_c U$ parafina	2032.54 J/K
masa de algodón /g	0.00062	0.0006	0.00059	$\Delta_c U$ algodón	46239.82 J/g
masa de muestra /g	0.03981	0.04235	0.04183		16946.38 J/g
masa de residuo /g	0.0005	0.00007	0.0001	1 caloría = 4.184 J	
masa orgánica real /g	0.03931	0.04228	0.04173		
	<	0.041106667	>		
% de residuo)	1.256	0.165	0.239		
(sales y metales)	<	0.553	>		



% de muestra	98.744	99.835	99.761	
		< 99.447	>	
(HNO ₃)/N	0.00051	0.00048	0.00058	
ΔT de combustión/K	0.792	0.752	0.787	
g de Nitrógeno	0.00036	0.00034	0.00041	
% de Proteínas	5.605	4.959	6.066	% Proteínas
		< 5.543	>	= P2/P0 x 100 x F
U HNO ₃ /J	0.009	0.008	0.010	(F = 6.25)
ΔcU parafina /J	867.00	658.92	699.61	
ΔcU algodón /J	10.51	10.17	10.00	
Energía por unidad de gramo				
ΔcU alga (J/g)				
ΔcU muestra (J/g)	18464.9	20344.9	21338.0	
ΔcU muestra (kJ/g)	18.5	20.3	21.3	
ΔcU muestra (cal/g)	4413.2	4862.6	5099.9	
ΔcU muestra (kcal/g)	4.4	4.9	5.1	
Energía por 100 gramos de muestra				
ΔcU muestra /kcal	441	486	510	
ΔcU muestra /kJ	1846	2034	2134	
PROMEDIO				
ΔcU muestra /kcal	<	479.2	>	
ΔcU muestra /kJ	<	2004.9	>	

La Tabla 2 muestra un ejemplo de los datos recopilados utilizados para evaluar el contenido calórico de una muestra de galleta. En particular, los datos incluyen varios indicadores relevantes para la evaluación, como son: cantidad de sustancia de los materiales empleados por experimento, residuos, cantidad de ácido nítrico formado en la reacción, el incremento de temperatura, las cantidades energéticas, el equivalente calorimétrico, el factor para la cuantificación de proteínas, los resultados del contenido energético de los auxiliares y el de la muestra.

4. Reflexiones finales y/o conclusiones

La implementación del dispositivo calorimétrico en los laboratorios de investigación de la Universidad del Mar, campus Puerto Ángel, ha tenido un impacto significativo no solo en la infraestructura de estos espacios, sino también en la calidad y alcance de la investigación que se realiza en ellos. Actualmente, esta metodología

calorimétrica está siendo utilizado para realizar prácticas de docencia a nivel licenciatura para la comprensión de los principios de la termodinámica de los alumnos de Ingeniería y Ciencias del Mar. Este dispositivo se está empleando en las tesis de Maestría en Ciencias Ambientales con interés en la determinación de las entalpías de formación de compuestos orgánicos con aplicación en celdas solares. En consecuencia, la utilización de este dispositivo calorimétrico en los trabajos de tesis contribuye a la formación de investigadores altamente calificados, quienes no solo adquieren experiencia práctica en el uso de tecnología de vanguardia, sino que también desarrollan habilidades de análisis y resolución de problemas complejos. Estas actividades, así como la publicación de resultados en revistas internacionales indexadas son esenciales para el crecimiento y consolidación de las líneas de investigación en la UMAR, llevando a los investigadores



abordar desafíos científicos de manera más efectiva. Finalmente, la puesta en marcha del equipo calorimétrico satisface una necesidad prioritaria para los productores regionales de biocombustibles, especialmente de alimentos y bebidas. Estos productores necesitan cumplir con los etiquetados de sus productos y es prioritario informar a sus consumidores sobre el contenido energético de los mismos. En consecuencia, esta implementación ha logrado vincular a los productores regionales de Oaxaca con UMAR, para ayudarlos a cumplir con las normas establecidas, garantizando la calidad y seguridad de sus productos en el mercado.

Contribución de los autores:

Conceptualización, J.M.M. y J.S.L.; metodología, J.M.M.; análisis formal, J.M.M. y J.S.L.; investigación, J.M.M.; redacción: preparación del borrador original, J.M.M.; redacción: revisión y edición, J.M.M y J.S.L.; Todos los autores han leído y están de acuerdo con la versión publicada del manuscrito.

Financiamiento: Esta investigación no recibió financiamiento.

Agradecimientos: Los autores agradecen a la Universidad del Mar campus Puerto Ángel, Oaxaca, por promover la investigación en los diferentes campos de la ciencia.

Referencias

1. An Xu-wu, He Jun. 2000. Mini-bomb Combustion Calorimeter. *Thermochemica Acta*, 352-353:273-277.
2. Camarillo E. Adriana, Flores Henoc. 2006. Construction, Calibration and Testing of a Micro-combustion Calorimeter. *J. Chem. Thermodynamics*, 38:1269-1273.
3. Ribeiro da Silva Manuel A.V., Pilcher Geoffrey, Santos Luís M.N.B.F., S. Lima Spencer. 2007. Calibration and Test of an Aneroid Mini-bomb Combustion Calorimeter. *J. Chem. Thermodynamics*, 39:689-697.

4. National Institute of Standards and Technology, Certificate of Analysis, Standard Reference Material 39j Benzoic Acid (Calorimetric Standard), (2007).
5. R. Sabbah (France, Chairman), An Xu-wu (China), J.S. Chickos (USA), M.L. Planas Leitão (Portugal), M.V. Roux (Spain), L.A. Torres (México). 1999. Reference materials for calorimetry and differential thermal analysis. *Thermochemica Acta*, 331:93-2004.
6. Washburn Edwar W. Standar State for Bomb Calorimetry. *Bureau of Standars of Research*, 10: 525-558.
7. M. Juan, M. Ernan. 2013. Calibration And Testing of an Isoperibolic Micro-Combustion Calorimeter Developed to Measure the Enthalpy of Combustion of Organic Compounds Containing C, H, O and N. *J. Chem. Thermodynamics*, 59:209-213.
8. Diogo Herminio P. and Minas da Piedade. 1995. A Micro-Combustion Calorimeter Suitable for Samples of Mass 10 mg to 50 mg. Application to Solid Compounds od C, H, and O and C, H, O, and N. *J. Chem. Thermodynamics*, 27:197-206.



Parámetros biológicos y tabla de vida de los estados inmaduros de una población silvestre de *Chrysoperla carnea*

Biological parameters and life table of the immature stages of a wild population of *Chrysoperla carnea*

Miguel Aragón-Sánchez¹, Jhovana Pamela Márquez-Manzano¹, Samay Brabo-Cuautle¹, María del Ángel Huey Ortega¹, Guadalupe Cinto-Alarcón¹, Carlos Serratos-Tejeda^{1,*}

¹ Centro de Agroecología, Instituto de Ciencias, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
Email: miguel.aragons@correo.buap.mx

* Autor de correspondencia: carlos.serratostejeda@viep.com.mx; Tel.: (222) 1-800003.

Fecha de Recepción: 20 de marzo del 2025

Fecha de Revisión: 31 de marzo del 2025

Fecha de Publicación:

ISSN: *En trámite.*

Citación: Miguel Aragón-Sánchez, Jhovana Pamela Márquez-Manzano, Samay Brabo-Cuautle, María del Ángel Huey Ortega, Guadalupe Cinto-Alarcón, Carlos Serratos-Tejeda. Parámetros biológicos y tabla de vida de los estados inmaduros de una población silvestre de *Chrysoperla carnea*. Revista en Ciencia y Tecnología del Valle de Tehuacán, 2025, 1, 9-15.

Copyright: © 2025 por los autores. Enviado para posible publicación en acceso abierto bajo los términos y condiciones de la Ley de Creatividad.

Resumen

Chrysoperla carnea es un agente de control biológico eficaz utilizado con frecuencia contra una gran variedad de insectos de cuerpo blando. Debido a su alta capacidad de búsqueda y adaptabilidad, puede resistir condiciones adversas y es posible criarlo de forma masiva, razón por la cual ocupa un lugar destacado frente a otros agentes de control biológico. El objetivo del presente estudio fue determinar los parámetros biológicos y poblacionales de *C. carnea* en condiciones de laboratorio. El experimento se llevó a cabo en el laboratorio de diagnóstico y sistemática de plagas de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, con una población colectada en un cultivo de sorgo en la localidad de Chietla, Puebla. Siguiendo un protocolo de crianza estandarizado (temperatura de 25 ± 1 C °, humedad relativa del 55 ± 10 % con un fotoperiodo de 12:12 L:O, alimentación de adultos por medio de dieta artificial y larvas alimentadas con huevos de *S. cerealella* ad libitum) y luego de adaptar la población a las condiciones de laboratorio, se realizaron bioensayos para obtener los parámetros poblacionales, individualizando 35 huevos en recipientes plásticos, se registró el tiempo de desarrollo de cada estadio hasta llegar a la etapa adulta así como la mortalidad. Con los datos obtenidos se construyó una curva de sobrevivencia y valores de tabla de vida. Se estimó el tiempo de desarrollo para cada estado inmaduro y el desarrollo promedio de huevo a adulto fue de 30.7 días, con supervivencia superior al 80%. El conocimiento generado en este trabajo puede ser de utilidad para llevar a cabo la programación de la cría de este insecto.

Palabras clave: *Chrysoperla carnea*, cría de insectos, control biológico, tabla de vida, parámetros biológicos.



Abstrac

Chrysoperla carnea is an effective biological control agent frequently used against a wide variety of soft-bodied insects. Due to its high homing capacity and adaptability, it can withstand adverse conditions and can be reared in masse, which is why it occupies a prominent place compared to other biological control agents. The objective of the present study was to determine the biological and population parameters of *C. carnea* under laboratory conditions. The experiment was carried out in the pest diagnostics and systematics laboratory of the Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, with a population collected from a sorghum crop in the town of Chietla, Puebla. Following a standardized rearing protocol (temperature of 25 ± 1 C °, relative humidity of 55 ± 10 % with a photoperiod of 12:12 L: O, feeding of adults by means of artificial diet and larvae fed with *S. cerealella* eggs ad libitum) and after adapting the population to laboratory conditions, bioassays were carried out to obtain the population parameters, individualizing 35 eggs in plastic containers, the development time of each stage was recorded until reaching the adult stage as well as mortality. With the data obtained, a survival curve and life table values were constructed. The development time for each immature stage was estimated and the average development from egg to adult was 30.7 days, with survival greater than 80%. The knowledge generated in this work can be useful for carrying out the breeding programming of this insect.

Keywords: *Chrysoperla carnea*, insect breeding, biological control, life table, biological parameters.

1. Introducción

El manejo integrado de plagas (MIP) es una herramienta que combina métodos y tecnologías para el manejo de problemas fitosanitarios, por medio del correcto uso de diversas técnicas, la elección entre una y otra depende del contexto del agroecosistema, en otros términos, se debe realizar una evaluación preliminar del agroecosistema, en esta se identifica la especie plaga, la densidad de la población de la plaga, su umbral económico de daño y los recursos abióticos y bióticos presentes en el ecosistema, para así elegir de forma consciente e idónea los métodos y tecnologías que se usaran. Posterior a la aplicación se debe monitorizar la plaga para que no supere su umbral económico (Altieri, 2009; Naranjo y Ellsworth, 2009).

Algunos de los métodos son el control cultural, el control químico, el control etológico y el control biológico, este último se ha convertido en un método cada vez más usado por su rentabilidad, sostenibilidad, fácil uso de los organismos y sus resultados a largo plazo. El control biológico reduce las poblaciones plaga a través del uso de enemigos naturales. Los enemigos naturales comprenden desde microorganismos como

hongos, virus o bacterias hasta artrópodos como depredadores y parasitoides. Se debe conocer los hábitos, la proporción depredador- plaga o parasitoide-plaga, así como los requerimientos bióticos y abióticos del enemigo natural, ya que algunos requieren de refugio en arvenses (Bordini et al., 2021).

Los depredadores más usuales son aquellos con hábitos generalistas, debido a su practicidad para criarlos, su voracidad y la poca especificidad de presas. Los órdenes Coleoptera y los Neuróptera, comprenden especies que poseen estas características. La familia de los crisópidos, perteneciente al orden Neuróptera, es frecuentemente usada como agente de control biológico, debido a que es un depredador generalista, lo que permite que especies invasoras que no tienen enemigos naturales puedan ser combatidas. *Chrysoperla carnea* Stephens (1836) es una especie de la familia Chrysopidae, su larva es depredadora, mientras los adultos se alimentan de melaza y polen (Kligen et al., 1996).

Conocer los parámetros biológicos de las especies es fundamental para saber la calidad y comportamiento de estos organismos poblacionalmente, por lo que el



objetivo de este trabajo fue estimar los parámetros biológicos y tabla de vida de los estados inmaduros de una población presente en el cultivo de sorgo en el estado de Puebla.

2. Metodología

Para obtener la población inicial, se recolectaron en cultivo de sorgo en la localidad de Chietla, Puebla (18°34'07.7" N 98°35'23.6W) 10 parejas de adultos de *C. carnea* (macho y hembra) de manera manual y con aspiradores entomológicos, las parejas se resguardaron en recipientes de plástico con capacidad de un litro, posteriormente estas parejas fueron depositadas en una cámara de cría del laboratorio de diagnóstico y sistemática de plagas de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), donde se mantuvieron a una temperatura de 25 ± 1 C °, humedad relativa del 55 ± 10 % con un fotoperiodo de 12:12 L:O para su aclimatación.

Una vez aclimatados, los adultos colectados se cambiaron a un recipiente rectangular con una dimensión de $27.5 \times 26 \times 10.2$ cm, con un orificio en la tapa la cual se cubrió con tela tipo tricot, en la parte interna se colocaron dos bebederos de 3.5 cm de diámetro por 1.8 cm de altura en cada extremo, se alimentaron con la dieta para adultos propuesta por Vogt et al. (2000). En estos recipientes se llevó a cabo la copula y ovoposición de los huevos.

Observada la puesta de los huevos, se aisló una cohorte de 35 huevos tomados al azar de menos de 24 horas de edad, se individualizaron en recipientes de 3.5 cm de diámetro y altura de 1.8 cm, en esos mismos recipientes emergieron las larvas, las cuales fueron alimentadas cada tres días con huevos de *Sitotroga cerealella* (Oliver, 1789) ad libitum, las pupas continuaron su desarrollo en los mismos recipientes hasta la eclosión de los adultos, se estimó el tiempo de desarrollo para cada uno de los estados inmaduros, así como la mortalidad de la población.

Los adultos se reincorporaron a la cría base para el aumento y preservación de la población en el laboratorio. Con los datos

obtenidos se construyó la curva de sobrevivencia así mismo se calcularon los valores de la tabla de vida según la metodología propuesta por Vera-Grazian et al. (1997) donde se obtuvieron parámetros como tasa de supervivencia (lx), tasa de mortalidad (qx), Expectativa de vida (Lx) y esperanza media de vida (ex).

3. Resultados y discusión

En el cuadro 1 se presenta el tiempo de desarrollo para cada uno de los estados de desarrollo de *C. carnea*. Se puede observar un tiempo de desarrollo para el estado de huevo es en promedio de 4 días, estos valores concuerdan por lo propuesto por Aragón-Sánchez et al. (2020) y Huerta-de la Peña et al. (2023) donde estudian a poblaciones de *C. carnea* criadas en laboratorio, estos autores reportan tiempos de desarrollo de 4.35 y 4.13 días respectivamente.

Cuadro 1. Tiempo de desarrollo de los estados de desarrollo de los estados inmaduros de de *C. carnea*.

Estado de desarrollo	Media \pm E.E.
Huevo	3.92 ± 0.24
L1	3.48 ± 0.20
L2	5.80 ± 0.28
L3	6.73 ± 0.28
Pupa	10.90 ± 0.28
Total	30.73 ± 0.75

Se estimó para el primer estadio L1 una media aproximada de 3 días, tiempo de desarrollo que concuerda con lo reportado por Huerta-de la Peña et al. (2023) para esta misma especie, sin embargo, difiere para los estadios L2 y L3, donde se registró un tiempo de desarrollo promedio de 3 días en ambos casos, un periodo inferior al observado en el presente estudio para ambos estadios (L2, 5 y L3, 6 días respectivamente); esta diferencia en los periodos de desarrollo puede estar relacionada con las condiciones de



aclimatación y crianza de la población. El tiempo de desarrollo total del estado larvario en promedio fue de 14 días, un tiempo de desarrollo mayor a lo reportado por Aragón-Sánchez et al. (2020), quienes observaron tiempos de desarrollo total de 10 días. Para el estado de pupa se estimó un tiempo de desarrollo de 10 días aproximadamente valores similares al de una población criada estrictamente en laboratorio como lo propuesto por Huerta-de la Peña et al. (2023). El tiempo total de desarrollo inmaduro de *C. carnea* para esta población se estimó en 30 días, un periodo similar al registrado por Aragón-Sánchez et al. (2020) 29 días para el tiempo de desarrollo, sin embargo, difiere de lo reportado por Huerta-de la Peña et al. (2023) donde la población completo su desarrollo en un periodo menor (24 días), factores como el origen y el manejo de la población, con frecuencia pueden influir en el periodo de desarrollo.

En la figura 1 se presenta la curva de sobrevivencia de los estados inmaduros de *C. carnea*, se observa que la mortalidad de la población en sus estados de desarrollo inmaduros es muy baja, manteniéndose arriba del 0.8, lo que indica un sobrevivencia superior al 80% hasta el estado de pupa, en la gráfica se observa una disminución debido a en su mayoría que son organismos que pasan rápidamente al estado adulto, además, para el día 30 se observa un alto índice de mortalidad debido a que las pupas presentaron problemas para emerger en adultos, sin embargo, esta mortalidad es muy reducida pero esta población presentó algunos organismos que no llegaron a su etapa adulta. Estos resultados difieren de lo propuesto por Huerta-de la Peña et al. (2023), donde una población criada bajo condiciones de laboratorio presenta una alta mortalidad al cambiar de un estado de desarrollo a otro. Por otra parte, otros neurópteros como *Sympheronius barberi* Banks (Neuroptera: Hemerobidae) la mortalidad es muy baja cuando pasa de un estado de desarrollo a otro (Pacheco-Rueda et al., 2011).

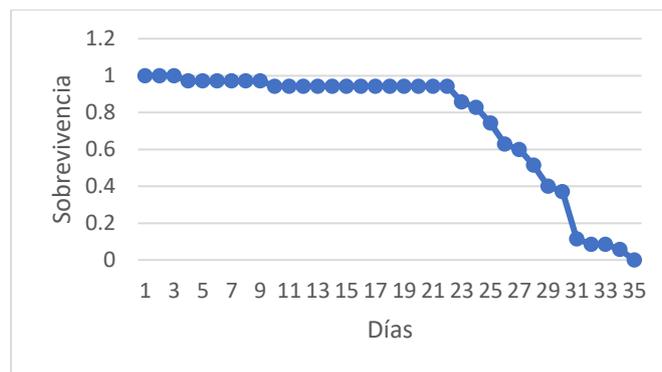


Figura 1. Curva de sobrevivencia de los estados inmaduros de *C. carnea*.

En el cuadro 2 se muestran los valores calculados de la tabla de vida de los estados inmaduros de la población de *C. carea* estudiada, donde se observa que la tasa de sobrevivencia disminuye a partir del día 21, lo que indica que estos organismos presentan altas probabilidades de completar su desarrollo, por lo que se puede llegar a estimar que esta población presente en el cultivo de sorgo puede estar en buenas condiciones para mantenerse a lo largo de generaciones, sin presentar algún efecto sobre la población. Cabe resaltar que influye mucho en la sobrevivencia y los valores de la tabla de vida los factores ambientales, así como de los factores propios de la cría, como la calidad del alimento y la propia manipulación de la población (Arredondo, 2004, Rodríguez-del Bosque & Arredondo-Bernal, 2007, Pacheco-Rueda et al., 2011).

Donde:

N: Numero de huevos aislados.

l_x : tasa (o probabilidad) de supervivencia al inicio del intervalo x .

dx : número de individuos muertos durante el intervalo x a $x+1$.

qx : tasa de mortalidad durante el intervalo x a $x+1$.

Lx : número de individuos vivos en promedio durante el intervalo x a $x+1$.

Tx : suma acumulativa de Lx para obtener valores expresados en número de individuos por unidades de tiempo.

ex : esperanza media de vida de los individuos al inicio del intervalo x ; o bien unidades de tiempo que le quedan por vivir, en promedio, a cualquier individuo que haya cumplido cierta edad x .



Tabla 2. Valores calculados de la tabla de vida de los estados inmaduros de la población de *C. carnea*

Días	N	lx	dx	qx	Lx	Tx	ex
0	35	1	0	0	35	906	25.87
1	35	1	0	0	35	871	24.87
2	35	1	1	0	34.5	836	23.87
3	34	0.97	0	0	34	801	23.56
4	34	0.97	0	0	34	767	22.56
5	34	0.97	0	0	34	733	21.56
6	34	0.97	0	0	34	699	20.56
7	34	0.97	0	0	34	665	19.56
8	34	0.97	1	0	33.5	631	18.56
9	33	0.94	0	0	33	598	18.11
10	33	0.94	0	0	33	565	17.11
11	33	0.94	0	0	33	532	16.11
12	33	0.94	0	0	33	499	15.11
13	33	0.94	0	0	33	466	14.11
14	33	0.94	0	0	33	433	13.11
15	33	0.94	0	0	33	400	12.11
16	33	0.94	0	0	33	367	11.11
17	33	0.94	0	0	33	334	10.11
18	33	0.94	0	0	33	301	9.106
19	33	0.94	0	0	33	268	8.106
20	33	0.94	0	0	33	235	7.106
21	33	0.94	3	0.1	31.5	202	6.106
22	30	0.86	1	0	29.5	170	5.667
23	29	0.83	3	0.1	27.5	141	4.845
24	26	0.74	4	0.2	24	113	4.346
25	22	0.63	1	0	21.5	89	4.045
26	21	0.6	3	0.1	19.5	67.5	3.214
27	18	0.51	4	0.2	16	48	2.667
28	14	0.4	1	0.1	13.5	32	2.286
29	13	0.37	9	0.7	8.5	18.5	1.423
30	4	0.11	1	0.3	3.5	10	2.5
31	3	0.09	0	0	3	6.5	2.167
32	3	0.09	1	0.3	2.5	3.5	1.167
33	2	0.06	2	1	1	1	0.5
34	0	0	0		0	0	0

4. Reflexiones finales y/o conclusiones

En el presente estudio determinamos los parámetros biológicos y tabla de vida de una población silvestre de *Chrysoperla carnea*. Aun cuando se observaron ciertos problemas propios de una población durante la emergencia de adultos,

considerando el ciclo de vida, la baja mortalidad y alta supervivencia, bajo las condiciones ambientales establecidas en laboratorio, *C. carnea* podría criarse de forma masiva con éxito.



Contribución de los autores: Conceptualización, M. A. S. y C. S. T.; metodología, J. P. M. M., S. B. C., M. A. H. O. y G. C. A.; análisis formal, J. P. M. M., S. B. C.; investigación, M. A. H. O. y G. C. A.; redacción: preparación del borrador original, M. A. S. y C. S. T.; redacción: revisión y edición, M. A. S. y C. S. T.; supervisión, M. A. S. y C. S. T.; Todos los autores han leído y están de acuerdo con la versión publicada del manuscrito.

Financiamiento: Esta investigación fue financiada por SECIHTI anteriormente CONAHCyT, en el marco de Estancias Posdoctorales Académicas, con el apoyo de una beca para el primer y último autor de este trabajo.

Agradecimientos: Los autores agradecen a la Ing. Karla Soriano Ramírez y al Ing. Jordán Cervantes Mendoza por su colaboración y acompañamiento a los muestreos en campo.

Referencias

Altieri, M. (2009). El estado del arte de la agroecología: revisando avances y desafíos. En: M. Altieri (Ed.), *Vertientes del pensamiento agroecológico: fundamentos y aplicaciones* (pp. 69-94). SOCLA. <https://media.utp.edu.co/centro-gestion-ambiental/archivos/documentos-relacionados-con-agroecologia-seguridad-y-soberania-alimentaria/vertientes-del-pensamiento-agroecologico-fundamentos-y-aplicaciones.pdf>

Aragón-Sánchez, M., Serratos-Tejeda, C., Huerta-de la Peña, A., Aragón-García, A., Pérez-Torrez, B., & Pineda, S. G. (2020). Effect by ingestion of extracts of *Argemone mexicana* L. on biological parameters and capability of *Chrysoperla carnea* (Stephens) to increase in a laboratory. *Southwestern Entomologist*, 45(2), 405-414. <https://doi.org/10.3958/059.045.0209>

Arredondo, H. C. (2004). Manejo y producción de *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae). En: N. Bautista, H. Bravo y C. Chavarin (Eds.), *Cría de Insectos Plaga y Organismos*

Benéficos, (2a ed., pp. 177-195). Colegio de Postgraduados. CONABIO.

Bordini, I., Ellsworth, P. C., Naranjo, S. E., & Fournier, A. (2021). Novel insecticides and generalist predators support conservation biological control in cotton. *Biological Control*, 154, 104502. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2020.104502>

Huerta-de la Peña, A., Díaz-Rivas, M. A. y Aragón-Sánchez, M. (2023). Parámetros poblacionales de *Chrysoperla carnea* en condiciones de laboratorio en Puebla. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 14(spe29), e3546. <https://doi.org/10.29312/remexca.v14i29.3546>

Naranjo S. E., & Ellsworth P. C. (2009) Fifty years of the integrated control concept: moving the model and implementation forward in Arizona. *Pest Management Science*, 65(12), 1267-86. <https://doi.org/10.1002/ps.1861>

Klingen, I., Johansen, N. S., & Hofsvang, T. (1996). The predation of *Chrysoperla carnea* (Neurop., Chrysopidae) on eggs and larvae of *Mamestra brassicae* (Lep., Noctuidae). *Journal of Applied Entomology*, 120(1-5), 363-367. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.1996.tb01620.x>

Pacheco-Rueda, I., Lomelí-Flores, R., Rodríguez-Leiva, E., y Ramírez-Delgado, M. (2011). Ciclo de vida y parámetros poblacionales de *Symphronius barberi* Banks (Neuroptera: Hemerobidae) criado con *Dactylopius opuntiae* Cockerell (Himenoptera: Dactylopiidae). *Acta Zoológica Mexicana*, 27(2), 325-340. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0065-17372011000200008&lng=es.

Rodríguez-del-Bosque, L. A., y H. C. Arredondo-Bernal (eds) (2007). *Teoría y aplicación del control biológico*. (1ª ed.). Sociedad Mexicana de Control Biológico, A.C. http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_agronomia/Zoologia_Agricola/Manejo_Integrado/Material_Interes/Libro_CB_Arredondo-Rodriguez_2007_Control_Biologico.pdf



Vera-Graziano, J., Pinto, V. M., y López J. C. (1997). *Ecología de poblaciones de insectos*. (1a ed.). Universidad Autónoma Chapingo.

Vogt, H., Bigler, F., Brown, K., Candolfi, M. P., Kemeter, F., Kühner, C. H., Moll, M., Travis, A., Ufer, A., Viñuela, E., Waldburger, M., & Waltersdorfer, A. (2000). Laboratory method to test effects of plant protection products on larvae of *Chrysoperla carnea* (Neuroptera:Chrysopidae), In: M. P. Candolfi., S. Blümel., R. Forster., F. Bakker., C. Grimm., S. A. Hassan., U. Heimbach., B. Mead-Briggs., R. Reber., R. Schmuck., & H. Vogt (Eds.), *Guidelines to Evaluate Side-effects of Plant Protection Products to Non-target Arthropods*. (pp. 27-44) International Organization for Biological Control of Noxious Animals and Plants, West Palaearctic Regional Section. https://www.researchgate.net/publication/286239858_Laboratory_method_to_test_effects_of_plant_protection_products_on_larvae_of_Chrysoperla_carnea_Neuroptera_Chrysopidae



Diagnóstico de la calidad microbiológica en cilantro y perejil de la región de Tehuacán como método de prevención de ETAS

Diagnosis of microbiological quality in cilantro and parsley from the Tehuacán region as a method of preventing STDs

Vanessa Salinas Bibiano ^{1*}, Guadalupe Velázquez Vázquez ¹, Belem Aguilar ¹, Yosselin Castillo ¹

¹ Procesos Alimentarios, Universidad Tecnológica de Tehuacán. Email: vanessa.salinas@uttehuacan.edu.mx, guadalupe.velazquez@uttehuacan.edu.mx, a3522110311@alumno.uttehuacan.edu.mx, a3523110397@alumno.uttehuacan.edu.mx

* Autor de correspondencia: vanessa.salinas@uttehuacan.edu.mx; Tel.: +525519321493

Fecha de Recepción: 20 de marzo del 2025

Fecha de Revisión: 8 de abril del 2025

Fecha de Publicación:

ISSN: *En trámite.*

Citación: Vanessa Salinas et al. Diagnóstico de la calidad microbiológica en cilantro y perejil de la región de Tehuacán como método de prevención de ETAS. Revista en Ciencia y Tecnología del Valle de Tehuacán, 2025, 1, 16-22.

Copyright: © 2025 por los autores. Enviado para posible publicación en acceso abierto bajo los términos y condiciones de la Ley de Creatividad.

Resumen

El objetivo del trabajo fue diagnosticar la calidad microbiológica de cilantro y perejil de cuatro comunidades productoras de la región de Tehuacán, Puebla, a través de la determinación de mesófilos aerobios, hongos y levaduras, coliformes totales y coliformes fecales, todos microorganismos indicadores de inocuidad, empleando metodología establecida en la normatividad mexicana vigente. Los resultados sugieren elevada carga microbiana en las cuatro comunidades de la región, además de presencia de posibles microorganismos patógenos que superan los límites máximos permisibles, dicha información sirve para establecer acciones específicas del manejo que debe darse a estos productos previo a su consumo ya que en su mayoría es en crudo, acciones como el lavado y sanitizado a concentraciones que aseguren la eliminación de microorganismos patógenos, la aplicación de tratamientos térmicos durante su procesamiento, el almacenamiento en condiciones higiénicas y de refrigeración, evitar contaminación cruzada con otros alimentos, todas asociadas a las buenas prácticas de manufactura, permiten minimizar el riesgo a contraer enfermedades transmitidas por los alimentos (ETA'S) debido a contaminación microbiológica de estas de hortalizas de alto consumo local y nacional.

Palabras clave: cilantro, perejil, indicador, inocuidad, enfermedad.



Abstrac

The aim of this work was to diagnose the microbiological quality of cilantro and parsley from four producing communities in the region of Tehuacán, Puebla, the main producing state of these vegetables, through the determination of aerobic mesophiles, fungi and yeasts, total coliforms and fecal coliforms., all microorganisms indicating safety, using methodology established in current Mexican regulations. The results suggest a high microbial load in the four communities of the region, in addition to the presence of possible pathogenic microorganisms that exceed the maximum permissible limits. This information serves to establish specific management actions that should be given to these products prior to consumption since in Most of it is raw, actions such as washing and sanitizing at concentrations that ensure the elimination of pathogenic microorganisms, the application of thermal treatments during processing, storage in hygienic and refrigerated conditions, avoiding cross contamination with other foods, all associated with Good manufacturing practices allow local consumers to minimize the risks of contracting foodborne illnesses (ETA'S) due to microbiological contamination derived from highly consumed vegetables.

Keywords: Cilantro, parsley, indicator, safety, disease.

1. Introducción

El consumo de hortalizas es vital en la dieta del ser humano debido a su fácil acceso, gran disponibilidad e innumerables propiedades alimenticias, en los últimos años el consumo de éstas se ha incrementado debido al aporte benéfico en la salud (Ramírez, 2017). Dentro de las hortalizas de hoja de alto consumo en México se encuentran el cilantro (*Coriandrum sativum* L.), perejil (*Petroselinum hortense*) ambos cultivados principalmente en el estado de Puebla cuya producción es de más 58 000 toneladas y 1273 toneladas, respectivamente, convirtiéndose en el estado productor número uno de cilantro y número dos de perejil a nivel nacional (secretaría de Puebla, 2023). Sin embargo, por sus características físicas y de cultivo, estos están expuestos a contaminación de tipo biológica y química, constituyendo un riesgo para la adquisición de enfermedades transmitidas por alimentos (ETAS), las cuales representan un problema de salud pública (Zúñiga y Caro, 2017). Esto se debe a que su ingesta en forma cruda puede verse afectada por la presencia de microorganismos patógenos tales como: *Escherichia coli*, *Klebsiella*, *Enterobacter* o *Citrobacter*, quienes integran el grupo de los coliformes fecales. Dichas especies en

conjunto con los coliformes totales, bacterias aerobias, hongos y levaduras se consideran indicadores de la calidad microbiológica de los alimentos, que puede verse afectada en el caso de hortalizas por el agua de riego y los suelos de cultivo contaminados, malas prácticas de cultivo, recolección y manipulación inadecuada previa a la venta o comercialización así como ineficiencia de los procesos de lavado y desinfección post cosecha, pues los patógenos pueden alojarse tanto en la parte externa como interna de las frutas y hortalizas., de ahí el riesgo de múltiples brotes de enfermedades gastrointestinales, siendo el principal agente causal *Salmonella spp* (Ocaña et al., 2015).

Estudios realizados en muestras de lechugas, perejil y cilantro en países de América del Sur han reportado la presencia de coliformes totales positivas a *E.coli*, siendo el cilantro la principal fuente de bacterias enteropatógenas que sugiere que los vegetales tipo hoja presentan una inadecuada calidad sanitaria y pueden ser fuente de gastroenteritis (Rincón et al., 2010). En México, estudios de la calidad microbiológica del cilantro (*Coriandrum sativum* L.) en tres municipios del estado de México demuestran la presencia de microorganismos patógenos, así como un nivel elevado de microorganismos



coliformes totales y presencia de coliformes fecales, responsables de ocasionar enfermedades gastrointestinales en el consumidor, si el producto se consume sin recibir algún tratamiento (De Jesús, 2016). La presencia de indicadores entéricos en cilantro y perejil (Coliformes totales, Coliformes Fecales y *E.coli*) indican un alto nivel de contaminación y demuestra la necesidad de un control microbiológico en el sistema de riego, cosecha, transporte y condiciones higiénicas de los manipuladores para asegurar la calidad de los vegetales tipo hoja (Salgado y Vallejos, 2015).

Por ello el objetivo del estudio fue determinar la calidad microbiológica del cilantro y perejil producidos en la Región de Tehuacán, Puebla, para lograr la identificación oportuna de posibles patógenos y proponer la aplicación de estrategias postcosecha previo a su consumo como medidas de prevención de ETAS.

2. Metodología

Localidades de estudio. Magdalena Cuayucatepec (Cuayucatepec) considerada la principal localidad exportadora de cilantro en el estado de Puebla, ubicada a 13.6 kilómetros (en dirección Suroeste) de la localidad de Tehuacán, sus principales actividades económicas son la agricultura y la ganadería, destaca la siembra de cilantro, cebolla, ajo, lechuga, col y brócoli. Nativitas (Santa María) pertenece al municipio de Ajalpan (segundo municipio más grande de Puebla) situado a 5.6 kilómetros de ciudad de Ajalpan, las principales hortalizas sembradas en la localidad son el tomate, calabaza, cilantro, camote además de siembra de maíz. San Antonio Cañada localizado en la parte sureste del estado de Puebla, limita al norte con Tehuacán y Vicente Guerrero, al sur con Ajalpan, al este con Vicente Guerrero y al oeste con Tehuacán, sus principales cultivos de siembra son brócoli, rábanos, acelgas, cilantro, cebolla y diferentes tipos de chile, entre otras hortalizas. San Esteban Necoxcalco pertenece al municipio de San Antonio Cañada (Estado de Puebla) realiza

principalmente la siembra de maíz elotero, pero también la siembra de hortalizas de hoja (Secretaría de Bienestar, 2014).

Unidad de trabajo. Todas las muestras fueron procesadas para su análisis microbiológico en el Laboratorio de Microbiología del Programa de estudios de Procesos Alimentarios de la Universidad Tecnológica de Tehuacán ubicada en Prolongación del 1 sur No. 1101 San Pablo Tepetzingo, 75859 Tehuacán, Pue.

Recolección de muestras. Las muestras fueron recolectadas en el mercado local La Purísima con productores de cilantro y perejil de las comunidades de Magdalena Cuayucatepec, Nativitas, San Esteban Necoxcalco y San Antonio Cañada pertenecientes al estado de Puebla. Fueron identificadas y mantenidas en condiciones de refrigeración de acuerdo con la NOM-109-SSA1-1994 hasta su procesamiento microbiológico.

Preparación de material y medios de cultivo. Los medios de cultivo se prepararon con agua destilada de acuerdo con la relación cantidad (g) volumen indicado por proveedor. Los medios empleados fueron agar papa dextrosa para hongos y levaduras, agar Bilis Rojo Violeta para coliformes totales y fecales y agar cuenta estándar para mesófilos aerobios todos de la marca Becton Dickinson México. Como diluyente se preparó peptona siguiendo la relación indicada en la NOM-109-SSA1-1994, 1 g de peptona más 8 g de NaCl para preparar un litro de agua peptonada. Una vez preparados e identificados los medios, diluyentes y envuelto el material, se esterilizaron por calor húmedo en autoclave a 121° C (1.5 kg/cm²) por 15 minutos empleando cinta testigo como indicador de esterilización.

Siembra. Para la preparación de las muestras se siguió la metodología de la NOM-110-SSA1-1994. Se pesaron 25 g de cada grupo de hortalizas por separado y se diluyeron en 225 ml de agua peptonada cada una. Se prepararon diluciones de (10-1 a 10-6).



Todas las determinaciones se realizaron por vertido en placa, se colocó 1 ml de cada dilución en una caja Petri y después se realizó el vertido del medio de cultivo correspondiente, se homogeneizó y esperó hasta su gelificación. La determinación de bacterias aerobias; mohos y levaduras; coliformes totales y fecales en placa se realizó de acuerdo con las normas NOM-092-SSA1-1994, NOM-111-SSA1-1994 y NOM-113-SSA1-1994, respectivamente. Para cada determinación, se trabajó con un blanco de los medios de cultivo previamente esterilizados, así como un blanco para el muestreo ambiental durante el procesamiento y siembra de muestras. Las placas estériles desechables, así como los medios de cultivos y diluyente empleados fueron marca Becton Dickinson México.

Incubación. Una vez gelificados los medios de cultivo, las cajas petri se incubaron a $35^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}$ por 48 h para mesófilos aerobios, $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$ por 72 horas para hongos y levaduras, 35°C durante 24 ± 2 horas para coliformes totales y $45 \pm 2^{\circ}\text{C}$ durante 48 horas para coliformes fecales.

Conteo. El conteo se realizó siguiendo las consideraciones del apartado 10 correspondiente a la NOM-092-SSA1-1994. Bienes y servicios. Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa.

Análisis estadístico. Para detectar diferencias entre la carga microbiológica de las hortalizas de las diferentes comunidades de estudio los resultados fueron analizados con un análisis de varianza (ANOVA) ($p \leq 0,05$) y se compararon con los límites máximos permisibles (LMP) de cada microorganismo indicador de acuerdo con la normatividad mexicana vigente.

3. Resultados y discusión

Todas las muestras analizadas sobrepasaron el Límite Máximo Permissible (LMP) de

150,000 UFC/g para Mesófilos Aerobios (Tabla 1), indicando la exposición a temperaturas que favorecen el desarrollo de microorganismos patógenos y deterioradores, así como la ineficiencia de tratamientos antimicrobianos aplicados como biocidas. En coliformes totales y fecales cuyo LMP es de 100 UFC/g el perejil de la localidad de Cuayucatepec fue la única muestra que se encontró dentro de ambos límites, por otro lado el cilantro de las localidades de Nativitas y San Esteban así como el perejil de San Antonio Cañada, representan un riesgo para la salud del consumidor, debido a que los coliformes fecales indican presencia de materia fecal, prácticas de higiene del personal deficientes, procesos inadecuados de limpieza y la presencia de patógenos como *Salmonella* en los alimentos. Con respecto a hongos y levaduras, todas las muestras rebasaron los LMP (<10 UFC/g) para levaduras, sólo el cilantro de Nativitas se encontró dentro del LMP para hongos (<10 UFC/g); la presencia de estos microorganismos indica que los alimentos han sido expuestos a condiciones que favorecen el desarrollo de patógenos, así como la posible presencia de toxinas en un alimento, y sobre todo una contaminación por exposición a condiciones ambientales. La prueba de ANOVA arrojó que no existe diferencia significativa entre las medias de las UFC/g ($p > 0.05$) por microorganismo indicador entre las muestras de cilantro y perejil de las comunidades, es decir que los cultivos de las diferentes localidades evaluadas no cumplen con la condición de inocuidad. De acuerdo con Ramírez (2017), la existencia de coliformes fecales en cultivos demostró la carencia de buenas prácticas de agricultura dentro de la cadena de producción y el riesgo latente que existe al consumir estas hortalizas. López et al (2014) indica que la presencia de microorganismos como *Salmonella spp.* y *E. coli* son sumamente riesgosos para la salud de los consumidores.



Tabla 1. Resultados de microorganismos indicadores de inocuidad

	Hongos	Levaduras	Mesófilos	Coliformes	Coliformes
Hortalizas	UFC/g	UFC/g	aerobios	totales	fecales
			UFC/g	UFC/g	UFC/g
Perejil	>100*	>100*	>150000*	>100*	>100*
Cilantro					

* Sin diferencia significativa ($p > 0.05$)

A nivel mundial las enfermedades transmitidas por alimentos (ETA) representan uno de los problemas de salud pública más importantes, con repercusiones sociales y económicas. La contaminación de los alimentos puede ser endógena, o bien ocurrir en algún punto de su transformación por algún agente etiológico que puede estar presente en los animales, vegetales o medio ambiente donde se almacena, maneja o procesa dicho alimento (OMS, 2016). Según la Organización Mundial de la Salud de 2016 cada año enferman 600 millones de personas en el mundo, 1 de cada 10 habitantes, por ingerir alimentos contaminados y que 420,000 mueren por esta misma causa. Estas cifras se encuentran en aumento debido a que en los últimos años el consumo de frutas y hortalizas se ha elevado, como resultado del incremento en la demanda por los productos mínimamente procesados, o más saludables esto de acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) de 2023. Las alternativas para reducir la contaminación microbiológica y a su vez el riesgo que puede causar en la salud de las personas se basa principalmente en sustancias químicas desinfectantes y conservantes sintéticos, los cuales pueden tener efectos cancerígenos y teratogénicos por su toxicidad residual (Gaviola et al., 2021). La presencia de la bacteria *Escherichia coli* en las muestras analizadas puede indicar prácticas higiénicas deficientes sobre todo de personas que están involucradas con la postcosecha, en actividades como distribución, manipulación y comercialización de estos vegetales. *E. coli* al ser el mejor indicador de contaminación

fecal y al estar presente en alimentos puede poner en riesgo la inocuidad alimentaria (López et al., 2014).

4. Reflexiones finales y/o conclusiones

Los resultados demostraron la existencia de serios problemas de contaminación microbiológica en las localidades de estudio, zonas de alta producción, lo que refleja la necesidad de adoptar al diagnóstico microbiológico de los alimentos como una herramienta para la detección oportuna de microorganismos indicadores de inocuidad, ya que es a través del conocimiento de éstos, que se pueden establecer buenas prácticas de manufactura específicas para contrarrestar las enfermedades transmitidas por los alimentos y reducir el impacto en la salud de los consumidores.

Contribución de los autores: Conceptualización, V.S.B. y G.V.V.; metodología B.A.L. y Y.C.P.; análisis formal, V.S.B.; investigación, Y.C.P.; redacción: preparación del borrador original, B.A.L.; redacción: revisión y edición, V.S.B. y G.V.V.; Todos los autores han leído y están de acuerdo con la versión publicada del manuscrito.

Financiamiento: Esta investigación no recibió financiamiento.

Agradecimientos: Los autores agradecen a la Universidad Tecnológica de Tehuacán, por promover la investigación en los diferentes campos de la ciencia.



Referencias

- De Jesús Hernández, G. D. (2016). Determinación de Mesófilos Aerobios, Coliformes Totales y Coliformes Fecales en el cultivo de cilantro (*Coriandrum sativum* L.), producido en tres municipios del Estado de México.
- FAO, (2023). 4.1 Entender la oferta y la demanda de alimentos a lo largo del continuo rural-urbano [en línea]. *DSpace*. [Consultado el 24 de junio de 2024]. Disponible en: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/faf73d06-b656-4732-82e1-bdd37e16caee/content/state-food-security-and-nutrition-2023/supply-demand-rural-urban-continuum.html>
- Gaviola, S., Lombardo, G., Malinovsky, V., Ferreirós Gago, L., Sapoznik, M. M., Contreras, A., Pérez, S. J. y Di Santo, F. M., (2021). DESINFECTANTES Y ANTISÉPTICOS [en línea]. *Argentina.gob.ar*. [Consultado el 24 de junio de 2024]. Disponible en: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/guia_desinfectantes_y_antisepticos_septiembre_2021_0.pdf
- López, A., Ruiz, A. C., Cabrera, C., León, G., & Tejeda, F. (2014). Prevalencia de cepas multirresistentes de *Salmonella spp* y *Escherichia coli* 0157: H7 en alimentos crudos en la Ciudad de Puebla. *Ciencias Naturales y Exactas, Guanajuato*, 209–222.
- Ocaña de Jesús, R., Gutiérrez Ibáñez, A., Sánchez Pale, J., Velázquez Garduño, G., Mariezcurrena Berasain, M., Laguna Cerda, A. y Rojas Puebla, I., (2015). Calidad microbiológica del tomate (*Solanum lycopersicum* L.) producido bajo condiciones de invernáculo en 5 Municipios del Estado de México [en línea]. *SciELO - Scientific Electronic Library Online*. [Consultado el 24 de junio de 2024]. Disponible en: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-56572015000100007
- Ramírez C. K. A. (2017). Determinación de mesófilos aerobios, coliformes totales y fecales en el cultivo de espinaca (*spinacia oleracea* L.), producido en tres municipios del estado de México. (BLACPMA).
- Rincón, G., Ginestre, M., Romero, S., Castellano, M., & Ávila, Y. (2010). Calidad microbiológica y bacterias enteropatógenas en vegetales tipo hoja. *Kasmera*, 38(2), 97-105.
- Salgado, D. C., & Vallejos, N. G. (2015). Diagnóstico de indicadores entéricos en cilantro (*Coriandrum sativum*) y perejil (*Petroselinum sativum*) que se expenden en mercados populares del norte de la ciudad de Quito. *Enfoque UTE*, 6(1), 45-54.
- Secretaría de Salud. Diario Oficial de la Federación. Norma Oficial Mexicana, NOM-092-SSA1-1994. Bienes y servicios. Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa. México 1994.
- Secretaría de Salud. Diario Oficial de la Federación Proyecto de Norma. NOM-109-SSA1-1994 Procedimiento para la Toma, Manejo y Transporte de Muestras de Alimentos para su Análisis Microbiológico. México 1994.
- Secretaría de Salud. Diario Oficial de la Federación. Norma Oficial Mexicana, NOM-110-SSA1-1994. Bienes y servicios. Preparación y dilución de muestras de alimentos para su análisis microbiológico. México 1994.
- Secretaría de Puebla, (2023). No es lo mismo ni es igual: cilantro y perejil [en línea]. *gob.mx*. [Consultado el 14 de junio de 2024]. Disponible en: <https://www.gob.mx/agricultura|puebla/articulos/no-es-lo-mismo-ni-es-igual-cilantro-y-perejil-328216>
- Secretaría de Bienestar (2014). Gobierno de México [en línea]. Disponible en: <https://www.gob.mx/bienestar/prensa/entre-ga-rosario-robles-7-500-huertos-familiares-en-puebla>. [Consultado el 01 de enero de 2025].
- World Health Organization, (2016). Estimating the burden of foodborne diseases [en línea]. World Health Organization (WHO). [Consultado el 24 de junio de 2024]. Disponible en: <https://www.who.int/activities/estimating-the-burden-of-foodborne-diseases>



Zúñiga Carrasco, I. R. y Caro Lozano, J., (2017). Enfermedades transmitidas por los alimentos: una mirada puntual para el personal de salud [en línea]. Medigraphic - Literatura Biomédica. [Consultado el 24 de junio de 2024]. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/micro/ei-2017/ei173e.pdf>



Portales municipales como servicio SAAS para mejorar la calidad de los servicios digitales ofrecidos por los ayuntamientos

Municipal portals as a SAAS service to improve the quality of digital services offered by city councils

Christian Galicia ^{1,*}, Yedid Curioca ², Julio Cesar Alfaro ¹

¹ Universidad Tecnológica de Tehuacán. Email: christian.galicia@uttehuacan.edu.mx, yedid.curioca@uttehuacan.edu.mx, julio.alfaro@uttehuacan.edu.mx

* Autor de correspondencia: christian.galicia@uttehuacan.edu.mx

Fecha de Recepción: 20 de marzo del 2025

Fecha de Revisión: 31 de marzo del 2025

Fecha de Publicación:

ISSN: *En trámite.*

Citación: Christian Galicia, Yedid Curioca, Julio Cesar Alfaro. Portales municipales como servicio SAAS para mejorar la calidad de los servicios digitales ofrecidos por los ayuntamientos. Revista en Ciencia y Tecnología del Valle de Tehuacán, 2025, 1, 23-34.

Copyright: © 2025 por los autores. Enviado para posible publicación en acceso abierto bajo los términos y condiciones de la Ley de Creatividad.

Resumen

La investigación aborda la problemática de la falta de infraestructura y recursos en los municipios para avanzar en el gobierno electrónico. El objetivo principal de la investigación es desarrollar una plataforma web que permita mejorar la calidad de los servicios digitales ofrecidos por los ayuntamientos. La metodología utilizada combina enfoques de investigación mixta y estudio de caso.

El estudio encontró que en México solo el 45% de los municipios contaban con portal municipal en 2015. Además, se concluyó que el gobierno electrónico en México se encuentra en etapas iniciales y que los municipios no cuentan con la infraestructura ni recursos necesarios para avanzar. En otros países, como Dinamarca, República de Corea, Estonia y Finlandia, el e-gobierno y la transformación digital son fundamentales para el crecimiento sostenible.

La investigación propone un portal web municipal desarrollado con tecnología SaaS bajo buenas prácticas y con base en indicadores para aumentar el uso y grado de eficiencia y eficacia del e-gobierno en los municipios que lo implementan. El universo se conforma de ayuntamientos municipales en los periodos de administración 2021-2024, preferentemente del estado de Puebla.

Palabras clave: Gobierno electrónico, plataforma municipal, tecnología SaaS, transparencia gubernamental.



Abstrac

The research addresses the issue of lacking infrastructure and resources in municipalities to progress in e-governance. The main objective of the research is to develop a web platform that enhances the quality of digital services offered by local governments. The methodology employed combines mixed research approaches and case studies.

The study found that only 45% of municipalities in Mexico had a municipal portal in 2015. Furthermore, it was concluded that e-governance in Mexico is in its early stages, and municipalities lack the necessary infrastructure and resources to progress. In other countries like Denmark, Republic of Korea, Estonia, and Finland, e-government and digital transformation are essential for sustainable growth.

The research proposes a municipal web portal developed using SaaS technology following best practices and based on indicators to increase the usage and level of efficiency and effectiveness of e-governance in implementing municipalities. The scope comprises municipal governments during the 2021-2024 administration periods, preferably from the state of Puebla.

Keywords: E-government, municipal platform, SAAS technology, government transparency.

1. Introducción

La falta de infraestructura y recursos en los municipios para avanzar en el gobierno electrónico es un problema que afecta a muchos países, incluyendo México. El último estudio encontrado fue de INEGI 2015, donde se menciona que solo el 45% de los 2455 municipios existentes en ese momento tenían un portal municipal, Sandoval Almazán y Mendoza Colin (2011) señalan que el gobierno electrónico en México se encuentra en etapas iniciales y que los municipios no cuentan con la infraestructura ni recursos necesarios para avanzar. En contraste, otros países, como Dinamarca, República de Corea, Estonia y Finlandia, han hecho del gobierno electrónico y la transformación digital fundamentales para el crecimiento sostenible. La Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública (2015) menciona que los sujetos obligados deberán poner a disposición del público su información por medios electrónicos según corresponda. En el estado de Puebla tenemos la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública del Estado de Puebla (2016), la cual menciona nuevamente que los sujetos obligados deberán mantener actualizados y accesibles sus sitios web, reforzando aún más a los ayuntamientos en el artículo 78 y 83. En el estado de Puebla se han creado iniciativas para fortalecer el uso

de la tecnología por parte de los municipios. En el 2002 se creó el Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (INAFED), en mayo de 2011 se aprobó el Programa de Desarrollo Institucional Municipal 2011-2014, denominado "Programa DIM", en el 2014 desapareció el programa DIM para dar pie a la creación del Programa de Atención y Fortalecimiento a Municipios (PAFMUN) y en el 2019 desaparece el programa PAFMUN para dar pie a la creación del Programa de Desarrollo Institucional Municipal (DIM), el cual, concibió un programa de asesoramiento tecnológico municipal y la implementación y diseño de portales web municipales. En octubre de 2020 se abroga el similar que estableció el Programa de Desarrollo Institucional Municipal, publicado en el Periódico Oficial del Estado, esto causó una gran problemática ya que dejó a muchos municipios desamparados y sin el soporte tecnológico necesario.

Para abordar este problema, esta investigación propone el desarrollo de una plataforma web que permita mejorar la calidad de los servicios digitales ofrecidos por los ayuntamientos. La metodología utilizada combina enfoques de investigación mixta y estudio de caso. La investigación propone un portal web municipal desarrollado con tecnología SaaS bajo buenas prácticas y con base en indicadores



para aumentar el uso y grado de eficiencia y eficacia del gobierno electrónico en los municipios que lo implementan. El universo se conforma de ayuntamientos municipales en los periodos de administración 2021-2024, preferentemente del estado de Puebla, Veracruz y Oaxaca. La investigación es relevante porque propone una solución para mejorar el gobierno electrónico en los municipios, lo cual es esencial para el crecimiento sostenible. La tesis contribuye al desarrollo de un portal web municipal que permite mejorar la calidad de los servicios digitales ofrecidos por los ayuntamientos, aumentando la participación ciudadana, la transparencia gubernamental y la eficiencia en el uso de herramientas digitales.

2. Metodología

La metodología utilizada en la investigación combina enfoques de investigación mixta y estudio de caso. Se realizaron entrevistas con expertos en el tema y se llevó a cabo una investigación documental para identificar las mejores prácticas y los requisitos clave para el desarrollo de la plataforma. Además, se implementó la plataforma en diversos municipios del estado de Puebla y municipios de la región en los cambios de gobierno, con el objetivo de evaluar su impacto en el uso y eficiencia del E-Gobierno en los municipios que la implementan.

Tabla 1. Municipios participantes.

Oaxaca	La Reforma Putla	
Veracruz	Tuxtilla	
Puebla	Tlaola Ahuazoltepec Tlapacoya Chiconcuautila Huiziltepec Chiautzingo Tulcingo Zoquitlan Huauchinango Naupan Coxcatlan Santiago Miahuatlan San Juan Atenco Atzala	Caltepec Xochiapulco Chignahuapan Tlacotepec De Benitojuarez Camocuautila Zongozotla Ajalpan Hermenegildo Galeana Petlacingo Nealtican Chiautila Zautla Zacapala Jopala

La etapa de Recopilación de Información de la plataforma se llevó a cabo a finales del 2021 y la aplicación durante todo el año 2022. En este periodo, se implementó el portal en más de 30 municipios, abarcando una diversidad de municipios pequeños, medianos y grandes, con diferentes

afiliaciones políticas. La elección de esta metodología se fundamenta en la necesidad de obtener una visión integral y enriquecedora de la implementación de la plataforma y su influencia en los municipios, al combinar la recopilación de datos cualitativos y cuantitativos. Las



entrevistas con expertos en el tema permitieron obtener información valiosa sobre las mejores prácticas y requisitos clave para el desarrollo de la plataforma, mientras que la investigación documental proporcionó una comprensión profunda del contexto y los desafíos específicos que enfrentan los municipios. La implementación de la plataforma en diversos municipios permitió evaluar su impacto en el uso y eficiencia del E-Gobierno. Se recopilaron datos y retroalimentación de los usuarios para evaluar la efectividad y la usabilidad de la plataforma y realizar mejoras iterativas. Además, se comparó con municipios similares que no implementan la tecnología para evaluar el impacto y la mejora en los procesos de gobierno electrónico. La

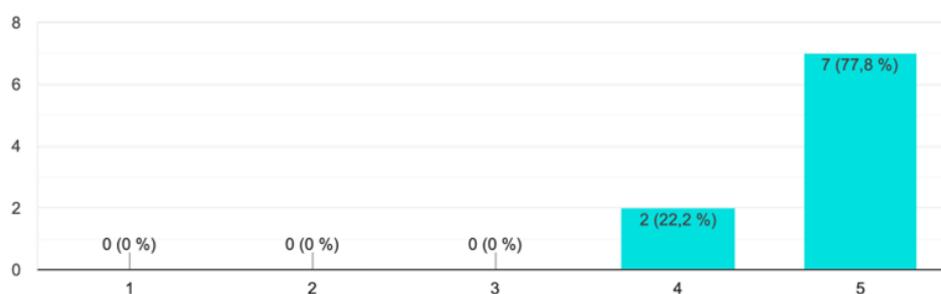
encuesta se aplicó a un total de 9 usuarios, que representan a 16 municipios de los 30 que se tenían hasta octubre del año 2022. Para determinar el porcentaje que esta cantidad representa con relación a la población total de entrevistados, podemos realizar el cálculo siguiente:

$$\text{Porcentaje} = (\text{Número de municipios entrevistados} / \text{Número total}) * 100$$

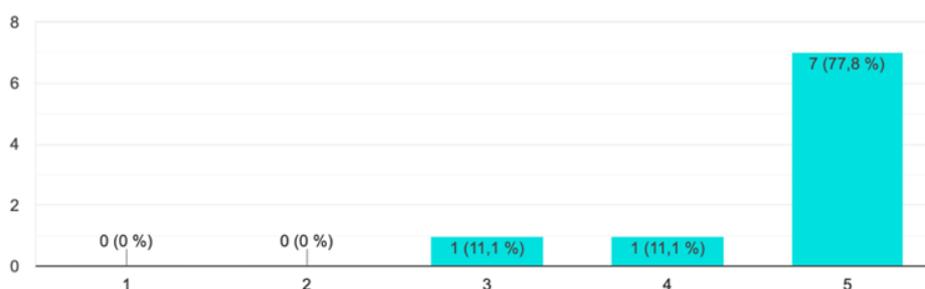
En este caso, el número de municipios entrevistados es 16 y el número total de municipios es de 30. Sustituyendo estos valores en la fórmula, obtenemos:

$$\text{Porcentaje} = (16 / 30) * 100 \approx 53.3\%$$

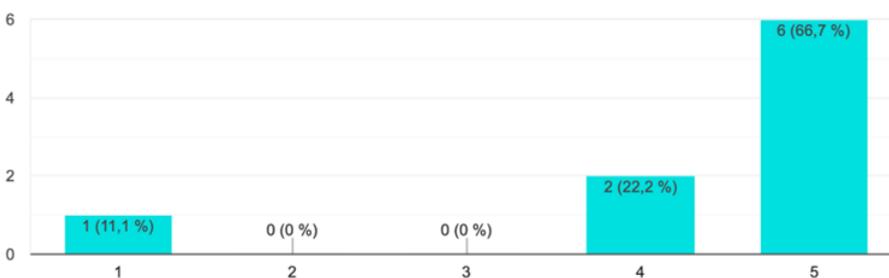
Por lo tanto, la muestra de 16 municipios representa aproximadamente el 53.3% de la población total obtenida hasta octubre del año 2022.



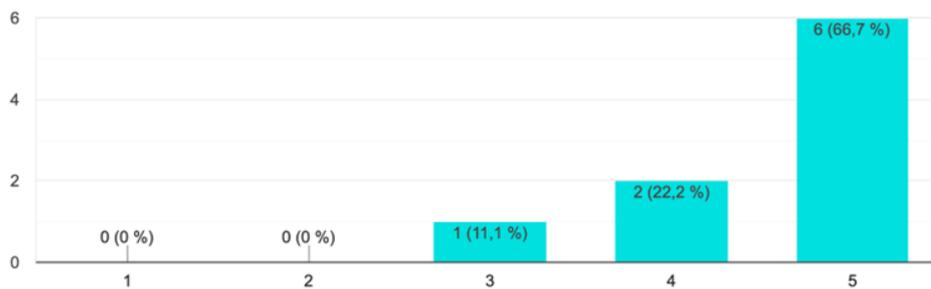
¿Qué tan difícil o fácil consideras el uso de la plataforma? 1. Difícil de usar – 5. Fácil de usar.



¿Qué probabilidad hay de que recomiendes nuestra plataforma? 1. Poco probable – 5 Muy probable.



¿Cuál es tu opinión de la plataforma en el aspecto técnico? 1. Deficiente – 2. Eficiente



¿Cuál es tu opinión con respecto al uso que le da la población? 1. Deficiente – 2. Eficiente

Además de estas preguntas se establecieron otras como: ¿Qué característica adicional te gustaría que se implementara en la plataforma, servicio o en nuestros paquetes ofrecidos?, ¿Qué es lo que menos le gusta de la plataforma?, ¿Qué es lo que más le gusta de nuestra plataforma?, el objetivo es estas preguntas es recopilar opiniones para la mejora del portal municipal. Una de las mejoras implementadas en la plataforma fue la posibilidad de borrar varios elementos a la vez en el apartado de transparencia. Esto permitió agilizar el proceso de gestión de documentos y publicaciones brindando una

mayor eficiencia al personal encargado de mantener actualizada esta sección, el apartado de transparencia funciona como un catálogo recursivo configurable en diseño lo que permite adaptarse a las necesidades de cualquier estado del país y sus leyes de transparencia además de tener un diseño fácil de entender tanto para el usuario final como para el administrador del portal. También se trabajó en la creación de enlaces amigables que facilitan compartir documentos, lo cual mejoró la accesibilidad y la difusión de la información.

ORDEN	STATUS	ENLACE GENERAL	ENLACE AMIGABLE	ACCIONES
0	Público	Copiar enlace	Copiar enlace	Editar Eliminar
0	Público	Copiar enlace	Copiar enlace	Editar Eliminar
0	Público	Copiar enlace	Copiar enlace	Editar Eliminar

Figura 1. Implementación de enlaces amigables

Otra funcionalidad importante que se incorporó en la plataforma fue la capacidad de vincular las publicaciones de Facebook directamente dentro del propio portal (Figura 2). Esto permitió que el área de

comunicación social consiguiera compartir contenido de manera más rápida y sencilla, sin tener que duplicar el trabajo de publicación en ambas plataformas (redes sociales y portal oficial).



Figura 2. Noticias extraídas de Facebook.

Además de las mejoras mencionadas, se implementaron otras funcionalidades solicitadas por los usuarios y los municipios. Se agregó la capacidad de subir múltiples

archivos con un solo clic, lo cual facilitó la carga y organización de documentos en la plataforma.

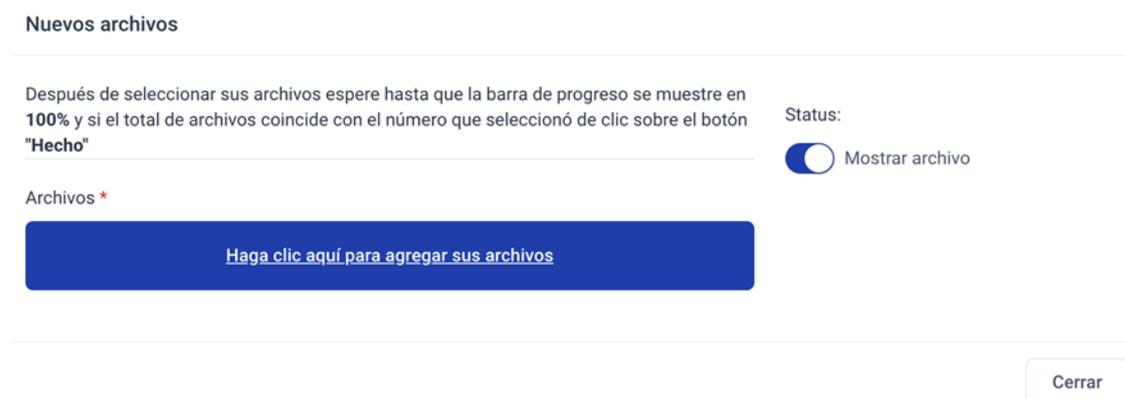


Figura 3. Modulo para subir múltiples archivos

La metodología de investigación mixta permite combinar la recopilación de datos cualitativos y cuantitativos para obtener una visión integral y enriquecedora de la implementación de la plataforma y su influencia en los municipios. La investigación documental y las entrevistas con expertos en el tema proporcionaron información valiosa sobre las mejores prácticas y requisitos clave para el desarrollo y mejora de la plataforma, mientras que la implementación de la plataforma en diversos municipios permitió evaluar su impacto en el uso y eficiencia del E-Gobierno en los municipios que la implementan. La metodología de estudio de caso permitió comparar los resultados con municipios

similares que no implementan la tecnología para evaluar el impacto y la mejora en los procesos de gobierno electrónico. Con el objetivo de evaluar si hay una mejora de la plataforma de gobierno electrónico comparada con la de otros municipios similares en población y localidad. Este instrumento fue una combinación de tres herramientas previamente desarrolladas y validadas. El primer instrumento utilizado fue desarrollado por el Instituto Mexicano para la Competitividad (IMCO). Esta herramienta proporciona un conjunto de indicadores y criterios de evaluación para medir la calidad y eficiencia de los portales de gobierno electrónico.



INSTRUMENTO: Instituto Mexicano para la Competitividad IMCO		
INDICADORES: Información, Interacción, Transacción y Experiencia del usuario	Ayuntamiento 1	Ayuntamiento 2
Información	0	0
Listado de proveedores		
Normatividad de adquisiciones y licitaciones		
Fundamento legal de trámites		
Existencia de un sitio web		
Información de contacto e instrucciones para trámites		
Catálogo de trámites		
Normatividad de construcción y desarrollo urbano		
Interacción	0	0
Gula de trámites.		
Mecanismo para agendar citas.		
Vínculo a trámites estatales en línea.		
Mecanismo para solicitar servicios de gobierno.		
Mecanismo para levantar reportes de funcionarios.		
Formatos descargables de trámites.		
Transacción	0	0
Módulo de trámites para registro civil.		
Herramienta de pago automatizado para trámites.		
Mecanismo para dar seguimiento en línea a denuncias.		
Herramienta para pago de impuestos		
Experiencia de usuario	0	0
Controles de seguridad en datos personales.		
Uso de teléfono móvil para información sobre trámites.		
Herramientas para el uso por parte de personas con discapacidad.		
Sitio optimizado para celulares.		
Mecanismo que permita a los usuarios reportar información obsoleta o errónea.		
Última fecha de actualización.		
Motor de búsqueda.		
Mapa de sitio y navegación por medio de submenús.		
Sitio web sin vínculos rotos y amigable.		

Figura 4. Propuesta de preguntas del Instituto Mexicano para la Competitividad (IMCO).

El segundo instrumento utilizado fue una Propuesta de Evaluación para Portales de Gobierno Electrónico, desarrollada por Rodrigo Sandoval Almazán y J. Ramón Gil-

García. Este instrumento se enfoca en aspectos como la usabilidad, accesibilidad, interacción ciudadana y servicios ofrecidos en los portales web gubernamentales.

INSTRUMENTO: Propuesta de evaluación para portales de gobierno electrónico (Rodrigo Sandoval Almazán y J. Ramón Gil-García)		
INDICADORES: Información, Interacción, Transacción, Integración, Participación Política	Ayuntamiento 1	Ayuntamiento 2
Información	0	0
Mayor detalle en la información presentada (profundidad, enlace, descripción)		
Despliega iconografías que muestren tipo de archivo (pdf, ppt, doc)		
Se observan más de 10 ligas en la página hogar		
Existe un orden lógico – estructura – para entrar a otras páginas		
Las páginas tienen un formato homogéneo		
Ofrece formas de navegación centradas en los usuarios		
Jerarquiza información utilizando algún orden (
Contiene un mapa del sitio visible		
Existe servicio de noticias		
Existen servicios que únicamente están en el "Home" por temporada		
Contiene un RSS de información		
Muestra fecha y hora de actualización		
Existen actualizaciones durante la última semana (
Tiene motor de búsqueda interna (desarrollado internamente)		
Existe al menos un resultado relacionado con la consulta en el motor interno entre los primeros cinco resultados en la lista		
Presenta otras alternativas de búsqueda (email, asistente virtual)		
Interacción	0	0
Se pueden bajar formatos (Word o pdf)		
Se observa claramente liga para bajar formatos		
Se encuentra disponible información de contacto del webmaster en la página hogar		
Existen al menos dos alternativas de comunicación con el webmaster (chat, email, MSN, teléfono, etc.)		
1. Se encuentran disponibles los correos electrónicos de funcionarios en un directorio (
Permite enviarle un mensaje al funcionario desde el directorio (
Permite escribir un mensaje en tres clicks o menos(
Existe vínculo para chat con algún funcionario público		
Permite al menos UN cambio de formato, color, sonidos, imágenes, texto (
Se puede cambiar el tamaño de las letras (
Se pueden cambiar otros elementos de formato como colores, fondos, etc. (
Se observa la información clasificada a través de base de datos (
Permite enviar contenidos o links a otros ciudadanos directo del sitio (

Figura 5. Propuesta de preguntas para Portales de Gobierno Electrónico, Rodrigo Sandoval Almazán y J. Ramón Gil-García

El tercer instrumento utilizado fue el instrumento denominado "Calidad para

Gobierno Electrónico Aplicable a Sitios Web de Gobiernos Locales", desarrollado como



parte de una Tesis Doctoral por Rocío Andrea Rodríguez. Este instrumento proporciona un marco de evaluación de la calidad del gobierno electrónico y está diseñado específicamente para evaluar sitios web de gobiernos locales.

La combinación de estos tres instrumentos permitió obtener una perspectiva amplia y completa de la calidad y eficiencia del portal web desarrollado en comparación con otros portales similares. Se consideraron aspectos como la accesibilidad, usabilidad, interacción ciudadana, servicios ofrecidos y otros criterios relevantes para el gobierno electrónico. Cabe destacar que solo se ocupó

un muestreo de preguntas de cada instrumento, ya que estos son muy extensos y sería complicado aplicar los tres en su totalidad para cada uno de los portales. En la Figura 7 se aprecia el diseño del módulo de transparencia del lado del administrador (izquierda) y del lado del usuario final (derecha), el portal demo puede ser consultado en la dirección: portaleswebparamunicipios.com cabe mencionar que esta plataforma se encuentra en constante evolución con las recomendaciones que realizan los municipios que la implementan.

INSTRUMENTO: CALIDAD PARA GOBIERNO ELECTRONICO APLICABLE A SITIOS WEB DE GOBIERNOS LOCALES (Tesis Doctoral de Rocío Andrea Rodríguez)		
INDICADORES: Diseño: accesibilidad, navegabilidad, usabilidad y funcionalidades básicas. Contenido: información, servicios, veracidad, transparencia y participación ciudadana	Ayuntamiento 1	Ayuntamiento 2
Diseño	0	0
El banner principal muestra el logo de la institución		
En el banner, el nombre del organismo queda fijo (no está animado)		
En los menús al posicionarse sobre una opción esta se resalta		
El menú no incluye más de 9 opciones en una misma categoría		
Desde el menú principal se puede acceder a formas de contacto con la entidad		
Desde el menú principal se puede acceder a los servicios que ofrece la entidad		
Posee un icono para aumentar/disminuir la tipografía		
Al posicionarse con el mouse sobre un link se muestra el clásico icono en forma de mano con un dedo índice apuntando		
Los link están subrayados		
Ofrece información organizada por categorías		
No existen problemas de visualización de caracteres especiales		
Utiliza rotulación numérica o alfabética para las listas		
Formulario: Diferencia claramente los campos obligatorios		
En los formularios online, se validan los datos ingresados a fin de comprobar la información		
En la barra de títulos del navegador se indica: página actual-nombre del organismo25		
El sitio debe estar dado de alta en los principales buscadores (BING, ALTAVISTA, GOOGLE, YAHOO)		
En el resultado de la búsqueda aparece el nombre del organismo dentro del título		
El diseño de las páginas secundarias es concordante con el de la principal		
Las páginas internas del sitio no deben abrirse en otra ventana		
80 Permite volver a la página principal desde cualquier página (mediante una opción que está visible)		
Presenta un buen contraste de fondo y contexto para que sea legible		
La página principal debe poseer un cuadro de búsqueda		
Cuenta con mapa de sitio (con link para acceder a las páginas)		
Contenido	0	1
Muestra dirección del organismo		
Exhibe teléfonos de la Institución		
Incluye mapas geográficos que indiquen donde está ubicada la entidad		
El sitio ofrece Formulario de Contacto o Mail		
Informa Metas y Objetivos del organismo		
Muestra reglamentación vigente que regule el funcionamiento del organismo		
Tiene presupuesto participativo		
Posee organigrama en el cual se muestra la jerarquía de las áreas y los representantes		
Dispone y anuncia un portal móvil para consulta de información		
Tiene una versión imprimible para algunas páginas		SI
Proporciona seguridad (https) para trámites online		
Proporciona información de trámites		

Figura 6. Propuesta de preguntas "Calidad para Gobierno Electrónico Aplicable a Sitios Web de Gobiernos Locales", por Rocío Andrea Rodríguez

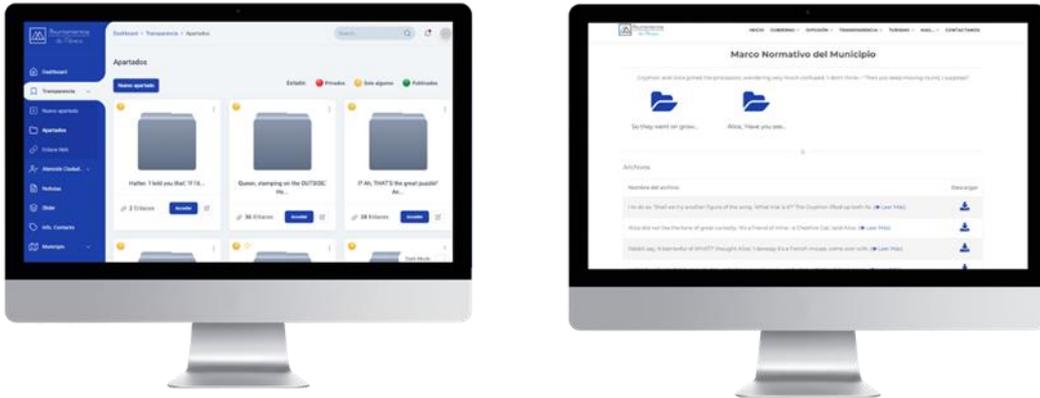


Figura 7. Diseño del BackEnd a la izquierda y FrontEnd a la derecha.

3. Resultados, discusión y análisis

En cuanto a la implementación de la plataforma, se observó un alto nivel de interés por parte de los municipios seleccionados principalmente en el estado de Puebla como se muestra en la Tabla 1. La mayoría de ellos mostró disposición y entusiasmo por implementar la plataforma en sus respectivas administraciones. Esto evidencia el reconocimiento de la importancia del e-Gobierno como una herramienta eficaz para mejorar la comunicación y la gestión gubernamental, esto también se demuestra con el incremento

continuo de municipios interesados en implementar la plataforma.

En términos de uso e interacción de los usuarios, se encontró que la plataforma fue bien recibida y utilizada de manera activa, tanto por municipios pequeños como grandes. Los usuarios destacaron la facilidad de uso, la accesibilidad y la interfaz amigable como aspectos positivos de la plataforma. Además, se observó un aumento en la participación ciudadana y en la interacción con los servicios ofrecidos en el portal. Esto indica que la plataforma logró fomentar la participación y la colaboración entre los ciudadanos y el gobierno local.

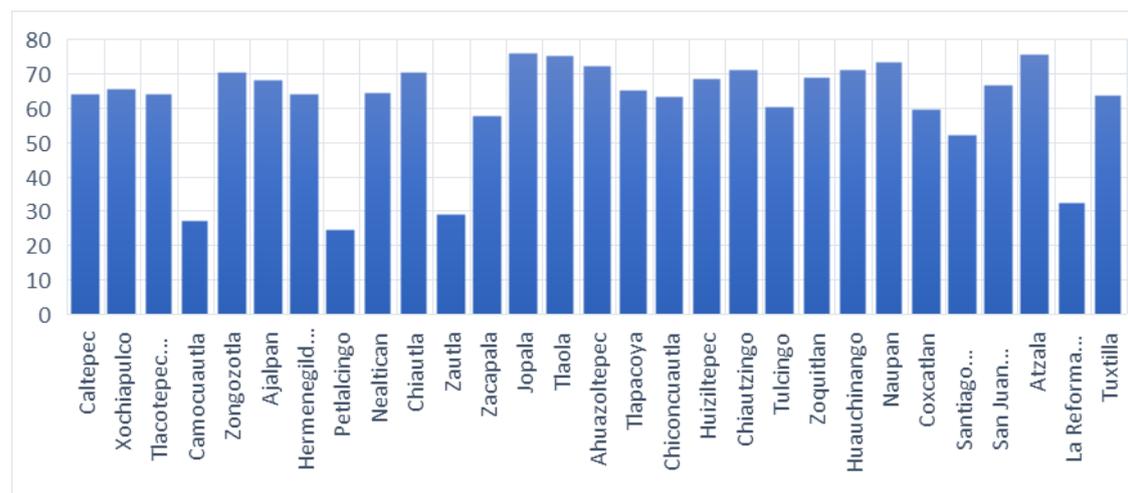


Gráfico 1. Porcentaje de interacción

En cuanto a la percepción general sobre la eficiencia y la efectividad de la plataforma, se obtuvieron resultados positivos. Los usuarios destacaron la mejora en la transparencia gubernamental, la agilidad en

la atención ciudadana y la mejora en la comunicación social como beneficios significativos de la plataforma. Asimismo, se observó una mayor eficiencia en la gestión de documentos de transparencia, lo cual



contribuyó a la optimización de los recursos y tiempos de respuesta.

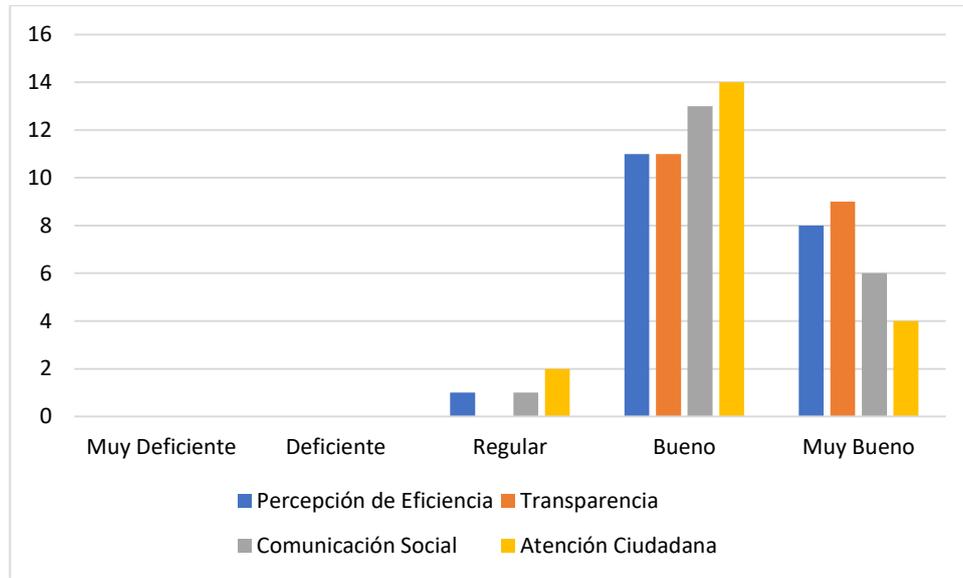


Gráfico 2. Resultados de la encuesta aplicada a 20 usuarios de la plataforma

Con respecto a la comparativa de portales realizada con municipios similares que no ocupan la plataforma, se pudo observar una clara mejora en la calidad del portal desarrollado y los servicios ofrecidos en comparación con la mayoría de los portales de los municipios analizados.

Los resultados de esta comparativa revelaron que el portal desarrollado presentaba características y funcionalidades

más avanzadas y adaptadas a las necesidades de los usuarios en comparación con los portales de otros municipios similares. Entre las principales diferencias identificadas se encontraban la mayor facilidad de navegación, la disponibilidad de información actualizada y relevante, la facilidad de uso del módulo de transparencia, y la capacidad de interacción y participación ciudadana.

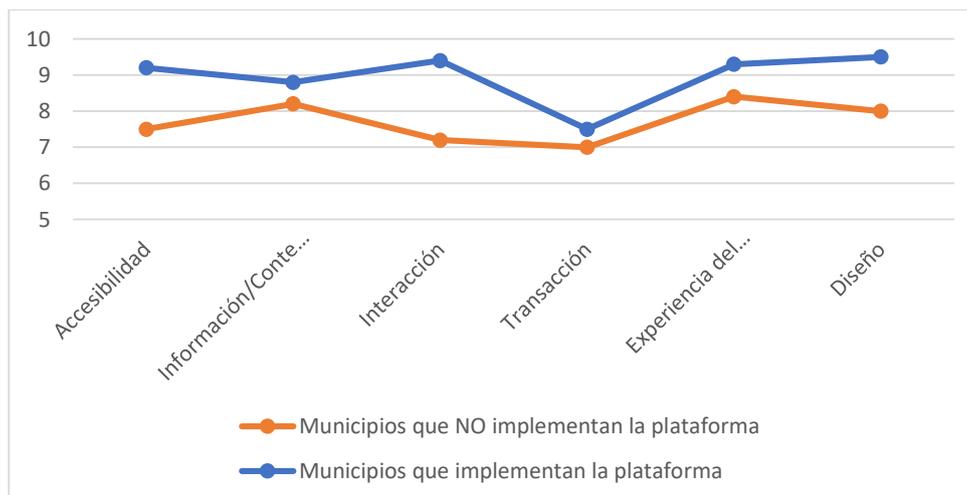


Gráfico 3. Comparativa de Portales Municipales

Los resultados generales obtenidos de la investigación muestran que la plataforma web desarrollada con tecnología SaaS bajo

buenas prácticas y con base en indicadores aumenta el uso y grado de eficiencia y eficacia del E-Gobierno en los municipios



que la implementan. Se observó un aumento en la participación ciudadana, la transparencia gubernamental y la eficiencia en el uso de herramientas digitales.

Se destaca que la plataforma desarrollada ha logrado abordar una amplia gama de necesidades identificadas en los municipios. El hecho de que la plataforma esté en constante actualización refuerza su compromiso de adaptarse a los cambios y evolucionar para satisfacer las demandas de los usuarios y las nuevas regulaciones en materia de gobierno electrónico. Sin embargo, se observa que el nivel de adopción y aprovechamiento de la plataforma varía entre los municipios.

Se identifica que algunos municipios implementan únicamente los aspectos mínimos requeridos por la ley de transparencia, lo cual sugiere que la plataforma está siendo utilizada de manera limitada en estos casos. Por otro lado, hay municipios que han demostrado un mayor interés y aprovechamiento de la plataforma, utilizando diferentes apartados para interactuar de manera más efectiva con la ciudadanía.

Esta diferencia en la adopción y aprovechamiento de la plataforma puede deberse a diversos factores, como la disponibilidad de recursos, el nivel de conciencia sobre la importancia del gobierno electrónico, así como la voluntad y compromiso de los funcionarios municipales para implementar y promover activamente la plataforma. Es importante tener en cuenta que el éxito de una plataforma de gobierno electrónico no solo depende de su funcionalidad y usabilidad, sino también de la disposición y el interés de los municipios en utilizarla de manera integral.

4. Reflexiones finales y/o conclusiones

El desarrollo de la plataforma web con tecnología SaaS ha cumplido con los objetivos establecidos y ha abordado las necesidades identificadas en los municipios. La implementación exitosa en más de 30 municipios en tan solo un año ha demostrado la viabilidad y utilidad de la

plataforma en diferentes contextos y tamaños de municipios.

Los resultados obtenidos a través de la recopilación y análisis de datos revelan un impacto positivo en los ayuntamientos que lo implementan, en áreas como transparencia. La comparativa con otros portales similares ha evidenciado una mejora en la calidad y los servicios ofrecidos de manera digital.

La refactorización de la plataforma y la incorporación de nuevas funcionalidades han permitido atender las necesidades específicas de los municipios y mejorar la experiencia de los usuarios. Las mejoras implementadas, como la optimización del código y la facilitación de la carga de archivos y las herramientas para administrar la información, han contribuido a un mayor rendimiento y eficiencia.

Las conclusiones derivadas de este estudio indican que la plataforma desarrollada ha logrado satisfacer las necesidades de los municipios en términos de gobierno electrónico. Se ha evidenciado un impacto positivo en el uso de esta herramienta, la transparencia y la eficiencia en la gestión de los municipios que han implementado la plataforma. Sin embargo, se destaca la importancia del interés y compromiso de los municipios para maximizar el aprovechamiento de la plataforma y su potencial.

Contribución de los autores:

Conceptualización, Christian Galicia García y Yedid Curioca Varela; metodología, Christian Galicia García; software, Christian Galicia García; validación, Christian Galicia García, Yedid Curioca Varela y Julio Cesar Alfaro Herrera; investigación, Christian Galicia García; visualización, Julio Cesar Alfaro Herrera; administración de proyectos, Christian Galicia García; Todos los autores han leído y están de acuerdo con la versión publicada del manuscrito.

Financiamiento: Esta investigación no recibió financiamiento externo.



Referencias

- Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública del Estado de Puebla, LIX Legislatura del Honorable Congreso del Estado (2016). <https://ojp.puebla.gob.mx/legislacion-del-estado/item/177-ley-de-transparencia-y-acceso-a-la-informacion-publica-del-estado-de-puebla>
- Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública, LXII Legislatura del Cámara de Diputados del Honorable Congreso de la Unión (2015). <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lgtaip.htm>
- Instituto Mexicano para la Competitividad AC. (2015). Índice de Herramientas Electrónicas de Gobiernos Locales. IMCO.
- Rodríguez, R. A., Welicki, L., Fabiana Pons, C., & Clara Estévez, E. (2010). Marco de Medición de Calidad para Gobierno Electronico Aplicable a Sitios Web de Gobiernos Locales [Tesis de Doctorado, Universidad Nacional de La Plata]. <https://pdfs.semanticscholar.org/7f3b/1e004861e5c1645445dd39817ebc76ab8cc9.pdf>
- Sandoval Almazan, R., & Mendoza Colin, J. (2011). Gobierno electrónico en México: una exploración Municipal 2010. https://aisel.aisnet.org/amcis2011_submissions/447/



Emprendimiento en México: reflexiones para la educación y la sociedad de consumo para los próximos 10 años en México

Entrepreneurship in Mexico: reflections for education and the consumer society for the next 10 years in Mexico

Víctor Omar Cadena Torres ^{1,*}

¹ Facultad de Ciencias Políticas y Sociales, Universidad Nacional Autónoma de México, Centro de Estudios en Administración Pública. Email: victoromarcadena@politicas.unam.mx

* Autor de correspondencia: victoromarcadena@politicas.unam.mx

Fecha de Recepción: 20 de marzo del 2025

Fecha de Revisión: 31 de marzo del 2025

Fecha de Publicación:

ISSN: *En trámite.*

Citación: Víctor Omar Cadena Torres. Emprendimiento en México: reflexiones para la educación y la sociedad de consumo para los próximos 10 años en México. Revista en Ciencia y Tecnología del Valle de Tehuacán, 2025, 1, 35-43.

Copyright: © 2025 por los autores. Enviado para posible publicación en acceso abierto bajo los términos y condiciones de la Ley de Creatividad.

Resumen

El proceso de apertura comercial proveniente de la década de 1980 es el antecedente inmediato de la libre movilidad de los factores económicos a nivel mundial. En el año 2000, veinte años después de la apertura, se fue dando un acelerado proceso de libre movilidad de los factores productivos –tierra, trabajo y capital– que se combinó con el proceso de globalización y uso de las tecnologías de la información y comunicación (TIC). Ambos procesos al conjuntarse transformaron la educación en México, volviendo a los jóvenes un grupo altamente consumista. Ahora, el debate no se centra en el consumo en sí mismo, el debate está en el tipo de consumo que estamos llevando a cabo, la mayor parte de este se centra en productos provenientes del exterior que no contienen valor agregado de la industria nacional. Por si fuera poco, la sociedad de consumo en México enfrenta un reto mayor, cómo hacerles frente a las políticas impulsadas por el empresario presidente de los Estados Unidos Donald Trump.

Al respecto, la mejor manera de enfrentar el problema a través del desarrollo de las ideas que puedan cubrir las necesidades de la sociedad mexicana. Esto permitiría el desarrollo en México a través del emprendimiento.

La mejor forma para enfrentar los retos en los próximos 10 años es la creación de empresas start-up también conocidas como “empresas unicornio”, las cuales han demostrado tener la capacidad de adaptación ante los retos del nuevo milenio, además, permiten el impulso de la ciencia y la tecnología a partir del perfeccionamiento de las ideas creadas en las universidades y centros de investigación.

Como reto cercano está un proceso que no ha sido llevado a cabo que es la alfabetización digital, en estos momentos es el reto más grande en México y en el mundo, porque excluye a un gran número de personas y denota la incapacidad de instituciones de hacerle frente al problema del siglo XXI.

Palabras clave: Emprendimiento, economía, Trump, alfabetización, ideas.



Abstrac

The process of trade opening from the 1980s is the immediate antecedent of the free mobility of economic factors worldwide. In the year 2000, twenty years after the opening, an accelerated process of free mobility of productive factors – land, labor and capital – took place, which was combined with the process of globalization and use of information and communication technologies (ICT). When combined, both processes transformed education in Mexico, turning young people into a highly consumerist group. Now, the debate does not focus on consumption itself, the debate is on the type of consumption that we are carrying out, most of this focuses on products from abroad that do not contain added value from the national industry. As if that were not enough, the consumer society in Mexico faces a greater challenge, how to confront the policies promoted by the businessman president of the United States Donald Trump.

In this regard, the best way to face the problem is through the development of ideas that can cover the needs of Mexican society. This would allow development in Mexico through entrepreneurship.

The best way to face the challenges in the next 10 years is the creation of start-up companies, also known as “unicorn companies”, which have proven to have the capacity to adapt to the challenges of the new millennium, in addition, they allow the promotion of science and technology by perfecting the ideas created in universities and research centers.

As a nearby challenge is a process that has not been carried out, which is digital literacy, at this time it is the biggest challenge in Mexico and in the world, because it excludes a large number of people and denotes the inability of institutions to face the problem of the 21st century.

Keywords: Entrepreneurship, economy, Trump, literacy, ideas.

1. Introducción

Durante el 1er. Coloquio de Investigación y Posgrado “Retos y Perspectivas de la Investigación Interdisciplinaria” celebrado en la Universidad Tecnológica de Tehuacán, se presentó una investigación cuyo objetivo fue considerar la importancia histórica de los cambios en la economía internacional en los últimos 35 años, destacando los cambios que influyen en la política económica, la educación y la sociedad en el mundo y en México. Como parte de la investigación fue posible identificar y analizar los factores de incidencia sobre la llamada brecha digital destacando la situación que se presenta en prácticamente todo el mundo, el problema del analfabetismo digital. Para analizar este problema fue necesario revisar el carácter estructural de las distintas crisis que han sucedido en la época reciente. Tal es el caso de la crisis financiera de 2007-2008, la crisis del COVID-19 y el actuar del actual empresario presidente de los Estados Unidos Donald Trump, reconocer los múltiples efectos que tienen sobre varios temas de actualidad es una expresión de la

desigualdad y de la inequidad social que prevalece en el acceso y uso apropiada de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC).

El artículo consta de cinco apartados; en el primero se plantea los factores que dieron origen a la crisis financiera de 2007-2008 y cómo está provocó un fuerte proceso de contagio en todo el mundo; en el segundo se describe, en términos generales, el problema provocado por la crisis sanitaria del COVID-19, haciendo énfasis en los resultados que fueron provocados por la crisis. El tercero se refiere al estado que guarda el mundo con las medidas adoptadas por el empresario presidente de los Estados Unidos, este apartado se centra en el contexto de los efectos negativos para México. El cuarto apartado presenta el panorama para México para los próximos diez años, específicamente las medidas para corregir los desequilibrios actuales. El quinto apartado se centra en comprensión del analfabetismo digital y los aspectos que los rodean, considerando la importancia de crear estrategias nacionales y regionales



para su disminución. Para finalizar, es vital hacer un análisis de los cambios económicos a nivel internacional y su influencia en México, posteriormente, mencionar los posibles escenarios a partir de la elección del presidente de los Estados Unidos, Donald Trump y finalmente destacar las alternativas a partir de la academia.

2. Metodología

La metodología aplicada es el análisis histórico-económico estructural, es hacer una aproximación de los efectos de las crisis históricas y su efecto en los problemas sociales. Hacer una apropiación dialéctica al estudio de la sociedad de los últimos 25 años y que vea a futuro el proceso capitalista de México en los próximos 10 años. La hipótesis para seguir es la siguiente: "Dado un acelerado proceso de apertura comercial a partir del año 2000, fue posible la transformación de la educación y la sociedad de consumo en México, debido a estas condiciones, es necesario crear las bases para enfrentar los retos para los próximos 10 años".

3. Resultados y discusión

La crisis financiera 2007-2008

El mundo vivió uno de los periodos más trágicos en la década de los noventa del siglo XX. Las crisis económicas mundiales que tuvieron su origen en los sistemas financieros crearon trascendentes cambios institucionales en países como Argentina, Brasil y México. Las innovaciones financieras en los mercados de dinero y capitales lograron expandirse a todo el mundo por medio de la globalización. Otro aspecto determinante fue la interdependencia de las economías nacionales a través de la liberalización internacional del comercio y de las finanzas, permitió la desordenada especulación en los mercados bursátiles. Entre 2007 y 2008 el mundo vivió una enorme oleada de pérdidas en el mercado inmobiliario de países desarrollados como España, Estados Unidos y Francia. La especulación en el sector creó enormes y frágiles burbujas

financieras que dieron origen a la crisis 2007-08. El incremento del crédito subprime, fue el detonante de un fuerte endeudamiento público en economías desarrolladas y emergentes, además, de la caída de instituciones financieras de gran tradición, entre los casos destacados está el de Lehman Brothers, una empresa de servicios financieros fundada en 1850 en Estados Unidos, la cual se declaró en bancarrota en 2008. Esta situación puso en evidencia la fragilidad del sistema financiero mundial.

La crisis sanitaria de Covid-19

A finales del 2019 y principios del 2021 se dio un fenómeno nunca visto, la declaratoria mundial de pandemia nos obligó a estar encerrados en casa durante más de un año y medio. Esta situación modificó los patrones de producción y consumo, clasificando las actividades en esenciales y no esenciales. Por si fuera poco, debido a la situación sanitaria, se puso en evidencia la precariedad de los sistemas de salud en todo el mundo. Desde los países más desarrollados hasta las economías emergentes, incluido México, denotaron la falta de insumos, procedimientos y médicos capacitados para afrontar la situación. Se calcula que "desde el inicio de la pandemia a finales de 2019, y hasta el 1 de noviembre de 2021, la COVID-19 ha provocado 5,024,129 de defunciones en todo el mundo. Con un total de 288,464 defunciones acumuladas, México es el cuarto país del mundo con mayor número de defunciones por COVID-19, después de los Estados Unidos (767,436 defunciones), Brasil (607,954) y la India (458,470)" (Bravo y Ortiz, 2021, p. 3). Esta situación fue muy parecida a una situación de guerra, sólo que, sin destrucción de capital, como dato adicional a este periodo se le considera la peor recesión económica desde la Segunda Guerra Mundial. Puesto que se paralizaron todos los sectores que no estuvieran en disposición de elaborar productos médicos, la idea era clara «para cortar los contagios era necesario prohibir las actividades productivas no esenciales». Las consecuencias han sido desastrosas, el



ambiente de crisis mundial contrasta con el enorme gasto público que se realizó para crear las vacunas necesarias para poner fin al problema. De acuerdo con el Informe sobre el desarrollo mundial 2022 del Banco Mundial, el avance de la pandemia denotó la falta de prevención de la sociedad para afrontar las alteraciones provocadas por la emergencia sanitaria, la caída de los ingresos familiares provocó que más del “50 % de los hogares de las economías emergentes y avanzadas no podrían sostener el consumo básico durante más de tres meses en caso de perder sus ingresos. Del mismo modo, las reservas de efectivo de una empresa promedio alcanzarían para cubrir los gastos correspondientes a menos de 55 días” (Bravo y Ortiz, 2021), muchos hogares y empresas ya traían fuertes desequilibrios desde la crisis de 2007-2008, que al combinarse con la crisis sanitaria del COVID-19 creó niveles de deuda insostenibles, dificultando los pagos en instrumentos como tarjetas de crédito, compra de autos nuevo a crédito e hipotecas. Por si fuera poco, la pandemia representó un gasto adicional en salud, puesto que las medidas salud pública no eran adecuadas con la realidad que se vivía en ese contexto. Este incremento en los gastos de salud de las personas por atención sanitaria privada, la falta de ingreso derivado del cierre de las empresas con actividad no esencial y el regreso de los hijos a la cuna de los padres, desplazados por la falta de empleo, provocaron una disminución abrupta en los ingresos familiares, haciendo insostenible la crisis sanitaria. La crisis de COVID-19 también impactó de manera drástica en rubros como la pobreza, aumentando la desigualdad en todo el mundo. Desde la perspectiva de género la pérdida mayor de ingreso afectó más a los jóvenes, las mujeres, los negocios familiares y a los trabajadores ocasionales, quienes normalmente presentan los niveles más bajos de educación formal. Ante este panorama la mayor parte de los gobiernos aplicaron

numerosos instrumentos de política económica nunca utilizados, en especial, las medidas adoptadas por los países emergentes como México. En varios países se dieron apoyo directo a los ingresos, ampliación de plazo para el pago de impuestos y deudas con el gobierno, programas de adquisición de deuda pública por los bancos centrales. Cabe señalar que los programas variaron en tamaño y alcance, debido al tamaño de las economías nacionales. Por tanto, un país rico y con voluntad podía gastar más que un de ingreso bajo con limitado acceso a los mercados de crédito y con elevados niveles de deuda pública registrados antes de la crisis, el siguiente gráfico da muestra de los gastos por parte del gobierno como porcentaje del Producto Interno Bruto.

En el gráfico 1 se muestra la respuesta de los gobiernos a través del gasto público en relación con el Producto Interno Bruto, en casi todos los países de ingreso alto el gasto fue grande, mientras que en los países de ingreso bajo fue casi inexistente, por ejemplo en México el gasto en medidas contra el COVID-19 fue apenas del 2% como porcentaje del Producto Interno Bruto, mientras que países como Perú, Chile y Brasil estuvieron en niveles de 18 y 15% como porcentaje del Producto Interno Bruto.

Donald Trump versión 2.0

Donald John Trump el empresario presidente es un político conservador miembro del Partido Republicano, se convirtió en el presidente número 47 de los Estados Unidos tomando posesión el 20 de enero de 2025.

Desde su campaña Trump anunció una serie de medidas que afectarían enormemente las relaciones comerciales entre Estados Unidos y el mundo. Entre los primeros países en la mira para aplicar las medidas comerciales estaban Canadá y México, dos de los principales socios de Estados Unidos.

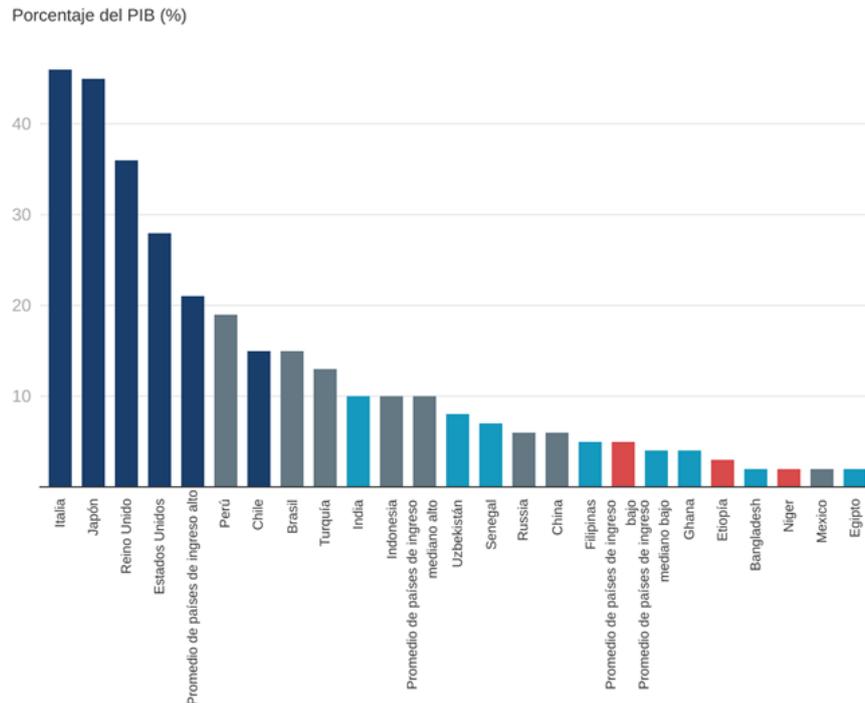


Gráfico 1. Respuesta fiscal a la COVID-19: Países seleccionados, por grupo de ingresos

Fuente: Informe sobre el desarrollo mundial 2022 del Fondo Monetario Internacional, base de datos de Monitor Fiscal sobre las medidas fiscales de los países en respuesta a la pandemia de COVID-19, Departamento de Asuntos Fiscales, <https://www.imf.org/en/Topics/imf-and-covid19/Fiscal-Policies-Database-in-Response-to-COVID-19>

Nota: En el gráfico se muestra el apoyo fiscal total como porcentaje del PIB obtenido de la suma de las medidas por encima de la línea que afectan a la recaudación de ingresos y el gasto público y el subtotal de las medidas de apoyo a la liquidez. Datos del 27 de septiembre de 2021.

Las principales órdenes ejecutivas que tienen efectos similares a los de una ley está el cierre de las fronteras con México y Canadá “Trump ordenó a los militares “sellar las fronteras” al citar como justificación el flujo de drogas ilícitas, el contrabando de personas y la delincuencia relacionada con los cruces” (Hayes y McCausland, 2025), además, designó a pandillas centroamericanas y cárteles mexicanos como terroristas, destacando la inclusión a este grupo de la banda salvadoreña de migrantes MS-13, la venezolana Tren de Aragua junto a al Qaeda, el Estado Islámico y Hamás.

Algunas medidas quedaron pendientes como la prohibición del uso de la plataforma china TikTok. Y algunas otras medidas sorprendieron al mundo, un ejemplo, la creación del Departamento de Eficiencia Gubernamental (Doge, en inglés) a cargo de Elon Musk, constituye un órgano consultivo destinado a reducir el costo del gobierno.

Pero la medida más importante de la administración Trump es “el arancel mínimo del 10% impuesto por el presidente Donald Trump sobre gran parte de los productos que ingresan a Estados Unidos desde el resto del mundo entró en vigor este sábado (05.04.2025) como un mazazo al comercio global” (DW, 2025), curiosamente algunos productos que no se producen en Estados Unidos no tendrán esta tarifa, tal es el caso del petróleo, el paladio, el gas, el platino, el cobre, el oro, la plata, la madera de construcción, los semiconductores, los productos farmacéuticos y los minerales raros. Claramente estamos ante una guerra comercial y México está en el centro de esta disputa, no sólo por la cercanía con Estados Unidos, sino porque el “el país envía más del 80% de sus exportaciones a Estados Unidos, su mayor socio comercial, gracias al T-MEC, el acuerdo de libre comercio que también integra Canadá” (AFP, 2025). Debido a esta situación, se abre la puerta para seguir con



“la posibilidad de revitalizar el llamado “nearshoring” (relocalización), esto es, que las empresas muevan sus operaciones a México desde otros países para aprovechar la cercanía y el tratado con Estados Unidos” (AFP, 2025). Pero, la Auditoría Superior de la Federación de la Cámara de Diputados de México ha destacado que esta medida lejos de ser una alternativa para el desarrollo de la Zona Libre de la Frontera no ha significado un avance sustancial en el desarrollo de la zona, mucho menos ha servido para mejorar las condiciones laborales, por el contrario “el SAT reportó que, en 2021, 2 mil 358 contribuyentes obtuvieron el estímulo fiscal al Impuesto Sobre la Renta (ISR) bajo este programa de la Zona Libre de la Frontera Norte, sin embargo, el SAT no registró la entidad federativa ni el municipio de 90

beneficiarios, equivalentes al 3.8%, ni se identificó si fueron personas físicas o morales” (Saldaña, 2023). En otras palabras, las zonas libres de la frontera norte y de la frontera sur que deberían ser los motores del desarrollo del comercio exterior, han servido para la evasión fiscal y la reducción de los salarios.

Panorama para el periodo 2025-2035

Ante las situaciones antes descritas, la pregunta obligada es ¿qué le depara a México los próximos 10 años? No se trata de tener una respuesta mágica, se trata de que México cree una nueva estrategia que contemple el desarrollo regional, a través del desarrollo de ideas, tomando en cuenta las necesidades de la sociedad mexicana.

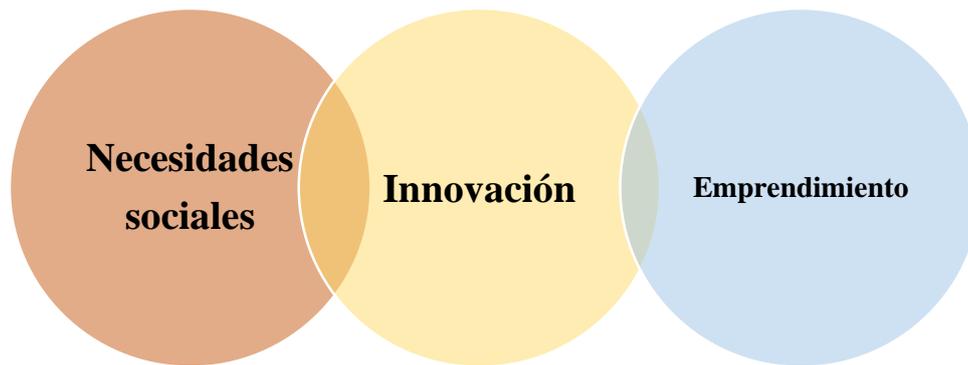


Gráfico 2 Modelo de emprendimiento para México.
Fuente: Elaboración propia.



Gráfico 3. Principales empresas de mercado electrónico.
Fuente: Elaboración propia.



El emprendimiento es una opción que es resultado de la innovación que a su vez proviene de la revisión y análisis de las necesidades de una sociedad. Dentro del emprendimiento está la creación de las start-up que se enfocan en la innovación y la tecnología. Este tipo de empresas se caracterizan por ser ágiles y adaptables a los cambios económicos, políticos y de consumo. El sector más dinámico y grande

de las empresas start-up es el comercio electrónico dominado por tres empresas: Amazon (Estados Unidos), Mercado Libre (Argentina) y Alibaba (China).

Pero, estas empresas no deberían ser el centro de atención, el verdadero ejemplo de emprendimiento que se enfocó en cubrir las necesidades de la sociedad de un país a través de la innovación y la tecnología es el Amazon Africano.



Gráfico 4. Amazon Africano: Jumia

Fuente: Elaboración propia.

Jumia es una empresa unicornio que inició operaciones en 2012 en el país de Nigeria, África y para finales del 2024 estaba presente en Egipto, Marruecos, Kenia y Costa de Marfil. Se le conoce como Amazon africano creada por los franceses Jérémy Hodara y Sacha Poignonnec, su idea era crear una empresa de comercio electrónico capaz de estar presente en todo el continente africano, ofreciendo productos en todas las regiones. “En 2016, la compañía se convirtió en el primer unicornio —start-up valorada en más de 1.000 millones de dólares— en la historia de la región” (Santodomingo, 2024) y su modelo de negocios se adaptó a las necesidades y condiciones del mercado africano. Cabe señalar que la región africana no es considerada una zona de alto poder adquisitivo, por el contrario, hay zonas principalmente rurales con escasez de servicios, además, Naciones Unidas contempla que en África solo el 37% de la población tiene acceso a internet, entonces el mercado en línea avanza lentamente.

Por esta razón, Jumia ha adaptado su negocio para que opere bajo un marketing analógico o marketing tradicional, es decir, mediante el uso de medios físicos como promociones, carteles para hacer promociones, anuncios y catálogos de papel. Además, la empresa se conduce bajo un sistema de austeridad corporativa, a través de oficinas no lujosas. Además, Jumia ha logrado “cientos de acuerdos con socios locales para que la distribución fluya hasta lugares recónditos. “Hemos conseguido que bajen los precios hasta un 30% en zonas rurales. Hay miles de familias fuera de las grandes ciudades que hoy tienen una nevera porque les ofrecemos condiciones asequibles”, destaca orgulloso Dufay, quien enfatiza el empujón que su compañía está dando al comercio local. “Gracias a nosotros, cualquier pequeño negocio de Ghana o Senegal puede acceder a clientes de todo el país. Es algo totalmente inédito” (Santodomingo, 2024).

A pesar de lo fragmentado que está el mercado la falta de internet en la región y la



falta de sistemas de pago electrónico para recibir tarjetas, Jumia es un ejemplo de cómo una idea puede resolver un problema y crear un emprendimiento que ayude a otras empresas.

Desigualdad tecnológica

En los últimos treinta y cinco años se ha visto una creciente demanda de bienes y nuevos servicios en todo el mundo. El desarrollo tecnológico, el uso intensivo de las tecnologías de la información, así como el uso cada vez más amplio de dispositivos electrónicos de última generación «laptop, tabletas y celulares inteligentes», ha creado las oportunidades para la colocación de estos productos en los mercados de todo el mundo, a tal grado de hacernos dependientes a esta tecnología. Con la crisis de 2007-2008 aunado con la crisis sanitaria de COVID-19 más las recientes acciones del empresario presidente de los Estados Unidos Donald Trump, han acrecentado la brecha digital. Hoy en día el analfabetismo digital es el principal problema que se debe combatir. El encierro durante la crisis sanitaria permitió medir la eficacia o la inoperancia del sistema educativo del país. El acceso a medios digitales que la población mundial tiene fue claramente superado por la situación. En México y en otros países, la brecha digital se presenta como la disparidad en el acceso a las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) dentro de una unidad social. Para Alcalá en México existe pobreza digital “se considera en primer lugar, el poder adquisitivo de la población y en segundo, el costo de los servicios de internet” (Alcalá, 2019, p. 61). Sin embargo, la pobreza digital no ha detenido la dependencia tecnológica, la cual, se traduce en tres niveles:

1. La dependencia a los dispositivos electrónicos de última generación, obligando a los fabricantes a crear nuevos y acelerados procesos de producción.
2. El uso indiscriminado de los dispositivos obliga a los usuarios a depender del uso constante de

energía eléctrica, afectando el medio ambiente.

3. La dependencia a los fabricantes de dispositivos, quienes realizan el proceso de circulación y determinan el consumo de estos productos.

Esta dependencia se agudiza cuando revisamos la enorme separación que existe entre los distintos usuarios, desde la capacidad de compra hasta el problema más grave: la brecha digital. Un primer acercamiento a esta brecha digital: “en el mundo se estima que cerca de cinco mil millones de personas cuentan con internet; sin embargo, el acceso es desigual, ya que mientras en Norteamérica es de 94.6 por ciento, en África apenas alcanza 39.3 por ciento y en América Latina el porcentaje promedio es de 68.9 por ciento” (Romero, 2022, p. 20). En el caso de México, de acuerdo con la Asociación de Internet MX, pasamos de 96.9 millones de usuarios de la red en 2023 a 101.9 millones en 2024 (Alegría, 2024) y se proyecta que en los próximos años alcancemos un crecimiento de más del 9%, quiere decir que cada año veremos más usuarios del internet. Otro aspecto de la brecha digital que se agudiza con la pobreza digital es el analfabetismo digital, la cual, se da cuando una persona queda excluida tecnológicamente de los accesos que ofrece la red comunicativa y peor aún, queda fuera de las nuevas tecnologías. Y aunque la alfabetización es un derecho humano fundamental en todo el mundo, en México y en otros países no hay esfuerzos para realizar una alfabetización digital completa que permita en esencia el desarrollo humano y social.

4. Reflexiones finales y/o conclusiones

Dado el acelerado proceso de apertura comercial y la transformación de la educación en una sociedad consumista, hace necesario crear las condiciones para el desarrollo a futuro de México. Las ideas y la innovación en torno Emprendimiento en México es una opción viable para enfrentar los retos en los próximos 10 años. El acelerado proceso de apertura comercial a



partir del año 2000, crearon las bases de un modelo de desarrollo basado en el comercio exterior. México y otros países como Canadá han dependido de las relaciones comerciales con el exterior. Sin embargo, México es el país más afectado por las medidas impuestas por Donald Trump. Este modelo de comercio es altamente dependiente de la apertura comercial, sino hay apertura no hay comercio, sino hay comercio no hay desarrollo, bajo este esquema no es posible la recuperación de la economía mexicana. Con la apertura comercial fue posible la transformación de la educación, creando una sociedad de consumo en México de productos extranjeros que reemplazan los productos producidos de manera interna. El mercado local no puede soportar esta discriminación de productos, es necesario voltear a los productores mexicanos y a las empresas locales, a través de la integración horizontal y vertical de los procesos productivos. Es vital y necesario crear las bases para enfrentar los retos para los próximos 10 años, revisar las necesidades de sociedad y plantear ideas de innovación con perspectiva de emprendimiento. Sería importante revisar la creación de las empresas start-up también conocidas como “empresas unicornio”, a través de la participación de jóvenes estudiantes, y uno de los retos que se deben revisar es la disminución paulatina del analfabetismo digital y las consecuencias que éste puede tener sino se hace algo rápido. Debemos entender que el uso de la tecnología es necesario para aprender, comunicarse o entretenerse.

Financiamiento: Esta investigación no recibió financiamiento externo.

Agradecimientos: Agradezco las aportaciones de la maestra Korina Santana Becerra y el apoyo de los residentes Carla M. Becerril, Laura A. Salazar y César F. Garduño.

Referencias

Alcalá, M. (2019). Desigualdad en el acceso a internet en México y la afectación en el

ejercicio del derecho humano a la información. *Nuevo Derecho*, 15(24). Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/6697/669770736005.pdf>

Alegoría, A. (2024, mayo 18). Supera México en 2024 los 100 millones de internautas. *Periódico La Jornada* [versión digital]. Disponible en <https://www.jornada.com.mx/2024/05/18/economia/015n2eco>

Bravo, E. y Ortiz H. (2021, noviembre 2). La mortalidad por COVID-19 en México. *Boletín COVID-19 Salud Pública*. Vol. 2, No. 23. Disponible en <https://goo.su/PZkXk>

Romero, L. (2022, mayo 19). La brecha digital: el horizonte de las desigualdades. *Gaceta UNAM*, número 5,297. Disponible en <https://www.gaceta.unam.mx/wp-content/uploads/2022/05/220519.pdf>

Saldaña, I. (2023, febrero 20). Zona Libre de la Frontera Norte se aplica sin planeación articulada, señala ASF. *Sección Cartera*. *Periódico El Universal* [versión digital]. Disponible en <https://goo.su/5UPcq>

Santodomingo, R. (2024, diciembre 15). La carrera de obstáculos de Jumia, el Amazon africano, para sortear la falta de infraestructuras y de acceso a internet. *Periódico El País* [versión digital]. Disponible en <https://goo.su/JJUbhy>

Hayes, C. y McCausland, P. (2025, enero 21). Cuáles son las principales órdenes ejecutivas que firmó Trump en su primer día en la Casa Blanca. *BBC News*. Disponible en <https://www.bbc.com/mundo/articulos/cp8kj0nwg8o>

DW (2025, abril 5). Entra en vigor el arancel universal anunciado por EE.UU. *Sección Economía, Estados Unidos*. Disponible en <https://goo.su/IJeLKS>

AFP (2025, abril 5). Aranceles de Donald Trump: lo bueno, lo malo y lo feo, caso México. *El Economista* [versión digital]. Disponible en <https://goo.su/wjGa5zo>



Universidad Tecnológica de Tehuacán

Prolongación de la I sur No. 1101
San Pablo Tepetzingo C.P. 75859 Tehuacán, Puebla
Tel: 01(238) 3803100
www.uttehuacan.edu.mx