

CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN REVISTA DE DIVULGACIÓN

REVISTA DE DIVULGACIÓN DEL ITSPR

PRIMERA EDICION
MULTIDISCIPLINARIA



INGENIERÍA, MECÁNICA DE MATERIALES CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN,
ROBÓTICA, MECATRÓNICA, LOGÍSTICA Y CADENA DE SUMINISTROS, MANUFACTURA Y CALIDAD,
NANOTECNOLOGÍA, ENERGÍAS RENOVABLES,
CONTABILIDAD, ADMINISTRACIÓN, BIOMÉDICA,
BIOQUÍMICA.



Pag web: <http://itspozarica.edu.mx/>



Contacto: revistatec@pozarica.tecnm.mx

MARZO 2026

ISSN: EN TRAMITE

INFORMACIÓN LEGAL

“CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN REVISTA DE DIVULGACIÓN DEL ITSPR”



Año 01, N°.01, Vol.01, julio del 2024. Es una publicación semestral editada por el Instituto Tecnológico Superior De Poza Rica, Veracruz. arbitrada bajo la modalidad de doble ciego.

Pag web: <http://itspozarica.edu.mx/>

Contacto. revistatec@pozarica.tecnm.mx

Dirección: Calle Luis Donaldo Colosio Murrieta S/N. Col. Arroyo del Maíz C.P. 93230 Poza Rica, Veracruz. México.

Numero de registro ISSN: En trámite, Reserva de Derechos al Uso Exclusivo del Título ante el Instituto Nacional de Derechos de Autor **No. 04-2024-0402140214012700-102** se pretende que sea indexada ante el Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal LATINDEX, siendo reconocida como una revista arbitrada de calidad.

El contenido de los artículos publicados en la revista “Ciencia, Tecnología e innovación Revista de Divulgación del ITSPR. Instituto Tecnológico Superior De Poza Rica, Ver. Año 01, N°.01, Vol.01, “Instituto Tecnológico Superior De Poza Rica. (ITSPR)” es responsabilidad exclusiva de los autores: su contenido no refleja necesariamente el criterio de la institución.

Se permite la reproducción de los contenidos de esta revista siempre y cuando se enuncie su procedencia y se mencione su autoría.

DIRECTORIO

Director General
del Instituto Tecnológico Superior de Poza Rica
Jesús Huerta Chua

Subdirector de Servicios Administrativos
Fredy Rafael García Muñoz

Director de Planeación y Vinculación
Iván Castán Ricaño

Encargado de la Dirección Académica
Marcos Isauro Ramírez Rocha

Subdirectora de Planeación
Daniela Alejandra Galván Estrada

Encargado Subdirección Académica
Marcos Iván García Reyes

Encargado Subdirección de Vinculación
César Augusto Rodríguez

Encargada subdirección de Posgrado e Investigación
Noemí Taniashel Macías Cárdenas

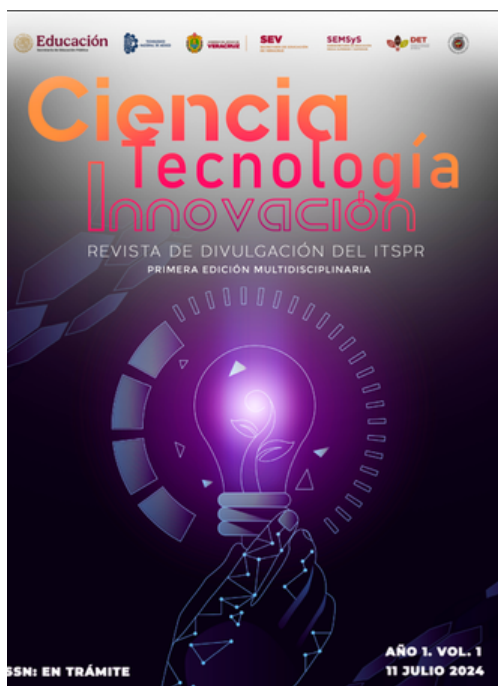
**“CIENCIA,
TECNOLOGÍA E
INNOVACIÓN,
REVISTA DE
DIVULGACIÓN
DEL ITSPR”**

La investigación del Instituto Tecnológico Superior de Poza Rica busca informar a la comunidad y sectores nacionales e internacionales sobre sus resultados académicos, proyectos y logros en investigación y desarrollo tecnológico. Para ello, el Tecnológico Nacional de México fomenta la publicación de informes periódicos en sus instituciones.

Las publicaciones para expertos se centran en la divulgación de información científica y tecnológica con un lenguaje especializado. Fomentan el debate académico y la colaboración entre investigadores, generando nuevas ideas y enriqueciendo perspectivas sobre temas globales. En un mundo cambiante, es crucial que los expertos estén informados para enfrentar desafíos y promover un desarrollo sostenible y equitativo.

La divulgación permite que el entorno académico sea ágil, claro y de fácil comprensión para el lector no especializado, haciendo el lenguaje técnico mas familiar y accesible para comunicar la ciencia y tecnología en un lenguaje sencillo, para una fácil comprensión de avances y su impacto diario. Esto democratiza el conocimiento y fomenta una sociedad informada conectando el mundo académico con la sociedad, y la investigación este al alcancen a todos.





“CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN, REVISTA DE DIVULGACIÓN DEL ITSPR”

DESCRIPCIÓN

“Ciencia, Tecnología e Innovación: Revista de Divulgación del ITSPR” es una publicación digital editada por el ITSPR que se encuentra en trámite para la obtención del ISSN.

Dirigida a profesionales, investigadores, docentes y estudiantes de instituciones de educación superior y centros de investigación en el país, esta iniciativa tiene como objetivo fomentar la colaboración en diversas áreas de la ingeniería. Su propósito principal es encontrar soluciones a problemáticas locales, nacionales e internacionales, así como promover el desarrollo de la investigación y la producción científica con altos estándares de calidad en los ámbitos local, nacional e internacional.

La revista inició su edición en 2024, buscando fortalecer un mecanismo de transferencia del conocimiento mediante la participación de instituciones académicas de todos los estados del país. Actualmente, cuenta con un comité científico mayoritariamente compuesto por investigadores de grado doctoral provenientes del Instituto Tecnológico Superior de Poza Rica (ITSPR), la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), el Instituto Politécnico Nacional (IPN), la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), la Universidad Autónoma del Estado de México, la Universidad Autónoma Metropolitana, el Centro de Investigación en Ciencia (AyTA UL – IPN), y la Universidad Autónoma de Querétaro, así como de centros de investigación como el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV) y el Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA).

CONSEJO EDITORIAL

Director General

DR. JESÚS HUERTA CHÚA

Editor En jefe Administración De Edición

DR. JESÚS HUERTA CHÚA

Coordinador Del Comité De Revisores

DR. JOSE ALFREDO BERISTAIN BAUTISTA

DR. EDUARDO HERNANDEZ MARQUEZ

Coeditor / Administración De Edición

MTA. NOEMI TANIASHIEL MACIAS CARDENAS

Editores Asociados

DR. ESTEBAN ALBERTO GONZALEZ GARCIA

DRA. SILVIA CORTES LOPEZ

DR. JUAN CARLOS FLORES GARCIA

DRA. ANA JOSEFINABELLOJIMENEZ

Finanzas

MTRO. FREDY RAFAEL GARCÍA MUÑOZ

Asesor Legal

LIC. JUAN ALBERTO ESPAÑA DEL ANGEL

Administrador De Sistemas

Web Máster Solución De Gestión De Calidad En La Web.

MTRO. IVAN CASTAN RICAÑO

Distribución

Publicación electrónica disponible en

<http://itspozarica.edu.mx/>

Correo electrónico:

revistatec@pozarica.tecnm.mx

Propiedad Intelectual

Instituto Tecnológico Superior de Poza Rica
“Ciencia, Tecnología e innovación Revista de Divulgación del ITSPR”

CONTENIDO

CONVOCATORIA 2025-2026 PUBLICACIONES

01

**NANOFIBRAS CON
NANOPARTÍCULAS DE PLATA:
UNA SOLUCIÓN VERDE PARA
LIMPIAR LOS METALES PESADOS
Y HERBICIDAS DEL AGUA**

02

**CHARACTERIZATION OF
CASSAVA STARCH
BIODEGRADABLE POLYMER WITH
CELLULOSE NANOPARTICLES**

03

**CHARACTERIZATION OF
MAGNETITE NANOPARTICLES
OBTAINED BY COPRECIPITATION
TECHNIQUE AND STABILIZED
WITH POLYVINYLPYRROLIDONE**

04

**DE CHILES HABANEROS A
NANOCIENCIAS: MEZCLA DE
EXTRACTO DE CAPSICUM
CHINENSE Y NANOPARTÍCULAS
DE PLATA”**

05

**SÍNTESIS DE NANOTUBOS DE TiO_2
POR LA TÉCNICA DE ANODIZADO
Y CARACTERIZACIÓN POR
ESPECTROSCOPIA RAMAN,
FOTOLUMINISCENCIA Y SEM**

06

**APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS
ESTADÍSTICAS PARA
CONTROLAR BENEFICIOS
ALIMENTARIOS Y REDUCIR
PÉRDIDAS CONTABLES EN
RESTAURANTES.**

07

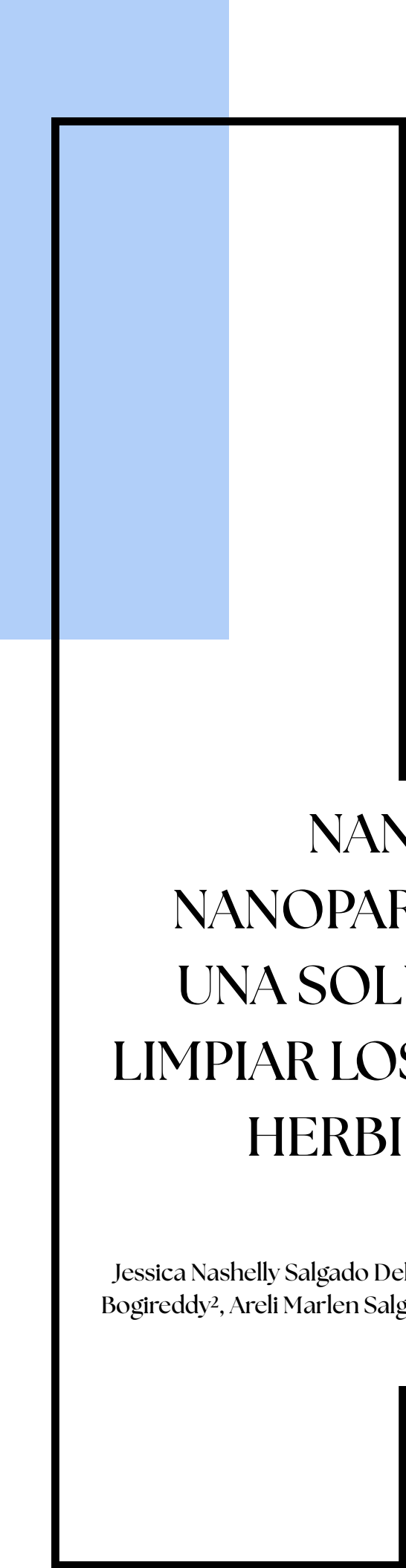
**IMPACTO SOCIOECONÓMICO DE
LAS POLÍTICAS
GUBERNAMENTALES**

08

**LA EXPORTACIÓN DE
ARTESANIAS COMO
ESTRATEGIAS DE DESARROLLO
ECONÓMICO**

ÍNDICE

	pág
1	NANOFIBRAS CON NANOPARTÍCULAS DE PLATA: UNA SOLUCION VERDE PARA LIMPIAR LOS METALES PESADOS Y HERBICIDAS DEL AGUA 07-14
2	CHARACTERIZATION OF CASSAVA STARCH BIODEGRADABLE POLYMER WITH CELLULOSE NANOPARTICLES 15-23
3	CHARACTERIZATION OF MAGNETITE NANOPARTICLES OBTAINED BY COPRECIPITATION TECHNIQUE AND STABILIZED WITH POLYVINYLPYRROLIDONE 24-28
4	DE CHILES HABANEROS A NANOCIENCIAS: MEZCLA DE EXTRACTO DE CAPSICUM CHINENSE Y NANOPARTÍCULAS DE PLATA 29-34
5	SÍNTESIS DE NANOTUBOS DE TiO_2 POR LA TÉCNICA DE ANODIZADO Y CARACTERIZACIÓN POR ESPECTROSCOPIA RAMAN, FOTOLUMINISCENCIA Y SEM. 35-42
6	APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS ESTADÍSTICAS PARA CONTROLAR BENEFICIOS ALIMENTARIOS Y REDUCIR PÉRDIDAS CONTABLES EN RESTAURANTES. 43-50
7	IMPACTO SOCIOECONÓMICO DE LAS POLÍTICAS GUBERNAMENTALES 51-68
8	LA EXPORTACION DE ARTESANIAS COMO ESTRATEGIAS DE DESARROLLO ECONOMICO 69-82

A decorative graphic consisting of a light blue rectangle in the top-left corner and a black rectangular frame that encloses the title and author information.

NANOFIBRAS CON NANOPARTÍCULAS DE PLATA: UNA SOLUCIÓN VERDE PARA LIMPIAR LOS METALES PESADOS Y HERBICIDAS DEL AGUA

Jessica Nashelly Salgado Delgado¹, Alfredo Olarte Paredes¹, Naveen Kumar Reddy Bogireddy², Areli Marlen Salgado Delgado¹, Romeo Emmanuel Núñez Gómez¹, René Salgado Delgado¹.

"Nanofibras con nanopartículas de plata: una solución verde para limpiar los metales pesados y herbicidas del agua"

Jessica Nashelly Salgado Delgado¹, Alfredo Olarte Paredes¹, Naveen Kumar Reddy Bogireddy², Areli Marlen Salgado Delgado¹, Romeo Emmanuel Núñez Gómez¹, René Salgado Delgado¹.

¹Instituto Tecnológico de Zacatepec, Calzada Tecnológico No. 27, C.P. 62780, Zacatepec de Hidalgo, Morelos.

²Instituto de Ciencias Físicas, UNAM, Av. Universidad s/n, Col. Chamilpa, Cuernavaca, Morelos, 62210, México.

dg14091023@zacatepec.tecnm.mx
Teléfono (777) 219 5811

NANOTECNOLOGÍA

Jessica Nashelly Salgado Delgado, Maestría, División de Estudios de Posgrado e Investigación, Instituto Tecnológico de Zacatepec.

Alfredo Olarte Paredes, Doctorado, División de Estudios de Posgrado e Investigación, Instituto Tecnológico de Zacatepec.

Naveen Kumar Reddy Bogireddy, Doctorado, Biofísica y Ciencia de Materiales, Instituto de Ciencias Físicas, UNAM.

Areli Marlen Salgado Delgado, Doctorado, División de Estudios de Posgrado e Investigación, Instituto Tecnológico de Zacatepec.

Romeo Emmanuel Núñez Gómez, Doctorado, División de Estudios de Posgrado e Investigación, Instituto Tecnológico de Zacatepec.

RESUMEN: La contaminación del agua es una de las principales problemáticas ambientales que enfrenta la sociedad en la actualidad. Se puede originar por diversas fuentes antropogénicas, como el uso excesivo de herbicidas en la agroindustria o el vertido de desechos tóxicos por parte de industrias, que terminan liberando metales pesados en ríos y océanos. Ante este panorama, tecnologías emergentes como las nanopartículas de plata y el electrohilado se presentan como soluciones innovadoras y eficientes. En el presente artículo analiza cómo la integración de nanomateriales en fibras electrohiladas puede ser utilizada para adsorber metales pesados o herbicidas del agua, mejorando así los procesos de remediación ambiental. Se abordan los principios de funcionamiento, los métodos de fabricación y los resultados obtenidos en aplicaciones recientes.

PALABRAS CLAVE: Contaminación, Electrohilado, Herbicidas, Nanotecnología, Nanopartículas de plata

ABSTRACT: Water pollution is one of the main environmental problems facing society today. It can originate from various anthropogenic sources, such as the excessive use of herbicides in agribusiness or the dumping of toxic waste by industries, which end up releasing heavy metals into rivers and oceans. Given this situation, emerging technologies such as silver nanoparticles and electrospinning are presented as innovative and efficient solutions. This article analyzes how the integration of nanomaterials into electrospun fibers can be used to remove heavy metals, herbicides, and other contaminants from water, thus improving environmental remediation processes. The operating principles, manufacturing methods, and results obtained in recent applications are discussed.

KEYWORDS: Electrospinning, Environmental, Nanomaterials, Pollution, Silver Nanoparticles.

INTRODUCCIÓN

La contaminación del agua en ríos y océanos representa una de las amenazas más graves para la salud del planeta [1]. Afecta directamente a los

ecosistemas acuáticos y pone en riesgo la vida de millones de personas alrededor del mundo, debido a la presencia de contaminantes como metales pesados, colorantes industriales y compuestos orgánicos difíciles de eliminar [2]. Esta problemática tiene consecuencias devastadoras para la biodiversidad, la salud humana y el equilibrio ecológico [1-3].

Diversas actividades humanas, como la industria y la agricultura como el uso de pesticidas y el vertido de aguas residuales, han contribuido significativamente a esta crisis ambiental [4]. Sin embargo, el tratamiento eficaz del agua contaminada continúa siendo un gran desafío, especialmente porque muchos de los métodos tradicionales resultan costosos o poco eficientes frente a ciertos tipos de contaminantes [5].

La ciencia y la tecnología han comenzado a ofrecer nuevas alternativas. Entre ellas, la nanotecnología ha surgido como una herramienta prometedora. Un claro ejemplo son las nanopartículas de plata, pequeñas estructuras a escala nanométrica que ya están revolucionando en campos como la medicina, los textiles y, recientemente, la remediación ambiental [6]. Gracias a sus propiedades únicas, estas nanopartículas pueden integrarse en fibras producidas por electrohilado, creando filtros altamente eficaces para la purificación del agua [6-7].

La combinación de nanomateriales, fibras electrohiladas y polímeros biodegradables representa una estrategia innovadora, eficiente y sustentable para enfrentar la contaminación del agua [8]. Estos materiales tienen la capacidad de adsorber contaminantes y ofrecer soluciones accesibles para limpiar el agua de forma más segura y respetuosa con el medio ambiente [9].

Una investigación reciente realizada se desarrolló fibras electrohiladas a base de policaprolactona (PCL), modificadas con quitosano (Chi) y nanopartículas de plata (AgNPs) sintetizando por un método verde utilizando *Porophyllum ruderale* mejor conocido como Papalo [10]. El estudio evaluó la capacidad de estas fibras para adsorber el herbicida glifosato presentes en el agua. Los resultados mostraron un alto potencial para reducir significativamente la huella ecológica y poderlo adaptarlo para la adsorción de metales pesados, posicionando a este tipo de materiales como una alternativa sostenible para la remediación ambiental [10-11].

P. Ruderale fue recolectado en el campo ejido de Tlaquiltenango, Morelos. Poli (ϵ -caprolactona) (ALDRICH, CAS: 24980-41-4), Quitosano, (ALDRICH, CAS: 9012-76-4, peso molecular medio), Nitrato de Plata (Reactivo analítico, A.C.S. 5 g, CAS: 7761-88-8), Etanol, (Merck, CAS: 64-17-5).

Metodología

1. Extracción de *Porophyllum ruderale*

Para obtener los componentes para la reducción de las partículas llamados antioxidantes, se usaron hojas frescas de una planta llamada *Porophyllum ruderale* también conocida como Pápalo. Se eligieron hojas frescas porque tienen mayor contenido de fenoles que las hojas secas. Primero, se lavaron bien las hojas para quitarles la suciedad, y luego se cortaron en pedacitos. Después, se preparó una mezcla con alcohol y se trituran las hojas junto con la solución. Se dejó reposar para que las hojas soltaran sus componentes, se coló y se guardó en frío para que no se echara a perder [12].



Figura 1. Extracto *Porophyllum ruderale* (Elaboración propia)

2. Nanopartículas de plata

Para la reducción de las partículas de plata al mundo nanométrico se usó una forma ecológica y amigable con el planeta, llamada síntesis verde. Primero, se calentó el extracto de *Porophyllum ruderale* hasta 90 °C o 95 °C. Cuando llegó a la temperatura, se le agregó gota a gota la solución precursora que tenía plata [13].

Mientras se mezclaban, la preparación se movía constantemente con un imán que gira, para que las partículas no se pegaran entre sí. El líquido cambió de color, de verde a café (figura 2). Ese cambio de color es una señal de que la plata se transformó en pequeñas partículas gracias a los compuestos que estaban en la planta [14].



Figura 2. Síntesis de nanopartículas de plata

Cuando la mezcla estuvo lista, se dejó enfriar hasta temperatura del ambiente y se cubrió el frasco con papel aluminio para que la luz no la dañara. Luego, se guardó en el refrigerador hasta que estuviera lista para usarse.

Preparación de soluciones poliméricas: PCL y Chi
Se prepararon dos soluciones poliméricas para la nanofibras:

Solución de PCL: Se disolvió en 2,2,2-trifluoroetanol al 10% (p/V). La mezcla fue sometida a un proceso de homogenización durante 2 horas en un baño ultrasónico Marca BRANSON.



Figura 3. Solución de PCL en ultrasónico (Elaboración propia).

Solución del quitosano: El quitosano se disolvió en una mezcla de ácido acético y agua destilada al 2% (V/V) y se llevó al ultrasónico hasta lograr una solución homogénea.



Figura 4. Solución de quitosano en ultrasónico (Elaboración propia).

4. Elaboración de nanofibras por electrospinning.
Este proceso se realizó en un equipo con un rodillo rotatorio donde va recolectando los pequeños hilos que van saliendo a través de una aguja

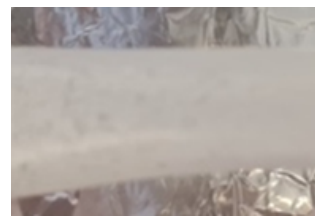


Figura 5. Nanofibras de PCL-Quitosano (Elaboración propia)

5. Caracterización de nanopartículas y nanofibras
Para analizar la estructura y propiedades de los materiales obtenidos, se emplearon diversas técnicas:

Espectroscopía Infrarroja por Transformada de Fourier (FTIR), marca Perkin Elmer Spectrum Two ATR: Para identificar los grupos funcionales presentes en las nanopartículas y en las nanofibras.

Microscopía Electrónica de Barrido (SEM), marca JEOL JSM modelo 6010LA: Permite observar la geometría y el tamaño de las nanopartículas y las fibras.

Espectrofotometría UV-Visible (UV-Vis), marca Velab Modelo VE-5600UV: Se utilizó para observar el comportamiento de adhesión en las fibras con ciertos contaminantes en el agua como es el herbicida glifosato y metales pesados.

Estudio de hidrofobicidad por la técnica de ángulo de contacto: Se utilizó un goniómetro para depositar una microgota de agua sobre la superficie de las fibras y evaluar su hidrofobicidad.

RESULTADOS

Estudio morfológico de las nanopartículas de plata y nanofibras

1. Nanopartículas de plata

En la figura 6 se observa una aglomeración entre las partículas esto es debido por las interacciones que existen entre partícula, atrayéndose entre sí, se observan tamaños entre 70 nm - 200 nm, esto se puede deber a que el método verde no se controla bien los parámetros lo que puede diferir en los resultados como el tamaño de la partícula.

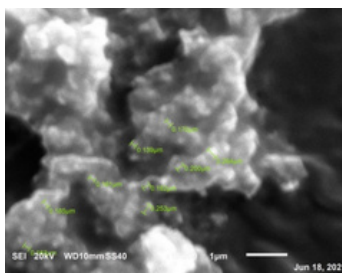


Figura 6. Micrografía de nanopartículas de plata (Elaboración propia)

2. Nanofibras PCL-Chi/AgNPs

Las imágenes obtenidas con un microscopio especial SEM, se pudieron observar las diferencias en la forma y estructura de unas fibras muy delgadas llamadas nanofibras.

En las fibras hechas solo con PCL se notaron pequeñas gotas en su superficie (Figura 7A). Estas gotas hicieron que el tamaño de las fibras aumentara con un grosor promedio de unos 150 nanómetros (más delgado que un cabello humano) [15]. Cuando se le agregó quitosano a la mezcla, las fibras fueron uniformes, el grosor promedio bajó a unos 100 nanómetros (Figura 7B).

En las micrografías que contenían AgNPs se vieron una red secundaria de fibras aún más finas como se muestra en la Figura 7C. Esto sugiere que al agregar AgNPs junto con el Chi, se aumentó la energía durante el proceso y eso hizo que las fibras se fragmentaran más, resultando en fibras más delgadas. Aunque estas partículas de plata estaban presentes, no se observaron en la superficie [16].

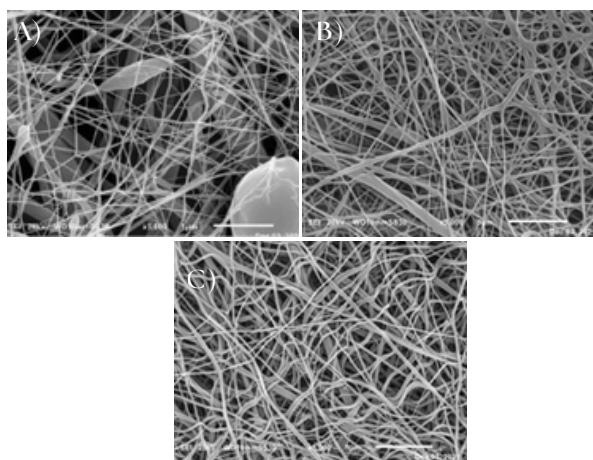


Figura 7. Micrografías A) PCL, B) PCL-Quitosano, C) PCL-Quitosano/Nanopartículas (Elaboración propia).

Análisis funcional por FTIR

Se utilizó la técnica FTIR para analizar la composición química de las nanofibras. Esta

técnica permite identificar los grupos funcionales que interaccionan con el material, siendo parte fundamental para el desarrollo de los materiales.

En ambas muestras, tanto la de PCL como la que combinaba PCL con Chi, se detectaron señales características de los materiales usados, en los rangos $2932\text{--}2872\text{ cm}^{-1}$ la señal del estiramiento asimétrico y simétrico de CH_2 , en 1718 cm^{-1} el estiramiento del carbonilo C=O ; grupo funcional característico del PCL y predominante en el material, en 1365 cm^{-1} flexión CH , en 1147 cm^{-1} estiramiento de C-O presente en la estructura del PCL. No se encontraron señales nuevas, lo que indica que no se formaron enlaces químicos fuertes entre el PCL y el quitosano [17], además Soumen et al., 2014 menciona que las cadenas del PCL son más largas y la relación molar utilizada es mayor la del PCL que el Chi por lo que los grupos funcionales del PCL dominan en el IR [18].

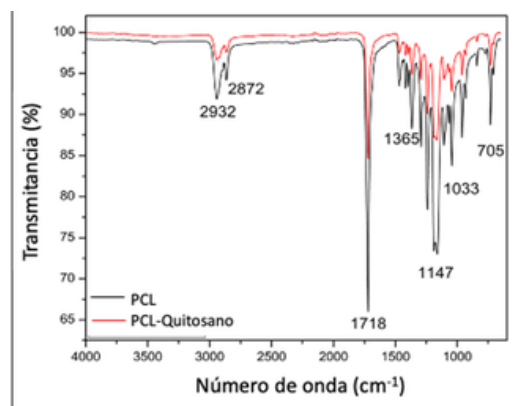


Figura 8. Gráfica de grupos funcionales de las muestras PCL y PCL-Quitosano (Elaboración propia).

Esto sugiere que la mezcla entre ambos fue física, no química, y probablemente el PCL estaba en mayor cantidad, por lo que tuvo mayor influencia en la estructura final.

Propiedades hidrofóbicas e hidrofílicas

Se realizaron pruebas para medir cómo reaccionan las nanofibras en contacto con el agua. Esto se hace observando el ángulo de contacto.

La muestra solo con PCL mostró un ángulo de 110° , lo que significa que es hidrofóbica, es decir, repela el agua, lo cual puede dificultar su uso para atrapar contaminantes en líquidos (Figura 9). Pero cuando se agregó quitosano, el ángulo bajó a 95° , lo que indica que la superficie se volvió más hidrofílica (más compatible con el agua) [19].

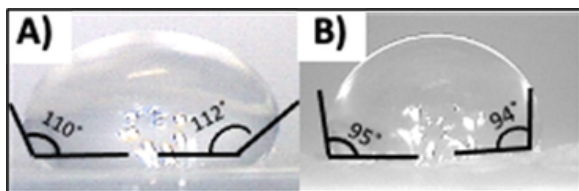


Figura 9. Hidrofobicidad de las muestras A) PCL y B) PCL-Quitosano (Elaboración propia).

Este cambio en la forma en que la membrana interactúa con el agua es muy importante para su uso en adherir los contaminantes, ya que una mejor afinidad con el agua permite que funcione de manera más eficiente. Además, aunque se usó una pequeña cantidad de nanopartículas de plata (AgNPs), estas ayudaron a mantener las fibras bien distribuidas, sin que se agruparan o deformaran (Figura 10).

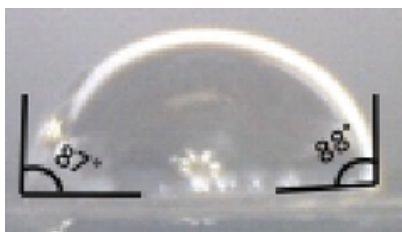


Figura 10. Hidrofobicidad de la muestra PCL-Quitosano/Nanopartículas (Elaboración propia).

Adsorción de glifosato y metales pesados

1. Glifosato

Se probó si las nanofibras podían adherir el glifosato, un herbicida ampliamente utilizado pero también se ha comprobado que es muy contaminante, y cobre, un metal pesado que a veces se encuentra en el agua y puede ser tóxico en altas concentraciones.

Se realizó el análisis para la concentración final adsorbida del glifosato y metal pesado cobre. En la figura 11 se muestra la curva de calibración del glifosato con las concentraciones que se van a tratar.

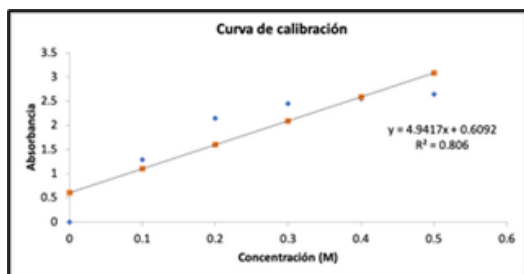


Figura 11. Curva de calibración del glifosato a concentraciones de 0.1 a 0.6 M

Los resultados se muestran en la Tabla 1, donde se observó que las nanofibras con PCL y quitosano adhirieron mejor estos contaminantes que solo con el PCL aumentando el porcentaje de adsorción de glifosato. Las nanofibras que tenían AgNPs aumentaron se mantuvo el porcentaje con PCL-Chi [20].

Tabla 1. Adsorción de glifosato de cada muestra.

Muestra	% adsorción	g de glifosato/g de nanofibras
PCL	7.1	0.12
PCL-Chi	13.2	0.22
PCL-Chi/P90	13.0	0.21

Este proceso ocurre por que el Chi tiene compuestos (grupos amino e hidroxilo) que pueden formar puentes llamados enlaces de hidrógeno con el glifosato. Además, por carga electrostática debido a que el Chi tiene una carga positiva y el glifosato presenta cierta carga negativa, que pueden juntar estos contaminantes [21].

2. Metales pesados

La figura 12 muestra cómo el material PCL-quitosano va adsorbiendo hierro con el paso del tiempo. Al inicio del experimento la absorción de luz es mayor, lo que indica que el hierro se encuentra principalmente en la solución; sin embargo, después de 20 y 40 minutos la intensidad disminuye, señal de que el hierro está siendo retenido por el material. Este cambio gradual sugiere que el PCL-Chi actúa como una especie de esponja microscópica, capturando el hierro de manera progresiva, lo que demuestra su potencial como una alternativa sencilla y amigable con el ambiente para la remoción de metales del agua.

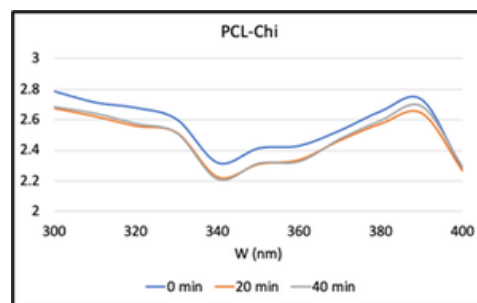


Figura 12. Cambios en la absorción del PCL-Chi/Fe con respecto a el tiempo.

CONCLUSIONES

El estudio demostró que al combinar policaprolactona con quitosano y nanopartículas de plata, se mejoran notablemente las propiedades de las nanofibras obtenidas. A nivel microscópico, estas combinaciones dieron lugar a fibras más delgadas, uniformes y distribuidas.

Aunque no se formaron enlaces químicos fuertes entre los materiales, el análisis mostró que su mezcla física fue suficiente para mejorar sus características. Al agregar quitosano, las nanofibras

se volvieron compatibles con el agua (más hidrofílicas), lo que facilita su interacción con contaminantes acuosos.

Además, las pruebas demostraron que estas nanofibras tienen una mayor capacidad para atrapar sustancias dañinas, como el herbicida glifosato y el metal cobre. Estos resultados confirman que el uso de materiales naturales y técnicas sustentables puede ayudar en el desarrollo de filtros eficaces para limpiar el agua contaminada.

BIBLIOGRAFÍA

- [1]. T.E. Oladimeji, M. Oyedemi, M.E. Emetere, O. Agboola, J.B. Adeoye, O.A. Odunlami a “Review on the impact of heavy metals from industrial wastewater effluent and removal technologies”, *Heliyon*, vol. 10, Issue 23, 2024. Doi:10.1016/j.eti.2023.103218
- [2]. T. Shindhal, P. Rakholiya, S. Varjani, A. Pandey, H. H. Ngo, W. Guo, and M. J. Taherzadeh, “A critical review on advances in the practices and perspectives for the treatment of dye industry wastewater,” *Bioengineered*, vol. 12, no. 1, pp. 70–87, 2021. doi: 10.1080/21655979.2020.1863034.
- [3]. F. Damiri, S. Andra, N. Kommineni, S. K. Balu, R. Bulusu, A. A. Boseila, D. O. Akamo, Z. Ahmad, F. S. Khan, M. H. Rahman, M. Berrada, and S. Cavalu, “Recent advances in adsorptive nanocomposite membranes for heavy metals ion removal from contaminated water: A comprehensive review,” **Materials**, vol. 15, no. 15, p. 5392, 2022. doi: 10.3390/ma15155392.
- [4]. D. Hmoud, A. F. Ahmed, H. N. Abdelhamid, and M. M. A. Mohamed, “Effective nanomembranes from chitosan/PVA blend decorated graphene oxide with gum rosin and silver nanoparticles for removal of heavy metals and microbes from water resources”, *Surfaces and Interfaces*, vol. 39, 2023, Art. no. 102980. doi: 10.1016/j.surfin.2023.102980.
- [5]. Abid, N., Khan, A., Shujait, S., Chaudhary, K., Ikram, M., Imran, M., Haider, J., Khan, M., Khan, Q., Maqbool, M. (2022). Synthesis of nanomaterials using various top-down and bottom-up approaches, influencing factors, advantages, and disadvantages: A review. *Advances in Colloid and Interface Science*, 300, 102597. <https://doi.org/10.1016/j.cis.2021.102597>
- [6]. L. Portulaca, J. Cass, and T. Fukalova, “Characterization of two edible undervalued plants: *Portulaca oleracea* L. and *Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass”, *Plants*, vol. 11, p. 377, 2022. doi: 10.3390/plants11030377.
- [7]. C. Gangwar, B. Yaseen, I. Kumar, N. Singh, R. Naik, “Growth Kinetic Study of Tannic Acid Mediated Monodispersed Silver Nanoparticles Synthesized by Chemical Reduction Method and Its Characterization”, *ACS Omega*, vol. 6, 2021. <https://doi.org/10.1021/acsomega.1c03100>
- [8]. V. Korniienko, Y. Husak, K. Diedkova, Y. Varava, V. Grebnevs, O. Pogorielova, M. Bērtiņš, V. Korniienko, B. Zandersone, A. Ramanaviciene, A. Ramanavicius, and M. Pogorielov, “Antibacterial potential and biocompatibility of chitosan/polycaprolactone nanofibrous membranes incorporated with silver nanoparticles”, *Polymers*, vol. 16, no. 12, p. 1729, 2024. doi: 10.3390/polym16121729.
- [9]. Quiroga-Vergel D. Clavijo-Grimaldo, A. M. Muñoz-Gonzalez, N. Ponce-Zapata, and C. Casadiego-Torrado, “Fabrication and Characterization of PCL/Chitosan and PCL/AgNPs Electrospun Nanofibers for Surface Modification of Cotton Textile”, *Chemical Engineering Transactions*, vol. 114, pp. 1105-1110, Dec. 2024. doi: 10.3303/CET24114185.
- [10]. J. N. Salgado-Delgado, N. K. R. Bogireddy, A. M. Salgado-Delgado, R. Salgado-Delgado, U. León-Silva, R. E. Nuñez-Gomez, and A. Olarte-Paredes, “Physicochemical characteristics of PCL-Chi/MWCNT/AgNPs nanofibers for the adsorption of glyphosate herbicide in water,” **Revue des Composites et des Matériaux Avancés**, vol. 35, no. 1, pp. 43–49, 2025. doi: 10.18280/rcma.350106.
- [11]. L. Portulaca, J. Cass, and T. Fukalova, “Characterization of two edible undervalued plants: *Portulaca oleracea* L. and *Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass”, *Plants*, vol. 11, p. 377, 2022. doi: 10.3390/plants11030377
- [12]. C. Gangwar, B. Yaseen, I. Kumar, N. Singh, R. Naik, “Growth Kinetic Study of Tannic Acid Mediated Monodispersed Silver Nanoparticles Synthesized by Chemical Reduction Method and Its Characterization”, *ACS Omega*, vol. 6, 2021. <https://doi.org/10.1021/acsomega.1c03100>

- [13]. Santos, F. Gutiérrez, V. Ruíz, I. Tecnológico, D. Gutiérrez, “El papel de los compuestos polifenólicos en la síntesis verde de nanopartículas metálicas”, *BioTecnología*, vol. 24, p. 46–57, 2020. ISSN 0188-4786
- [14]. M. Danish, M. Altaf, M. Robab, M. Shahid, S. Manoharadas, S. Hussain, H. Shaikh, “Green Synthesized Silver Nanoparticles Mitigate Biotic Stress Induced by *Meloidogyne incognita* in *Trachyspermum ammi* (L.) by Improving Growth”, *Biochemical, and Antioxidant Enzyme Activities. ACS Omega*, vol. 6, p. 11389–11403, 2021. <https://doi.org/10.1021/acsomega.1c00375>
- [15]. M. Himmeler, F. Garreis, F. Paulsen, D. W. Schubert, and T. A. Fuchsluger, “Optimization of polycaprolactone-based nanofiber matrices for the cultivation of corneal endothelial cells”, *Scientific Reports*, vol. 11, no. 1, pp. 1–12, 2021. doi: 10.1038/s41598-021-98426-6.
- [16]. M. Herrero-Herrero, S. Alberdi-Torres, M. L. González-Fernández, G. Vilarinho-Feltrer, J. C. Rodríguez-Hernández, A. Vallés-Lluch, and V. Villar-Suárez, “Influence of chemistry and fiber diameter of electrospun PLA, PCL and their blend membranes, intended as cell supports, on their biological behavior”, *Polymer Testing*, vol. 103, 2021, no. 107364. doi: 10.1016/j.polymertesting.2021.107364.
- [17]. A. A. Alyamani, M. H. Al-Musawi, S. Albukhaty, G. M. Sulaiman, K. M. Ibrahim, E. M. Ahmed, M. S. Jabir, H. Al-Karagoly, A. A. Aljahmany, and M. K. A. Mohammed, “Electrospun polycaprolactone/chitosan nanofibers containing *Cordia myxa* fruit extract as potential biocompatible antibacterial wound dressings,” *Molecules*, vol. 28, no. 6, p. 2501, 2023. doi: 10.3390/molecules28062501.
- [18]. Sameen A., Fathima, S., Ramlal, S., Kumar, S., & Khanum, F. (2014). Nanopackaging of Silver using Spice Extract and their Characterization. *Science, Technology and Arts Research Journal*, 3(3), 52. <https://doi.org/10.4314/star.v3i3.9>
- P. Mosallanezhad, H. Nazockdast, Z. Ahmadi, and A. Rostami, “Fabrication and characterization of polycaprolactone/chitosan nanofibers containing antibacterial agents of curcumin and ZnO nanoparticles for use as wound dressing”, *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, vol. 10, p. 1027351, 2022. doi: 10.3389/fbioe.2022.1027351.
- [20]. S. Mirajkar, P. Rathod, B. Pawar, S. Penna, S. Dalvi, γ -Irradiated Chitosan Mediates Enhanced Synthesis and Antimicrobial Properties of Chitosan–Silver (Ag) Nanocomposites. *ACS Omega*, vol. 6, 50, 34812–34822, 2021. <https://doi.org/10.1021/acsomega.1c05358>
- [21]. Fan J. P., Luo, J. J., Zhang, X. H., Zhen, B., Dong, C. Y., Li, Y. C., Shen, J., Cheng, Y. T., & Chen, H. P. (2019). A novel electrospun B-CD/CS/PVA nanofiber membrane for simultaneous and rapid removal of organic micropollutants and heavy metal ions from water. *Chemical Engineering Journal*, 378(July), 122232. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2019.122232>



CHARACTERIZATION OF CASSAVA STARCH BIODEGRADABLE POLYMER WITH CELLULOSE NANOPARTICLES

Patricio Morales-Pacheco¹, Zurisadai Martínez-Corona²

"Characterization of cassava starch biodegradable polymer with cellulose nanoparticles"

Patricio Morales-Pacheco ¹, Zurisadai Martínez-Corona²

¹Departamento de Posgrado, Departamento de Ingeniería en Nanotecnología, Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico Superior de Poza Rica, C. Luis Donald Colosio s/n Col. Arroyo del Maíz, C.P. 93230, Poza Rica, Ver, México.

²Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, División Académica de Ciencias Básicas, Av. Universidad s/n, Col. Magisterial, C.P. 86040, Villahermosa, Tab, México

patricio.morales@itspozarica.edu.mx

Teléfono (782) 821 6901

NANOTECNOLOGÍA

Patricio Morales-Pacheco, Doctorado en ciencias, Ing. En Nanotecnología, Instituto Tecnológico Superior de Poza Rica. Zurisadai Martínez-Corona, Maestría en ciencias, Ciencias Básicas, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

RESUMEN: se sintetizaron diferentes muestras de un polímero biodegradable de almidón de yuca con fibras de yuca, fibras de algodón y nanopartículas de celulosa. El almidón de yuca se extrajo directamente de la raíz de yuca a través de un proceso de lavado. La pulpa húmeda se exprimó para extraer la solución almidonada. Una vez que toda el agua se evapora del líquido almidonado, queda el almidón de yuca. Difracción de rayos X se llevó a cabo en un difractómetro modelo Bruker D8 Advance, objetivo de cobre con una longitud de onda de 1,54 Å y un ángulo de (5°-80°), la espectroscopia ATR-FTIR (Varian 670-IR con accesorio ATR) se llevó a cabo a temperatura ambiente en el rango de número de onda de 4,000 cm⁻¹ a 650 cm⁻¹. El proceso de biodegradabilidad, la absorción de agua y la permeabilidad al vapor de agua se probaron en condiciones ambientales para conocer el comportamiento del polímero.

PALABRAS CLAVE: Biodegradable, polímero, almidón, celulosa, nanopartículas.

ABSTRACT: Different samples of a biodegradable cassava starch polymer were synthesized with cassava fibers, cotton fibers and cellulose nanoparticles. The cassava starch was directly extracted from the cassava root through a process of washing and pulping.

The wet pulp is then squeezed to extract a starchy liquid. Once all the water evaporates from the starchy liquid, the tapioca flour remains. The X-ray diffraction was carried out in a Bruker D8 Advance model diffractometer, a copper target with a wavelength of 1.54 Å and a 2θ angle (5°- 80°), ATR-FTIR spectroscopy (Varian 670-IR with ATR accessory) was performed at room temperature in wavenumber range of 4,000 cm⁻¹ to 650 cm⁻¹. Biodegradability process, water absorption and water vapor permeability were tested in room conditions to know the behavior of the polymer.

KEYWORDS: Biodegradable, polymer, starch, cellulose, nanoparticles.

INTRODUCCIÓN

Currently, one of the biggest problems is global pollution from plastic waste. Because of this we must find an immediate solution that does not affect the environment but provides benefits to it.

This paper describes the development of a biodegradable polymer made from cassava starch, doped with cellulose nanoparticles that potentiates its properties, for the creation of biodegradable plastics with future packaging applications, which is intended to be accessible for all, in quality, effectiveness, production, etc.

When studying the physicochemical properties of the polymer there are important characteristics that can be developed until finding sufficiently versatile

end effective material that can replace the current packaging.

In the past few decades, there has been a marked advance in the development of biodegradable plastics from renewable resources, especially for those derived from starch-based materials. The goal of this development is to obtain biodegradable plastics that perform as well as traditional plastics when in use and which completely biodegrade at disposal [1-2].

Problems that are expected to be alleviated or solved by biodegradable plastics mainly include: [3]

(a) Increasing pressure on landfills; it is hoped that biodegradable plastics would divert part of bulky plastic wastes from landfilling. It will also facilitate organic waste management by eliminating the cost involved in removing the collection bags before entering compost facilities.

(b) Littering of difficult recycling products, for instance foodservice disposables, has led to enormous environmental and visual pollution, which is of alarming concern particularly in some emerging economies. Recycling plastics is not always economically favorable due to the high cost in hauling the lightweight and high-volume plastic waste to the recyclers.

Cost and environmental impacts of cleaning the highly contaminated foodservice products are also significant.

(c) Biodegradable plastics of renewable sources will contribute to a more sustainable society by conserving non-renewable resources and fossil fuel.[3]

Starch is a widely available, renewable, low cost, and biodegradable agro-polymer. For these reasons starch generates great interest, and it is considered as a promising alternative to synthetic polymers for packaging applications. Films developed from starch are described as isotropic, odorless, tasteless, colorless, non-toxic and biologically degradable [4].

The resultant material is known as thermoplastic starch (TPS). However, the use of TPS is limited in industrial applications, owing to its low resistance to mechanical stresses and humidity. Several strategies have been investigated to minimize or even overcome these poor characteristics. These strategies involve (i) the chemical modification of starch (esterification and cross-linking), [5-6] (ii) blending with other polymers such as poly (vinyl alcohol) and biodegradable polyesters such as poly (ε-caprolactone), polyhydroxyalkanoate, polyester-amide, and poly(butylene succinate adipate) [5], and (iii) the use of different types of fibers or microfibrils in association with TPS [5,7]. Cellulose nanoparticles, cotton and cassava fibers have been used to reinforce starchy material.

Cellulose reinforced starch nanocomposite materials are largely complex systems because of the presence of four components (starch, cellulose, main plasticizer, and water) and competitive interactions are likely to occur between these constituents.

An example of this complexity is the trans crystallization phenomenon of amylopectin chains observed on the surface of cellulose nanoparticles due to the accumulation of the plasticizers (glycerol and water) in the vicinity of the cellulose/amylopectin interfacial. This phenomenon was reported to interfere with inter hydrogen-bonding forces and to hinder the stress transfer at the filler/matrix interface, resulting in poor mechanical properties of the ensuing nanocomposites [8-9].

STARCH POLYMERS

Starch consists of a mix of amylose and amylopectin. Starch is about 70% amylopectin by weight, though the amount varies depending on the source. [10]

Amylopectin

Amylopectin is highly branched, being formed of 2000 to 2 million glucose units. Its inner chains are formed by 20–24 glucose subunits.

Glucose (D-glucopyranose) units are linked in a linear way with α-(1→4) glycosidic bonds. Carbon 1 is the aldehyde containing carbon linked to the number 4 carbon in the next glucose.

Branching takes place with α-(1→6) bonds occurring every 24–30 glucose units, resulting in a soluble molecule that can be quickly degraded. [10]

Amylose

Amylose is made up α-(1→4) joined glucose molecules. The number of repeated glucose units is usually in the range of 300–5000 but can be many more. Amylose contains very α-(1→6) bonds. It reduces the degree of crystal structure of amylopectin and reduces the access of water (and enzyme).

There are many more smaller amylose molecules in starch. Amylose can form either a single L-handed helix (and the chains can align) or a double L-handed helix that has extensive hydrogen bonding, which excludes water and is resistant to amylase. [10]

CASSAVA STARCH

Cassava (*Manihot esculenta*), also called manioc or tapioca root, is cultivated as an annual crop in tropical and subtropical regions for its edible starchy, tuberous root. Cassava, when dried to a powdery extract, is called tapioca. Cassava is the third largest source of food carbohydrates in the tropics, after rice and maize. It is one of the most drought-tolerant crops, capable of growing on marginal soils. [2,10]

CELLULOSE

Cellulose is the most abundant renewable polymer on Earth. This structural material is naturally organized as microfibrils linked together to form cellulose fibers. [11] Cellulose consists of a linear homopolysaccharide composed of β -D-glucopyranose units linked together by β -1-4-linkages [12].

The basic chemical structure of cellulose, as it shows in Figure 1, each monomer bears three hydroxyl groups. It is therefore obvious that these hydroxyl groups and their ability to form hydrogen bonds play a major role in directing the crystalline packing and governing the physical properties of cellulose [12-13].

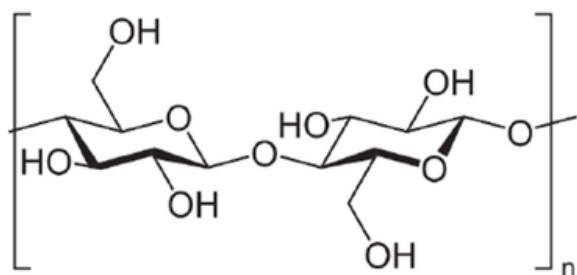


Figure 1: General structure of cellulose

Reinforcing starch with polysaccharide nanoparticles is an appealing approach since both components are polar by nature and no compatibilization is required.

These characteristics make them ideal candidates for the processing of polymer nanocomposites and their use in different applications such as food packaging, medical and pharmaceutical [14].

PLASTICIZING AGENTS

Plasticizers increase film flexibility due to their ability to reduce internal hydrogen bonding between polymer chains while increasing molecular space. The most effective plasticizers will generally resemble most closely the structure of the polymer they plasticize. They avoid cracking the film during handling and storage, affect gas, water vapor and solute permeabilities and sorption characteristics.[15]

Usually, the second major component of a starch-based film is the plasticizer, which is used to overcome film brittleness caused by high intermolecular forces. Plasticizing agents commonly used for thermoplastic starch production include water and glycerol. [16]

The hydroxyl groups present in glycerol are responsible for inter and intramolecular interactions (hydrogen bonds) in polymeric chains, providing films with a more flexible structure and adjusting them to the packaging production process. [17]

The moisture content in starch films can also affect significantly the physical and barrier properties of starch-based films; due to their inherent hydrophilic nature, starch films tend to absorb large quantities of water at elevated relative humidity (RH) conditions. [15-18]

MATERIALS AND MÉTHODS

Cassava starch production.

The Cassava was cut into small pieces, put into mixer and added distilled water, after few hours. The suspension was filtered to separate starch from fibers. Then dry both, grind with mortar and pestle, store at room temperature.

Cassava starch Polymer (sample A1)

Cassava starch polymer casting method 100 ml DI water with cassava starch 5%, well mixed and then heat up the mixture to 80°C, constant stirring for 10 min and add 1.5 g glycerol, continue stirring for 20 min till the solution forms some films, when the solution cooled down to 70°C, pour 20 g to Petri dishes (60 mm) after dry at 60°C for 2 h and Store at 43% relative humidity and 23°C, desiccator with saturated K_2CO_3 solution. [19]

Cassava starch Polymer with cassava fibers (sample A2)

In 100 ml DI water with cassava starch 5%, well mixed and then heat up the mixture to 80°C, constantly stirring for 10 min and add 1.5 g glycerol, and 0.5g of cassava fiber grinded in ball mill for 30min (powder), continue stirring for 20 min till the solution forms some films.

When the solution cooled down to 70°C, pour 20 g into Petri dishes (60 mm) after dry at 60°C for 2 h and store at 43% relative humidity and 23°C, desiccator with saturated K_2CO_3 solution. [19]

Cassava starch polymer with Cellulose nanoparticles (sample A3)

Previously stir cellulose nanoparticles for 10 min. Flush with 200 ml DI water. Wait till nanoparticles settle down (1h).

Separate milky water with a pipette. Repeat flushing several times till water is not milky anymore.

After, in 100 ml DI water with cassava starch 5%, well mixed and then heat up the mixture to 80°C, constantly stirring for 10 min and add 1.5 g glycerol, after that add dropwise cellulose nanoparticles suspension continue stirring for 20 min till the solution forms some films, when the solution cooled down to 70°C, pour 20 g to Petri dishes (60 mm) after dry at 60°C for 2 h and Store at 43% relative humidity and 23°C, desiccator with saturated K_2CO_3 solution.[19]

Cassava starch Polymer with cotton fibers (sample A4)

In 100 ml DI water with cassava starch 5%, well mixed and then heat up the mixture to 80°C, constant stirring for 10 min and add 1.5 g glycerol, and 0.5g of cotton fiber grinded in ball mill for 30min (powder), continue stirring for 20 min till the solution forms some films. when the solution cooled down to 70°C, pour 20 g to Petri dishes (60 mm) after dry the polymer at 60°C for 2 h and Store at 43% relative humidity and 23°C, desiccator with saturated K₂CO₃ solution. [19]

ANALYSIS**Water absorption (WA)**

Dry the samples at 70°C until constant weight is reached. Place the dried sample in the desiccator (25°C, K₂CO₃, 43% RH). [2]

Calculation absorption: $\frac{g_{\text{Water}}}{g_{\text{Sample}}}$

Water vapor permeability (WVP)

For water vapor permeability test, first fill a capsule with dry desiccator substance (silica gel). Cover the capsule with the samples film and seal the edges with parafilm, check the weight.

Put capsule in desiccator (25°C, Sodium Chloride NaCl, 75% RH, 10h), check the weight. [19-20]

Equations for calculation:

$$WVP = \frac{WVTR}{P(R1 - R2)} \times x$$

$$WVTR = \frac{dmH_2O}{dt} \frac{1}{A}$$

Symbol	Description	Unit
WVP	Water vapor permeability	$\frac{g}{Pa \cdot s \cdot m}$
WVTR	Water vapor transmission rate	$\frac{g}{s \cdot m^2}$
P	Saturation vapor pressure of water at 25°C	Pa
R1	Relative humidity in desiccator	-
R2	Relative humidity in capsule	-
x	Thickness of Samples film	m
mH ₂ O	Mass transferred water	g
t	time	s
A	Surface area samples film	m ²

Table 1: Symbol description

Table 1 describes the symbology used for calculating WVP and WVTR

RESULTS**Water Absorption and Water Vapor Permeability**

Table 2 describes the WVP results from the four samples:

- Cassava starch polymer (CSP) → A1
- CSP with cassava fibers → A2
- CSP with cellulose nanoparticles → A3
- CSP with cotton fibers → A4

Samples	Average	Units
A1	6.57E-11	$\frac{g}{Pa \cdot s \cdot m}$
A2	6.85E-11	$\frac{g}{Pa \cdot s \cdot m}$
A3	2.87E-11	$\frac{g}{Pa \cdot s \cdot m}$
A4	5.35E-11	$\frac{g}{Pa \cdot s \cdot m}$

Table 2: WVP results

The results of the WVP for A1 (Cassava starch polymer) were set to 100% to compare it with further materials.

Sample A2 (Cassava starch polymer with cassava fibers) WVP 104% cannot improve the WVP to lower values.

Sample A3 (Cassava starch polymer with cellulose nanoparticles) 44% can reduce the WVP by around 56%. Cellulose nanoparticles modify the surface of the cassava starch because of its polarity to hydrophilic particles. Due to hydrophilic properties a homogeneous distribution of the particle in the polymer is guaranteed.

The homogeneous distribution leads to constant product properties in each section of the polymer.

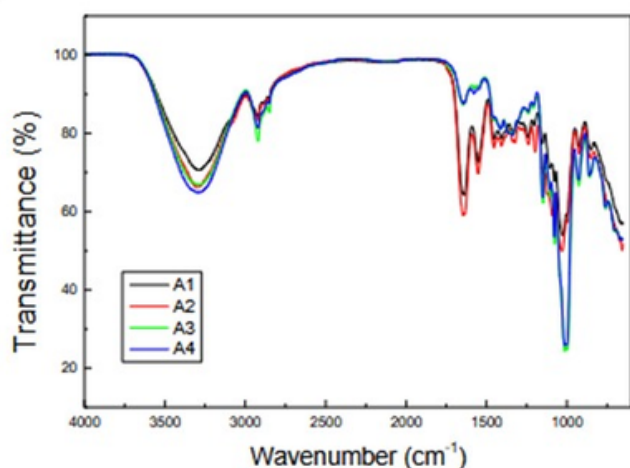
Sample A4 (Cassava starch polymer with cotton fibers) 81%. Adding cotton fibers can reduce the WVP by around 19%. Besides grinding ball mill to small particles, no further modification of the cotton fibers is necessary.

Biodegradability

The biodegradability was tested in environmental conditions for 2 weeks in interaction with organic mass. After 2 weeks the polymers were completely degraded.

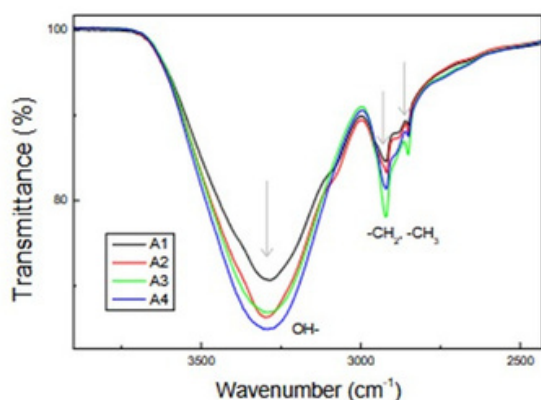
ATR/FTIR

The polymers were characterized by ATR-FTIR spectroscopy, Varian 670-IR with ATR (Attenuated total reflectance) accessory. Was performed at room temperature in wavenumber range of $4,000\text{ cm}^{-1}$ to 650 cm^{-1} . Graph 1 shows the spectroscopy of the samples A1, A2, A3 and A4.



Graph 1: ATR/FTIR spectroscopy of cassava starch polymers

Samples A3 and A4 show too low wavenumber less transmittance. Graph 2 shows the -OH, -CH₂ and -CH₃ functional groups.

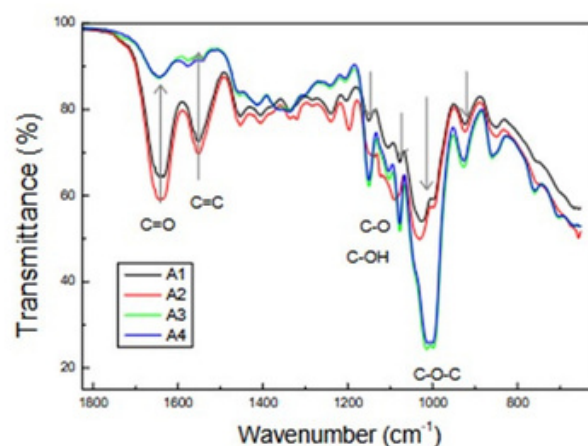


Graph 2: ATR/FTIR spectroscopy of cassava starch polymers, the -OH, -CH₂ and -CH₃ functional groups.

On the other hand, changes in the bandwidth and frequency of -OH band in the cassava starch polymer A1 spectrum compared with those A2, A3 and A4 samples in the region of 3450 cm^{-1} – 3350 cm^{-1} .

This change might have occurred because of the plasticizing process. This suggests that the intra and intermolecular hydrogen bond network between the starch molecules are affected by the presence of glycerol. [21-22]

In all the spectra obtained a band around 2956 cm^{-1} and a band around 2867 cm^{-1} related to -CH vibrations of aliphatic groups from hydrocarbon backbone of starch, glycerol-starch, cellulose nanoparticles and cotton fibers. [23]



Graph 3: ATR/FTIR spectroscopy of cassava starch polymers double link groups.

Graph 3 shows that the samples exhibit a band around 1723 cm^{-1} which may be attributed to the stretch vibrations of carbonyl (C=O) in the samples. A3 and A4 show less transmittance, on the other hand, bands around 1056 cm^{-1} the ether groups (C-O-C, dialkyl) show less transmittance, which probably is because of the addition of cotton fibers and cellulose nanoparticles.[23]

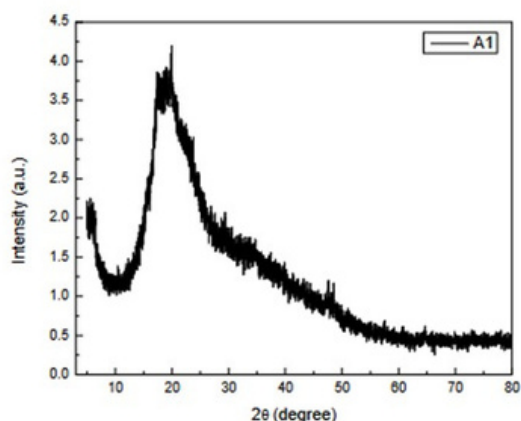
Thus, the compounds of the sample are mainly responsible for the band at 1723 cm^{-1} due to the possible presence of carboxylic acid, ketones or aldehydes compounds produced by thermal decomposition of the starch when samples were prepared.[23]

X-ray Diffraction

The characterization of polymers by X-ray diffraction was carried out in a Bruker D8 Advance model diffractometer, a copper target with a wavelength of 1.54 Å and a 2θ angle (5° - 80°).

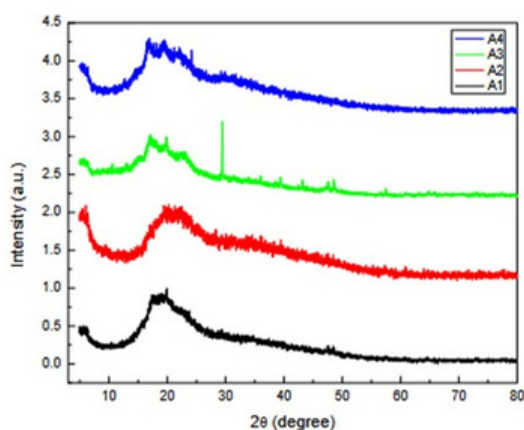
The XRD of the samples can help determining the influence of fiber size and concentration on the crystallinity of films.

Graph 4 shows the Cassava starch polymer (A1 sample), which was set as control to compare the other samples.



Graph 4: XRD of cassava starch polymers, sample A1

The x-ray diffraction curve of cassava starch polymer, the diffractogram of the sample showed peaks at different positions (angles) of 2θ angle 17.27° and 20° [16,21,24-26]



Graph 5: Normalized graph of the samples

Samples A1 and A2 show similar peaks because the chemical composition is based on cassava (fibers and starch). Sample A3 can observe the direct plasticization process. the diffractogram of the sample showed mainly diffraction peaks at 2θ angle 16.99° , 19.72° , 23.22° and a big peak at 29.44° the last one refers the presence of cellulose nanoparticles.[2]

The diffractogram of the sample A4 showed mainly diffraction peaks at 2θ angle 16.83° , 19.26° , 23.32° and 24.13° and it refers to the cotton fibers. [27-29]

Furthermore, there is also a correlation between crystallinity and mechanical strength of polymers in that the increase of crystallinity may be related to the enhancement of tensile strength of the bio- composites.[30]

ACKNOWLEDGMENT

The Tecnológico Nacional de México (to the project: Obtención de biopolímeros y su funcionalización con Nanopartículas Metálicas) is thanked for the support provided, and to Dr. Felipe C. Dr. Cesia G. and Ing. Berenice C. of CICATA Altamira for the facilities provided for the characterization tests.

CONCLUSIONS

The present investigation was carried out with the objectives of studying the properties of bio-composites of glycerol plasticized cassava starch containing fibers of cassava, cotton and cellulose nanoparticles through FTIR, XRD, Biodegradability process, water absorption and water vapor permeability.

Biodegradable polymers can be developed from cassava starch. The cassava starch polymer with cassava fibers shows similar properties compared with the cassava starch control polymer due to the physicochemical structure is cassava. The samples with cotton fibers improved the properties of the polymer. Cellulose nanoparticles reinforced the polymers showing high WVP and crystallization. These nanoparticles within a thermoplastic cassava starch polymer plasticized with glycerol. The fibers show distinct surface tensions; cellulose nanoparticles are more polar compared to cotton fibers. The presence of residual sugars and the nature of the plasticizer influence the final performance of the material.

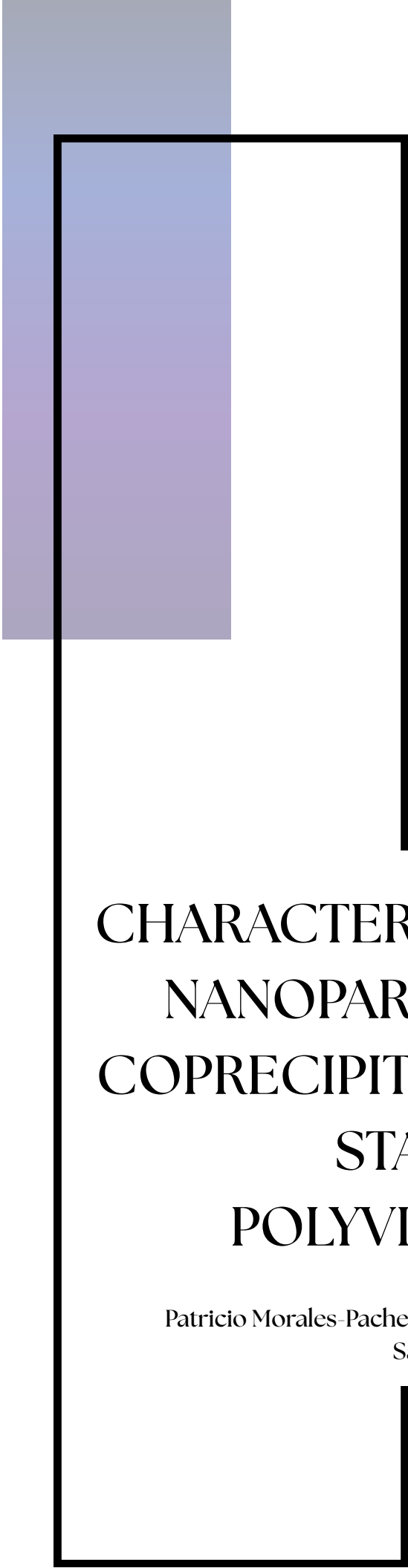
WVP of plasticizer and its concentration were found to be important factors in determining the affinity to moisture of cassava starch polymers. However, a non-volatile plasticizer is essential for processing useful starch-based materials; without it the mixture of starch cannot cohere after the evaporation of water.

Glycerol is plasticizers compatible with starch, improving film flexibility, facilitating its handling and preventing cracks. To overcome this problem, cellulose nanoparticles were used successfully, since permeability values decreased significantly. The results establish that films based on plasticized cassava starch reinforced with cellulose nanoparticles can be considered as an interesting biodegradable alternative packaging material. Nevertheless, further research is necessary to improve their mechanical and barrier properties since adequate tensile strength and extensibility are generally required for a packaging film to withstand external stress and maintain its integrity as well as barrier properties during applications in food packaging.

BIBLIOGRAPHY

- [1] Sriroth, K., & Sangseethong, K. (2006). *Biodegradable plastics from cassava starch*. *Acta Horticulturae*, 703, 145–151.
- [2] Teixeira, E. de M., Pasquini, D., Curvelo, A. A. S., Corradini, E., Belgacem, M. N., & Dufresne, A. (2009). *Cassava bagasse cellulose nanofibrils reinforced thermoplastic cassava starch*. *Carbohydrate Polymers*. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2009.04.034>
- [3] Ren, X. (2002). *Biodegradable plastics: A solution or a challenge?* *Journal of Cleaner Production*. [https://doi.org/10.1016/S0959-6526\(02\)00020-3](https://doi.org/10.1016/S0959-6526(02)00020-3)
- [4] Flores, S., Conte, A., Campos, C., Gerschenson, L., & Del Nobile, M. (2007). *Mass transport properties of tapioca-based active edible films*. *Journal of Food Engineering*. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2006.12.010>
- [5] Averous, L., & Boquillon, N. (2004). *Biocomposites based on plasticized starch: Thermal and mechanical behaviours*. *Carbohydrate Polymers*. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2003.11.015>
- [6] Nabeshima, E. H., & Grossmann, M. V. E. (2001). *Functional properties of pregelatinized and cross-linked cassava starch obtained by extrusion with sodium trimetaphosphate*. *Carbohydrate Polymers*. [https://doi.org/10.1016/S0144-8617\(00\)00273-3](https://doi.org/10.1016/S0144-8617(00)00273-3)
- [7] Dufresne, A., Dupeyre, D., & Vignon, M. R. (2000). *Cellulose Microfibrils from Potato Tuber Cells: Processing and Characterization of Starch-Cellulose Microfibril Composites*. *Journal of Applied Polymer Science*, 76(14), 2080–2092. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-4628\(20000628\)76:14<2080::AID-APP12>3.0.CO;2-U](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-4628(20000628)76:14<2080::AID-APP12>3.0.CO;2-U)
- [8] Anglès, M. N., & Dufresne, A. (2002). *Plasticized Starch/Tunicin Whiskers Nanocomposites. 1. Structural Analyses*. *Macromolecules*. <https://doi.org/10.1021/ma0008701>
- [9] Anglès, M. N., & Dufresne, A. (2001). *Plasticized starch/tunicin whiskers nanocomposite materials. 2: Mechanical behavior*. *Macromolecules*. <https://doi.org/10.1021/ma001555h>
- [10] Clifton, P., & Keogh, J. (2015). *Starch*. In *Encyclopedia of Food and Health*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-84947-2.00661-9>
- [11] Dufresne, A. (2016). *Comparing the Mechanical Properties of High Performances Polymer Nanocomposites from Biological Sources*. *Journal of Nanoscience and Nanotechnology*. <https://doi.org/10.1166/jnn.2006.906>
- [12] Kian, L. K., Saba, N., Jawaid, M., & Sultan, M. T. H. (2019). *A review on processing techniques of bast fibers nanocellulose and its polylactic acid (PLA) nanocomposites*. *International Journal of Biological Macromolecules*. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.09.040>
- [13] Mariano, M., & Dufresne, A. (2017). *Nanocellulose: Common Strategies for Processing of Nanocomposites*. <https://doi.org/10.1021/bk-2017-1251.ch011>
- [14] Dufresne, A., & Castaño, J. (2017). *Polysaccharide nanomaterial reinforced starch nanocomposites: A review*. *Starch/Staerke*. <https://doi.org/10.1002/star.201500307>
- [15] Mali, S., Sakanaka, L. S., Yamashita, F., & Grossmann, M. V. E. (2005). *Water sorption and mechanical properties of cassava starch films and their relation to plasticizing effect*. *Carbohydrate Polymers*. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2005.01.003>
- [16] Souza, A. C., Benze, R., Ferrão, E. S., Ditchfield, C., Coelho, A. C. V., & Tadini, C. C. (2012). *Cassava starch biodegradable films: Influence of glycerol and clay nanoparticles content on tensile and barrier properties and glass transition temperature*. *LWT - Food Science and Technology*. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2011.10.018>
- [17] de Souza, A. C., Ditchfield, C., & Tadini, C. (2010). *Biodegradable Films Based on Biopolymers for Food Industries*. <https://doi.org/10.1201/9781420086072-c17>
- [18] Siqueira, G., Bras, J., & Dufresne, A. (2010). *Cellulosic bionanocomposites: A review of preparation, properties and applications*. *Polymers*. <https://doi.org/10.3390/polym2040728>
- [19] Ma, X., Cheng, Y., Qin, X., Guo, T., Deng, J., & Liu, X. (2017). *Hydrophilic modification of cellulose nanocrystals improves the physicochemical properties of cassava starch-based nanocomposite films*. *LWT - Food Science and Technology*. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.08.012>
- [20] Bruna, A. S. M., João, H. de O. R., Lindaiá, S. C., Ingrid, L. L., Josiane, D. V. B., Joyce, B. A., & Janice, I. D. (2017). *Characterization of cassava starch films plasticized with glycerol and strengthened with nanocellulose from green coconutfibers*. *African Journal of Biotechnology*. <https://doi.org/10.5897/ajb2017.15943>
- [21] Ma, X., Chang, P. R., Yu, J., & Stumborg, M. (2009). *Properties of biodegradable citric acid-modified granular starch/thermoplastic pea starch composites*. *Carbohydrate Polymers*. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2008.05.020>

- [22] Shi, R., Liu, Q., Ding, T., Han, Y., Zhang, L., Chen, D., & Tian, W. (2007). Ageing of soft thermoplastic starch with high glycerol content. *Journal of Applied Polymer Science*. <https://doi.org/10.1002/app.25193>
- [23] Tongdeesoontorn, W., Mauer, L. J., Wongruong, S., Sriburi, P., & Rachtanapun, P. (2011). Effect of carboxymethyl cellulose concentration on physical properties of biodegradable cassava starch-based films. *Chemistry Central Journal*. <https://doi.org/10.1186/1752-153X-5-6>
- [24] Edhirej, A., Sapuan, S. M., Jawaid, M., & Zahari, N. I. (2017). Preparation and characterization of cassava bagasse reinforced thermoplastic cassava starch. *Fibers and Polymers*. <https://doi.org/10.1007/s12221-017-6251-7>
- [25] Edhirej, A., Sapuan, S. M., Jawaid, M., & Ismarrubie Zahari, N. (2018). Preparation and Characterization of Cassava Starch/Peel. Composite Film. *Polymer Composites*. <https://doi.org/10.1002/pc.24121>
- [26] Chen, Y., Huang, S., Tang, Z., Chen, X., & Zhang, Z. (2011). Structural changes of cassava starch granules hydrolyzed by a mixture of α -amylase and glucoamylase. *Carbohydrate Polymers*. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2011.01.047>
- [27] Siqueira, G., Bras, J., & Dufresne, A. (2010). Cellulosic bionanocomposites: A review of preparation, properties and applications. *Polymers*. <https://doi.org/10.3390/polym2040728>
- [28] Siró, I., & Plackett, D. (2010). Microfibrillated cellulose and new nanocomposite materials: A review. *Cellulose*. <https://doi.org/10.1007/s10570-010-9405>
- [29] Karande, V. S., Bharimalla, A. K., Hadge, G. B., Mhaske, S. T., & Vigneshwaran, N. (2011). Nanofibrillation of cotton fibers by disc refiner and its characterization. *Fibers and Polymers*. <https://doi.org/10.1007/s12221-011-0399-3>
- [30] Lomeli Ramírez, M. G., Satyanarayana, K.G., Iwakiri, S., De Muniz, G. B., Tanobe, V., & Flores-Sahagun, T. S. (2011). Study of the properties of biocomposites. Part I. Cassava starch-green coir fibers from Brazil. *Carbohydrate Polymers*. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2011.07.002>



CHARACTERIZATION OF MAGNETITE NANOPARTICLES OBTAINED BY COPRECIPITATION TECHNIQUE AND STABILIZED WITH POLYVINYLPYRROLIDONE

Patricio Morales-Pacheco¹, José María Moncayo H.¹, Miguel García R.², Jaime
Santoyo S.², y Agustín Conde G.²

Characterization of Magnetite Nanoparticles obtained by Coprecipitation technique and stabilized with Polyvinylpyrrolidone

Patricio Morales-Pacheco¹, José María Moncayo H.¹, Miguel García R.², Jaime Santoyo S.², y Agustín Conde G.²

¹Departamento de Posgrado, Departamento de Ingeniería en Nanotecnología, Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico Superior de Poza Rica, C. Luis Donaldo Colosio s/n Col. Arroyo del Maíz, C.P. 93230, Poza Rica, Ver, México.

²Departamento de Física, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Av. Instituto Politécnico Nacional 2508, Col. San Pedro Zacatenco, Delegación Gustavo A. Madero, Cd. México.

patricio.morales@itspozarica.edu.mx

Telefono (782) 821 6901

Nanotecnología

Patricio Morales-Pacheco, Doctorado, Ing. En Nanotecnología, Instituto Tecnológico Superior de Poza Rica.

José María Moncayo H., Licenciatura, Ing. En Nanotecnología, Instituto Tecnológico Superior de Poza Rica.

Miguel García R., Doctorado, Depto. de Física, CINVESTAV del Instituto Politécnico Nacional

Jaime Santoyo S., Doctorado, Depto. de Física, CINVESTAV del Instituto Politécnico Nacional

Agustín Conde G., Doctorado, Depto. de Física, CINVESTAV del Instituto Politécnico Nacional

RESUMEN: Nanopartículas de magnetita fueron sintetizadas mediante la técnica de coprecipitación química a partir de soluciones acuosas de sales de hierro y fueron estabilizadas con polivinilpirrolidona. La microscopía electrónica de transmisión muestra que el tamaño promedio de las nanopartículas es de alrededor de 6-20 nm. La difracción de rayos X en polvo indica una estructura FCC para las nanopartículas obtenidas. La espectroscopía UV/Vis indica una absorción a 350 nm. Las nanopartículas magnéticas obtenidas muestran un comportamiento superparamagnético a temperatura ambiente.

PALABRAS CLAVE: Nanopartículas, Magnetita, caracterización, polivinilpirrolidona, estabilizada.

ABSTRACT: Nanoparticles of Magnetite were synthesized by chemical coprecipitation technique from aqueous iron salt solutions and stabilized with polyvinylpyrrolidone. Transmission electron microscopy shows the average size of the nanoparticles around 6-20 nm. Powder X-ray diffraction shows FCC structure for the nanoparticles obtained. UV/Vis

spectroscopy indicates absorption at 350 nm. The magnetic nanoparticles obtained exhibit superparamagnetic behavior at room temperature.

KEYWORDS: Nanoparticles, Magnetite, Characterization, Polyvinylpyrrolidone. stabilized,

INTRODUCCIÓN

Magnetite nanoparticles (MNPs) have been of great interest due to their chemical and physical properties, for their potential application in many different areas such as protein immobilization, environmental remediation and drug delivery [1-13]. The magnetite nanoparticles are chemically highly active, for this reason it is important to stabilize these nanoparticles, for the stabilization of the nanoparticles; organic surfactants were used for stabilizing the MNPs. The surfactants affect the interfacial tension in the medium of the synthesis; this is occasioned by the Brownian movement and Van der Waals forces [4-6]. During the synthesis process, Polyvinylpyrrolidone (PVP) is added for the stabilization of the MNPs, in order to analyze the nanoparticles was carried out UV/Vis spectroscopy for confirm the stabilization of the MNPs with the

PVP. The vibrating sample magnetization (VSM) curve of the MNPs shows a superparamagnetic behavior at room temperature. The morphology of the MNPs obtained was studied by transmission electron microscopy (TEM).

MATERIALS AND MÉTHODS

Ferric chloride ($\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, 97 wt.%, Sigma-Aldrich), polyvinylpyrrolidone (PVP, Average molecular weight 40,000, Sigma-Aldrich). Ferrous chloride ($\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, 97 wt.%, Meyer), Sodium Citrate (99.0 wt.%, Meyer), Sodium hydroxide (98.6 wt.%, Fermont) and deionized water ($\text{DI H}_2\text{O}$), all these reagents were used for the synthesis of the magnetic nanoparticles of magnetite. The synthesis of the nanoparticles was carried out by coprecipitation technique of iron salts in an alkaline solution through the pipette method and using PVP as stabilizer. The iron salts were mixed in deionized water (2:1 molar proportion), this solution was added drop-by-drop to an alkali solution of sodium citrate and PVP, the solution was stirred for 30 minutes at room temperature. The black precipitate obtained was washed with a deionized several times and collected with the help of a magnet, the black precipitate was decanted after centrifugation at 3500 rpm. The black powder obtained was dried in an oven for 12 hrs at 60 °C. The morphology and size of the MNPs obtained were measured by JEM-2010 transmission electron microscopy (TEM) instrument; the crystal structure was determined by X-ray diffraction (XRD) (Rigaku-Smartlab diffractometer). The magnetization curve of the obtained magnetic nanoparticles was analyzed by vibrating sample magnetization (VSM). The absorption of the magnetic nanoparticles and stabilized with the PVP was measured by Uv/Vis spectrometer (UNICO S1200, 320-1000nm).

RESULTS

The TEM images of the obtained MNPs are shown in Figures 1a and 1b, the nanoparticles have a size between 4-20 nm with regular and uniform shape. Figure 1(b) reveals the coated of PVP with the nanoparticles. Figure 2 shows the XRD pattern of the magnetic nanoparticles, in the range of 2θ (20-90°), six characteristic peaks for the Fe_3O_4 ($2\theta = 30^\circ, 35^\circ, 41^\circ, 50.5^\circ, 57^\circ, 61^\circ$) were observed for the sample. The XRD pattern matches well that of Fe_3O_4 [JCPDS file No. 19-0629].

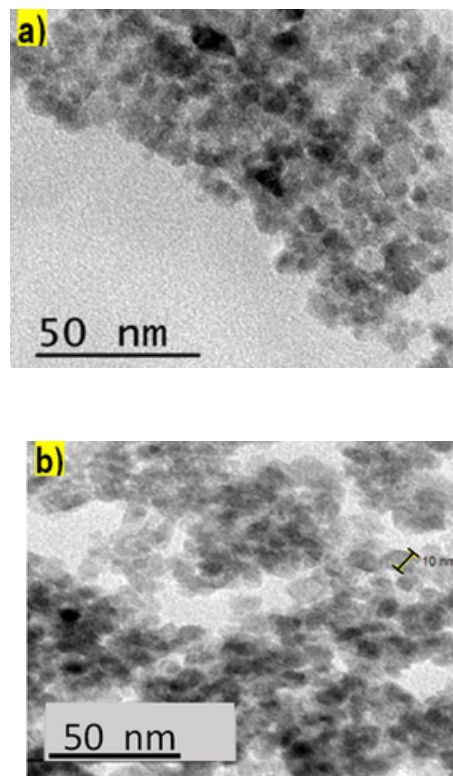


Figure 1 (a) TEM image of the MNPs stabilized with Polyvinylpyrrolidone, and (b) TEM image shows MNPs with size around 4-20 nm.

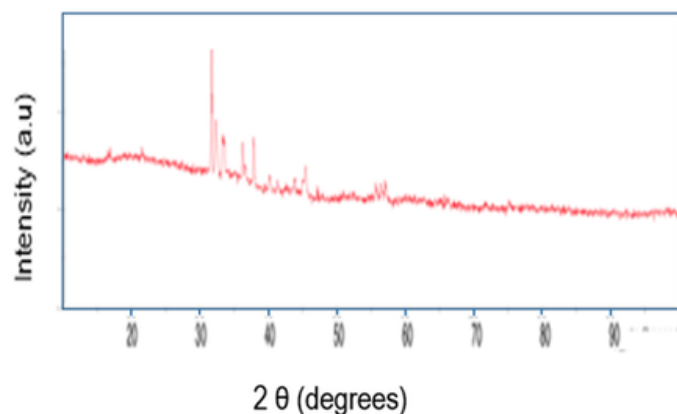


Figure 2. XRD pattern of the MNPs.

The characterization of magnetic properties of MNPs was carried out in a vibrating sample magnetometer, the recorded hysteresis loop of the obtained magnetic nanoparticles is shown in Figure 3. Due to existence of the nanosized magnetic nanoparticles of magnetite (Fe_3O_4), the curve of magnetization exhibited superparamagnetic behavior and no remanence remained when the applied field was removed.

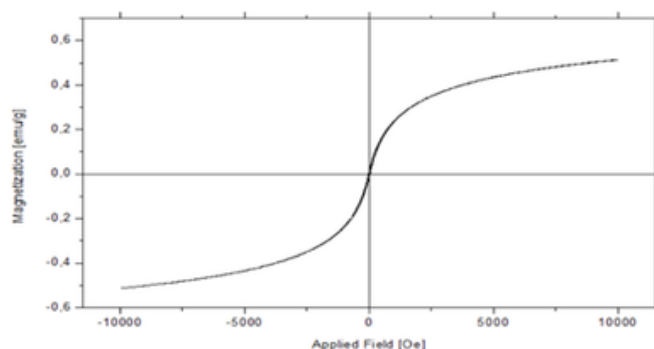


Figure 3. Hysteresis loop of the MNPs.

The absorption of the obtained MNPs was obtained by UV/Vis spectroscopy, in Figure 4 is showed the absorption curve of the sample. The curve shows 2 bands of absorption in 350 and 380 nm, this indicates the stabilization of the MNPs with the Polyvinylpyrrolidone.

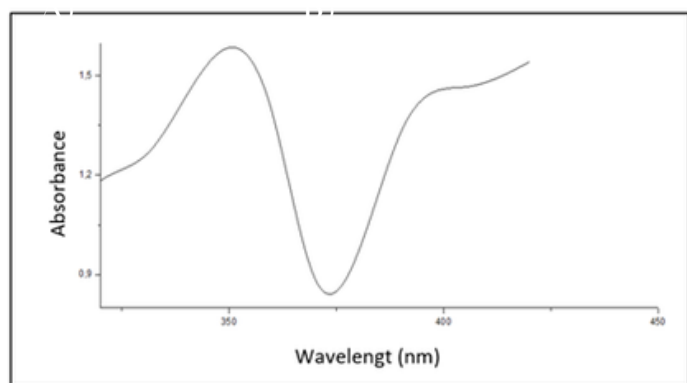


Figure 4. UV/Vis absorption spectra of the MNPs.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors thank to the The Tecnológico Nacional de Mexico (to the project: Obtención de biopolímeros y su funcionalización con Nanopartículas Metálicas) for the support provided,

to the Poza Rica campus for the facilities for the synthesis of the NPMs and also to thank the Laboratorio Avanzado de Nanoscopia Electronica (LANE /CINVESTAV) for the facilities in the characterization of the MNPs.

CONCLUSIONS

Magnetite nanoparticles were obtained by coprecipitation technique and were stabilized with Polyvinylpyrrolidone. The medium size of the MNPs was 4-20 nm. Hysteresis loop of the MNPs obtained, shows superparamagnetic behavior and no remanence remains magnetization. UV/Vis spectra of the MNPs shows two bands of absorption expected for the stabilization with PVP, this indicates the formation of a new chromophore of the polymer.

BIBLIOGRAFÍA

REFERENCES

1. Chomoucka. J, Drbohlavova. J, Huska. D, Adam. V, Kizek. R, Hubalek. J. "Magnetic nanoparticles and targeted drug delivering". *Pharmacological Research* 2010; 62; 144-149.
2. An-Hui. Lu, Salabas. E.L, Schüth. F. "Magnetic Nanoparticles: Synthesis, Protection, Functionalization, and Application". *Angew. Chem. Int. Ed* 2007; 46: 1222-1244.
3. Tapan. K. J, Morales. A. M, Sahoo. K. S, Leslie-Pelechy. D. L, Labhasetwar. V. "Iron Oxide Nanoparticles for Sustained Delivery of Anticancer Agents". *Molecular Pharmaceutics*; 2005; 2(3): 194-205.
4. Akbarzadeh. A, Samiei. M, Davaran. S. "Magnetic nanoparticles: preparation, physical properties, and applications in biomedicine". *Nanoscale Research Letters*; 2012; 7 (144).
5. M. A. Willard, L. K. Kurihara, E. E. Carpenter, S. Calvin, V. G. Harris. "Chemically prepared magnetic nanoparticles". *International Materials Reviews* 2004; 49 (3-4): 125-170.
6. Z. A. Lin, J-Nan Zheng, et al. "Synthesis of magnetic nanoparticles with immobilized aminophenylboronic acid for selective capture of glycoproteins". *J. Mater. Chem*; 2011, 21, 518-524.

07; 46: 1222-1244.

3. Tapan. K. J, Morales. A. M, Sahoo. K. S, Leslie-Pelechy. D. L, Labhasetwar. V. "Iron Oxide Nanoparticles for Sustained Delivery of Anticancer Agents". *Molecular Pharmaceutics*; 2005: 2(3): 194-205.

4. Akbarzadeh. A, Samiei. M, Davaran. S. "Magnetic nanoparticles: preparation, physical properties, and applications in biomedicine". *Nanoescale Research Letters*; 2012: 7 (144).

5. M. A. Willard, L. K. Kurihara, E. E. Carpenter, S. Calvin, V. G. Harris. "Chemically prepared magnetic nanoparticles". *International Materials Reviews* 2004; 49 (3-4): 125-170.

6. Z. A. Lin, J-Nan Zheng, et al. "Synthesis of magnetic nanoparticles with immobilized aminophenylboronic acid for selective capture of glycoproteins". *J. Mater. Chem*; 2011, 21, 518-524.



DE CHILES HABANEROS A NANOCIENCIAS: MEZCLA DE EXTRACTO DE CAPSICUM CHINENSE Y NANOPARTÍCULAS DE PLATA

Juan Carlos Flores García¹, Cruz Santiago Fátima Anahí², Damaso Rodríguez
Jennifer Kareli³ David Cruz Alejandro⁴, Esteban Alberto González García⁵.

“De chiles habaneros a Nanociencias: Mezcla de Extracto de Capsicum Chinense y Nanopartículas de Plata”

“From Chili Peppers to Nanoscience: Mixing Capsicum chinense Extract with Silver Nanoparticles”

Juan Carlos Flores García¹, Cruz Santiago Fátima Anahí², Damaso Rodríguez Jennifer Kareli³
David Cruz Alejandro⁴, Esteban Alberto González García⁵.

esteban.gonzalez@itspozarica.edu.mx

522299589633

Nanotecnología

Autor 1, Doctorado, Ingeniería en Nanotecnología/ Posgrado e Investigación, Instituto Tecnológico Superior de Poza Rica, Tecnológico Nacional de México; Autor 2, Estudiante de licenciatura, Ingeniería en Nanotecnología, Instituto Tecnológico Superior de Poza Rica, Tecnológico Nacional de México; Autor 3, Estudiante de licenciatura, Ingeniería en Nanotecnología, Instituto Tecnológico Superior de Poza Rica, Tecnológico Nacional de México; Autor 4, Maestría, Ingeniería en Nanotecnología, Instituto Tecnológico Superior de Poza Rica, Tecnológico Nacional de México; Autor 5, Doctorado, Ingeniería en Nanotecnología/ Posgrado e Investigación, Instituto Tecnológico Superior de Poza Rica, Tecnológico Nacional de México.

RESUMEN: La capsaicina es un metabolito secundario presente en especies del género *Capsicum*, responsable del carácter pungente de los frutos. En este estudio se seleccionó *Capsicum chinense* (chile habanero) debido a su alta concentración de capsaicinoides y su amplia disponibilidad. El material vegetal fue deshidratado durante dos semanas y posteriormente sometido a extracción mediante el método Soxhlet utilizando etanol como solvente de extracción. El proceso tuvo una duración aproximada de seis horas: cuatro horas de extracción sólido-líquido y dos horas adicionales para la separación del solvente por destilación, obteniéndose 13 mL de extracto concentrado de capsaicina.

Paralelamente, se sintetizaron nanopartículas de plata (AgNPs) por reducción química en medio orgánico, empleando polivinilpirrolidona (PVP) como agente estabilizante. El objetivo central del proyecto fue la obtención de una solución funcional de capsaicina con AgNPs, por lo que la capsaicina purificada se incorporó a la suspensión coloidal de AgNPs bajo agitación controlada durante 30 minutos, favoreciendo la formación de un sistema híbrido homogéneo.

La caracterización óptica de la solución capsaicina-AgNPs se realizó mediante espectroscopía UV-Vis utilizando un espectrómetro AVANTES AVALIGHT-DHS, equipado con lámpara de deuterio (175–400 nm) para la región ultravioleta y lámpara para el rango visible (360–2500 nm), junto con sonda de inmersión y sistema de adquisición de datos.

PALABRAS CLAVE: Mezcla, *Capsicum*, *Chinense*, Nanopartículas, Plata.

ABSTRACT: Capsaicin is a secondary metabolite present in species of the genus *Capsicum*, responsible for the pungent characteristic of the fruits. In this study, *Capsicum chinense* (habanero pepper) was selected due to its high capsaicinoid content and wide availability. The plant material was dehydrated for two weeks and subsequently subjected to Soxhlet extraction using ethanol as extraction solvent. The overall process lasted approximately six hours: four hours of solid-liquid extraction and two additional hours for solvent removal by distillation, yielding 13 mL of concentrated capsaicin extract.

In parallel, silver nanoparticles (AgNPs) were synthesized through chemical reduction in an organic medium, using polyvinylpyrrolidone (PVP) as a stabilizing agent. The main objective of this project was the development of a functional capsaicin–AgNPs solution. For this purpose, purified capsaicin was incorporated into the AgNPs colloidal suspension under controlled stirring for 30 minutes, promoting the formation of a homogeneous hybrid system.

Optical characterization of the capsaicin–AgNPs solution was performed by UV–Vis spectroscopy using an AVANTES AVALIGHT-DHS spectrometer, equipped with a deuterium lamp (175–400 nm) for the ultraviolet region and a second lamp covering the visible range (360–2500 nm), together with a dip probe and data acquisition system.

KEYWORDS: *Mixing, Capsicum, Chinense, Nanoparticles, Silver.*

INTRODUCCIÓN

La adición de capsaicina del chile habanero a nanopartículas de plata representa una aplicación convergencia entre la biotecnología y la nanotecnología, con implicaciones potenciales en diversas áreas, que van desde la medicina hasta la industria alimentaria [1], [2]. Esta combinación de elementos naturales y sintéticos abre un abanico de posibilidades para la investigación y la aplicación práctica [3]. En la actualidad, la investigación en nanotecnología se centra en el desarrollo de materiales a nano escala con propiedades únicas y aplicaciones diversas [4]. Las nanopartículas de plata son uno de los materiales más estudiados debido a sus propiedades antimicrobianas, conductividad y ópticas [1], [4]. Por otro lado, la capsaicina, un compuesto presente en los chiles habaneros y otros tipos de pimientos picantes, ha sido objeto de numerosos estudios debido a sus propiedades antioxidantes, antiinflamatorias y analgésicas, entre otras [3].

La combinación de estos dos elementos, la capsaicina y las nanopartículas de plata, abre la puerta a nuevas posibilidades en términos de aplicaciones prácticas y beneficios potenciales para la salud humana y el medio ambiente [5]. En esta introducción, exploraremos los fundamentos científicos detrás de esta convergencia, así como sus posibles aplicaciones en campos tan diversos como la medicina, la industria alimentaria y la tecnología ambiental [5].

Para comprender mejor esta convergencia, es importante examinar primero las propiedades individuales de la capsaicina y las AgNPs, así como los métodos utilizados para combinarlos [1].

Las AgNPs son estructuras cristalinas de plata con dimensiones en la escala nanométrica, típicamente entre 1 y 100 nanómetros. Estas diminutas partículas exhiben propiedades únicas debido a su tamaño reducido, que les confiere una alta área superficial y una mayor reactividad química en comparación con el material a granel [6].

La combinación de la capsaicina y las AgNPs pudiera lograrse mediante varios métodos, incluyendo la síntesis química, la deposición física de vapor y la funcionalización de superficies [5]. Cada uno de estos métodos tiene sus propias ventajas y desventajas en términos de eficiencia, escalabilidad y control sobre las propiedades del material resultante [6].

Una vez combinados, la capsaicina y las AgNPs pueden exhibir propiedades sinérgicas que las hacen especialmente interesantes para una variedad de aplicaciones[4]. Por ejemplo, se ha demostrado que la capsaicina potencia la actividad antimicrobiana de las AgNPs, lo que las hace aún más efectivas en la lucha contra bacterias y otros microorganismos patógenos. Además, la capsaicina puede ayudar a estabilizar las AgNPs y prevenir su aglomeración, lo que mejora su dispersión y facilita su uso en aplicaciones prácticas.

Una de las áreas de aplicación más prometedoras para la adición de capsaicina a AgNPs es la medicina. Las propiedades antimicrobianas de las AgNPs las hacen ideales para su uso en el tratamiento de infecciones, tanto en aplicaciones tópicas como sistémicas [3]. La adición de capsaicina puede aumentar aún más la eficacia de estos tratamientos al tiempo que reduce la posibilidad de resistencia antimicrobiana, un problema cada vez más acuciante en la medicina moderna.

Además de su actividad antimicrobiana, la combinación de capsaicina y AgNPs también pudiera tener aplicaciones en el campo de la oncología [7]. Se ha demostrado que tanto la capsaicina como AgNPs tienen efectos antitumorales en diversos tipos de cáncer, y su combinación podría potenciar aún más estos efectos [8]. Además, las propiedades ópticas de las nanopartículas de plata las hacen útiles para la detección temprana de cáncer mediante técnicas de imagenología, como la resonancia magnética y la tomografía por emisión de positrones.

Otro campo en el que la adición de capsaicina a AgNPs podría tener un impacto significativo es en la industria alimentaria. Las propiedades antimicrobianas de las AgNPs las hacen ideales para su uso como conservantes naturales en una variedad de productos alimenticios, desde carne hasta productos lácteos o salsas [8]. La adición de capsaicina podría mejorar aún más la seguridad alimentaria, al tiempo que proporciona un sabor picante característico, sin necesidad de usar aditivos químicos[6].

Además de sus aplicaciones en medicina y alimentación, la adición de capsaicina a AgNPs también podría tener aplicaciones en tecnologías ambientales. Por ejemplo, se ha demostrado que las AgNPs son efectivas en la eliminación de contaminantes orgánicos e inorgánicos en aguas residuales, y la adición de capsaicina podría mejorar aún más su eficacia al tiempo que reduce su toxicidad para organismos acuático[7].

A medida que continúe la investigación en este campo, es probable que surjan nuevas aplicaciones y se descubran nuevos beneficios de esta combinación única de elementos naturales y sintéticos.

MATERIAL Y MÉTODOS

La capsaicina fue extraída de veintitrés chiles habaneros mediante el método Soxhlet. Inicialmente, los chiles se cortaron en cuatro partes y se deshidrataron bajo irradiación solar durante dos semanas como se muestra en la Figura 1

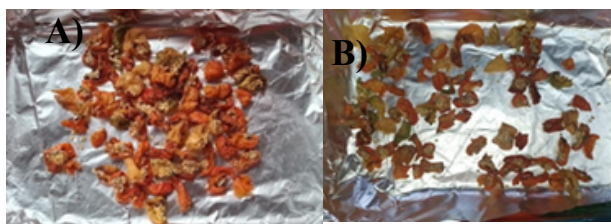


Figura 1. A) Primer semana de secado. B) Segunda semana de secado.

Posteriormente, se pesaron 14.0022 g de material deshidratado en una balanza analítica y se trituraron en mortero hasta obtener una molienda fina con el fin de incrementar el área de contacto sólido-solvente. Se midieron 250 mL de etanol en una probeta y se procedió al montaje del equipo de extracción Soxhlet, adicionando el solvente en un matraz de fondo redondo. El chile molido se colocó sobre algodón dentro del dispositivo de extracción. El proceso inició con una temperatura de 220 °C en la parrilla de agitación magnética y 30 °C registrados en el termómetro.

Después de dos horas se completó el primer ciclo de sifonado, registrándose 79 °C en el termómetro y 310 °C en la parrilla de agitación magnética, esta diferencia en las temperaturas de la parrilla y del disolvente se da porque hay calor que se pierde hacia los alrededores del sistema. La extracción continuó hasta después de 3.5 h, cuando se alcanzó el duodécimo ciclo y se dio por concluida la primera etapa del procedimiento. La figura 2 muestra equipo de extracción



Figura 2. A) Solución de etanol-capsaicina en el primer ciclo de extracción. B) Octavo ciclo. C) Doceavo ciclo.

destilación de la solución etanol-capsaicina se realizó mediante el montaje de un equipo de destilación simple. La solución se vertió en un balón de fondo redondo y el proceso se inició estableciendo una temperatura de 310 °C en la parrilla calefactora. Al alcanzar 79 °C en el sistema, se observó un incremento en la velocidad de goteo del destilado, indicando la evaporación sostenida del etanol. La síntesis de AgNPs se llevó a cabo por el método de síntesis química en medio orgánico. Se colocaron 27.5 mL de 2-metoxietanol anhidro 99.8% de pureza de marca sigma Aldrich en un vaso de precipitados de 100 mL y se adicionaron 0.7177 g de PVP con un peso molecular promedio de 40 000 g/mol de sigma aldrich, previamente pesados en balanza analítica. Asimismo, se pesaron 0.0654 g de nitrato de plata (AgNO_3). El sistema se colocó sobre una parrilla con agitación magnética (1.5 rpm) adicionando el PVP al solvente. Cuando la solución alcanzó 111 °C a las, se añadió el AgNO_3 , observándose un cambio inmediato de coloración a amarillo; la mezcla se mantuvo en agitación durante 30 minutos. Se registró un nuevo cambio de color, de amarillo a café a 101 °C. La solución conservó la coloración café a 100 °C, se dio por finalizada la agitación con una temperatura de 85 °C la temperatura de síntesis del material debe estar de 100 a 110 °C. Finalmente, se adicionó capsaicina a la solución de AgNPs mezclando 8.4 mL de la suspensión coloidal con 1.3 mL de capsaicina.

La mezcla se mantuvo en agitación durante aproximadamente 30 minutos a una temperatura de 40 °C, y posteriormente se dejó enfriar a temperatura ambiente este procedimiento ha sido utilizado con anterioridad [9].

La mezcla se caracterizó en un espectrofotómetro UV-Vis AVANTES AVALIGHT-DHS, la fuente de luz opera con dos tipos de lámparas: una lámpara de deuterio, que cubre un rango de longitud de onda de 175–400 nm para luz ultravioleta, y otra lámpara para luz visible, que abarca de 360 a 2500 nm. Se hicieron estudios de TEM a las nanopartículas y se llevaron a cabo utilizando un microscopio electrónico de transmisión JEOL TEM JEM 2200FS-CS. Se obtuvieron imágenes de campo claro y de contraste Z en modo STEM. Las imágenes fueron adquiridas utilizando el software Digital Micrograph de Gatan.

RESULTADOS

El resultado conseguido fue el que se esperaba, ya que se logró obtener una pequeña cantidad de capsaicina con los 18 chiles utilizados que fue de 13 mL. Con la capsaicina extraída y posteriormente añadida a las AgNPs, se puede continuar con su evaluación en el espectrómetro. Imagen de estas combinaciones se encuentran en la Figura 3

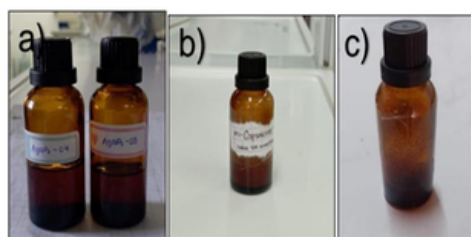


Figura 3. a) AgNPs dispersas en etanol, b) extracto de capsaicina y c) solución de Capsaicina-AgNPs.

Con respecto a la caracterización por medio de espectroscopía UV-Vis se tiene en la Figura 4 los resultados de esta. Donde se muestra el comportamiento de la absorbancia en unidades arbitrarias (U.A.) en intensidad contra la longitud de onda (λ) en nm. Contiene tres curvas esta gráfica una que corresponde a la solución de AgNPs hechas por síntesis química, una segunda correspondiente a una solución de AgNPs obtenidas por síntesis verde y una mezcla de las AgNPs obtenidas por síntesis química y solución de capsaicina.

Los resultados muestran un máximo claro alrededor de los 400 nanómetros en la solución de AgNPs obtenidas por síntesis química, longitud característica asociada a los plasmones de plata por lo tanto indica su presencia. En la solución de AgNPs obtenidas por síntesis verde se tiene un máximo más suave y pronunciado a la derecha que aquel obtenido por medios químicos, pero también se posee la presencia del nanomaterial.

En la combinación de la solución de nanopartículas con la solución de extracto de capsaicina sólo se encontró una pendiente descendente que coincide con el intervalo de longitudes de onda del plasmón de las AgNPs asociado a la presencia de nanopartículas de plata.

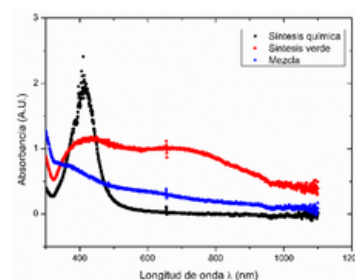


Figura 4. Espectros de absorción de soluciones de nanopartículas por medio de síntesis química, síntesis verde y la mezcla de las nanopartículas.

Los resultados del estudio por TEM se muestran en la figura 5. se puede corroborar que las nanopartículas son metálicas por contraste de la intensidad. Entre más brillosas, mayor peso atómico. Además todas tienen tamaño menor a 100 nanómetros.

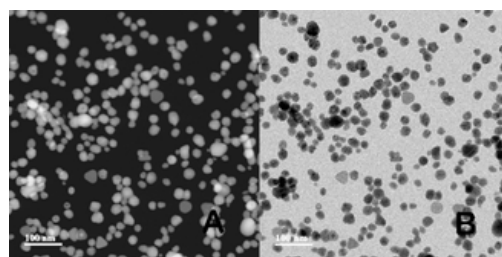


Figura 5. imágenes de campo claro y de contraste Z en modo STEM.

AGRADECIMIENTOS

Al Instituto Tecnológico Superior de Poza Rica por el uso de sus instalaciones en el desarrollo del presente trabajo.

CONCLUSIONES

En conclusión, se logró extraer exitosamente 13 mL de capsaicina a partir de Capsicum chinense con el método de extracción propuesto, volumen suficiente para su incorporación a soluciones de nanopartículas de plata. La caracterización realizada mediante espectroscopía UV-Vis confirmó la presencia de AgNPs en las muestras sintetizadas, evidenciada por el máximo de absorción característico alrededor de 400 nm asociado a la resonancia de plasmón superficial localizada. Mientras que la caracterización hecha por medio de Microscopía electrónica de barrido corroboró tamaño y forma de las nanopartículas.

La mezcla capsaicina–AgNPs mostró una modificación en el comportamiento espectral en la espectroscopía UV-Vis respecto a las nanopartículas puras, lo que sugiere una posible interacción entre la capsaicina y la superficie de las AgNPs, afectando su respuesta óptica. Estos resultados indican que la incorporación del extracto es viable y abre la posibilidad de evaluar su estabilidad, propiedades fisicoquímicas y su potencial actividad antimicrobiana.

Asimismo, el perfeccionamiento del método de maceración podría incrementar el rendimiento de extracción, optimizando la obtención de capsaicina para futuras aplicaciones, particularmente en sistemas con uso potencial en la industria alimentaria como agente antimicrobiano natural.

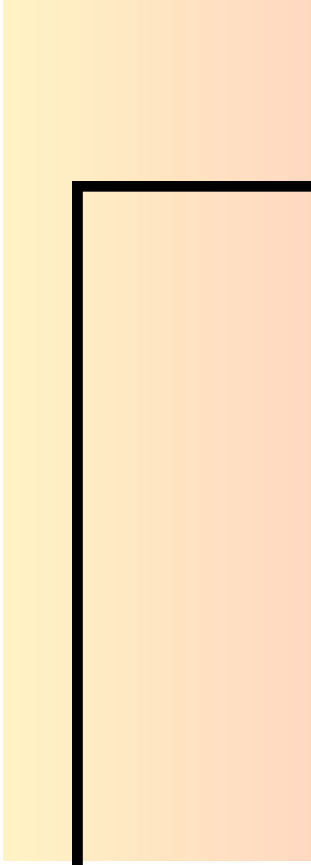
BIBLIOGRAFÍA

- [1] E. Antony y R. Singandhupe, «Impact of drip and surface irrigation on growth, yield and WUE of capsicum (*Capsicum annum* L.)», *Agricultural water management*, vol. 65, n.º 2, pp. 121-132, 2004.
- [2] K. NV y R. Palpandi Raja, «A review of extraction and quantification of capsaicin and its bio insecticidal activity in food grains.», *Preparative Biochemistry & Biotechnology*, vol. 54, n.º 3, 2024.
- [3] L. Borges-Gómez, L. Cervantes Cárdenas, J. Ruiz Novelo, M. Soria Fregoso, V. Reyes Oregel, y E. Villanueva Couoh, «Capsaicinoides en chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) bajo diferentes condiciones de humedad y nutrición», *Terra latinoamericana*, vol. 28, n.º 1, pp. 35-41, 2010.
- [4] A. Bhaskar, J. Nadstawek, E. Viel, M. Buonocore, J. M. López Millán, y H. Jaeger, «Capsaicina al 8% para controlar el dolor neuropático periférico: una estrategia basada en casos clínicos», *Revista de la Sociedad Española del Dolor*, vol. 20, n.º 1, pp. 25-33, 2013.
- [5] M. Assali, «Nanotubos de carbono biocompatibles, síntesis y aplicaciones en biomedicina», 2012.
- [6] S. Castañeda y I. González-Álvaro, «Novedades en el panorama terapéutico de la artritis reumatoide», *Reumatol Clin*, vol. 13, n.º 2, pp. 63-5, 2017.

[7] M. J. Caterina, M. A. Schumacher, M. Tominaga, T. A. Rosen, J. D. Levine, y D. Julius, «The capsaicin receptor: a heat-activated ion channel in the pain pathway», *Nature*, vol. 389, n.º 6653, pp. 816-824, 1997.

[8] R. Castro-Muñoz, E. Gontarek-Castro, y S. M. Jafari, «Up-to-date strategies and future trends towards the extraction and purification of Capsaicin: A comprehensive review», *Trends in Food Science & Technology*, vol. 123, pp. 161-171, 2022.

[9] E. A. González-García et al., «Effect of the silver nanoparticles concentration on the antimicrobial properties of bioplastics», *MRS Advances*, vol. 10, n.º 6, pp. 729-734, 2025.



SÍNTESIS DE NANOTUBOS DE TiO_2 POR LA TÉCNICA DE ANODIZADO Y CARACTERIZACIÓN POR ESPECTROSCOPÍA RAMAN, FOTOLUMINISCENCIA Y SEM

Patricia M. Ortega-Flores¹, Luis Zamora-Peredo², José Alfredo Beristain Bautista¹,
Esteban Alberto González García¹, Juan Carlos Flores-García¹

Síntesis de nanotubos de TiO_2 por la técnica de anodizado y caracterización por espectroscopía Raman, fotoluminiscencia y SEM

Patricia M. Ortega-Flores¹, Luis Zamora-Peredo², José Alfredo Beristain Bautista¹,
Esteban Alberto González García¹, Juan Carlos Flores-García¹

¹Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico Superior de Poza Rica, TecNM. Calle Luis Donaldo Colosio Murrieta S/N, Col. Arroyo del Maíz, Poza Rica Veracruz. México. 93230.

² Centro de investigación en Micro y Nanotecnología, MICRONA, Universidad Veracruzana. Calzada Ruiz Cortínez No. 455. Col. Costa Verde, Boca del Río, Ver. 94294

juan.flores@itspozarica.edu.mx
(222) 172 7183

Nanotecnología

Patricia Monserrat Ortega Flores, Ingeniero en Nanotecnología, Ingeniería en Nanotecnología, Instituto Tecnológico Superior de Poza Rica, Tecnológico Nacional de México.

Luis Zamora Peredo, Doctorado en Ciencias Aplicadas, Centro de investigación en Micro y Nanotecnología, MICRONA, Universidad Veracruzana.

José Alfredo Beristain Bautista, Doctorado en Ciencias, Posgrado e Investigación, Instituto Tecnológico Superior de Poza Rica, Tecnológico Nacional de México.

Esteban Alberto González García, Doctorado en Ingeniería, Ingeniería en Nanotecnología/Posgrado e Investigación, Instituto Tecnológico Superior de Poza Rica, Tecnológico Nacional de México.

Juan Carlos Flores-García, Doctorado en Física Computacional y Aplicada, Ingeniería en Nanotecnología /Posgrado e Investigación, Instituto Tecnológico Superior de Poza Rica, Tecnológico Nacional de México.

RESUMEN: En el presente trabajo se describe la síntesis de tres muestras de láminas de titanio, las cuales fueron sometidas a un proceso de anodizado para la fabricación de nanotubos de TiO_2 sobre la superficie de las láminas de titanio, generadas a partir de la formación de óxidos en capas sobre la superficie. Se presentan los resultados obtenidos mediante las técnicas de caracterización empleadas para el análisis de las muestras. La técnica de espectroscopía Raman permitió identificar tres modos vibracionales ubicados en posiciones de la fase rutilo, lo cual resulta de particular interés para la determinación de la fase cristalina del dióxido de titanio. Los resultados de fotoluminiscencia evidenciaron un band gap característico de 3.0 eV, así como niveles asociados a defectos alrededor de 1.5 eV. El análisis por microscopía electrónica de barrido (SEM) permitió la morfología superficial, la cual posee nanotubos de TiO_2 con diámetros $f\sim 55.7$ nm y largos promedio de: $l\sim 393$ nm.

PALABRAS CLAVE: Nanotubos de TiO_2 , anodización, fotoluminiscencia, SEM.

ABSTRACT: This paper describes the synthesis of three titanium foil samples, which were subjected to an anodizing process for the manufacture of TiO_2 nanotubes on the surface of the titanium foils. These nanotubes were generated from the formation of oxide layers on the surface. The results obtained using the characterization techniques employed for the analysis of the samples are presented. The Raman spectroscopy technique enabled the identification of three vibrational modes located in positions of the rutile phase, which is of particular interest for determining the crystalline phase of titanium dioxide. The photoluminescence results demonstrated a characteristic band gap of 3.0 eV, along with levels indicative of defects at around 1.5 eV. Scanning electron microscopy (SEM) analysis revealed the surface morphology, which has TiO_2 nanotubes with diameters $f\sim 55.7$ nm and average lengths of $l\sim 393$ nm.

characteristic band gap of 3.0 eV, along with levels indicative of defects at around 1.5 eV. Scanning electron microscopy (SEM) analysis revealed the surface morphology, which has TiO₂ nanotubes with diameters $f \sim 55.7$ nm and average lengths of $l \sim 393$ nm.

KEYWORDS: TiO₂ nanotubes, anodization, photoluminescence, SEM.

INTRODUCCIÓN

Un semiconductor es un material cuyo comportamiento está entre los materiales conductores y los materiales aislantes [1], es decir que en ciertas condiciones se comporta como aislante o como un material conductor; estos semiconductores tienen bandas de energía permitida, en donde los electrones tienen una carga que corresponde a la banda de valencia, existiendo la posibilidad de aumentar su energía y alcanzar la banda de conducción [2]. Estas bandas se encuentran separadas y a esta separación se le conoce como banda prohibida, su ancho depende de tipo de átomo y el enlace que se tenga [3]. El dióxido de titanio (TiO₂) es un semiconductor que ha tenido un gran interés en los últimos años debido a sus propiedades fotoconductoras y catalíticas, siendo también uno de los semiconductores más versátiles, debido a su amplia variedad de aplicaciones entre las que puede ser usado como material de electrodo para micro-baterías de ión litio [4] y celdas solares [5].

Este material se puede encontrar en forma natural en alguna de sus tres fases cristalinas, la anatasa, rutilo y la brookita [6]. El rutilo posee una energía libre menor a la que presenta la fase de anatasa, pero la transformación es desfavorable cinéticamente a bajas temperaturas. A temperaturas cercanas a 600 °C comienza la transformación con la rotura de dos enlaces en la estructura cristalina de la anatasa, acomodándose en la estructura correspondiente al rutilo, por lo que la transformación se considera un proceso de nucleación y crecimiento, ocasionando un incremento de la densidad respecto a la anatasa [7]. Se ha reportado que el TiO₂ en fase rutilo tiene un ancho de banda prohibida de 3.0 eV (413 nm) aproximadamente [8], por lo que sus defectos se encuentran en una zona de 1.5 eV (820 nm). Las posiciones de los bordes de bandas de los semiconductores desempeñan un papel muy importante, ya que generalmente representan el potencial de oxidación de los huecos y el potencial de reducción de los electrones [9].

La anodización, que también es conocida como “oxidación anódica”, es una técnica utilizada para crear una película de óxido sobre la superficie de un material. Se conoce como anodizado a la capa de protección artificial que se genera sobre un material mediante el óxido protector sobre la superficie. Esta capa se consigue por medio de procedimientos electroquímicos utilizando una celda electrolítica, de manera que se consigue una mayor resistencia y durabilidad del material. La protección del material dependerá en gran medida del espesor de esta capa [10].

La espectroscopia Raman es una técnica no destructiva que permite obtener espectros característicos de las muestras analizadas. Facilitando la identificación de grupos funcionales y enlaces químicos en moléculas, así como el estudio de modos vibracionales, particularmente en la región de bajas frecuencias, lo que aporta información relevante sobre la estructura molecular y cristalina. Asimismo, esta técnica posibilita la identificación de la fase cristalina presente en los materiales evaluados, permitiendo correlacionar los desplazamientos Raman con parámetros estructurales característicos del material [11].

La técnica de caracterización de fotoluminiscencia (PL) analiza luz emitida espontáneamente por un material foto excitado y nos permite conocer el valor del ancho de banda prohibida y detectar emisiones sub-banda asociadas a niveles energéticos inducidos por defectos, impurezas o vacancias en la estructura cristalina [11]. Con esta técnica se recolecta la luz que emite un material y la separa en los colores que la conforman, emitiendo una señal característica de dicho material [12].

La técnica de caracterización por microscopia electrónica de barrido (SEM) es realizado por un microscopio electrónico de barrido mediante un haz de electrones dirigidos por lentes electromagnéticas hacia una muestra, esta técnica permite obtener imágenes a escala nanométrica sobre la morfología y composición química de la superficie de una muestra [13]. Esta técnica crea señales mediante la generación de haces de electrones, las cuales, se detectan e interpretan como intensidad de color, construyendo una imagen [14]. Mediante SEM se logra evidenciar la formación de nanotubos de TiO₂ en láminas de titanio.

Los NTs de TiO_2 han llamado la atención en los últimos años debido a su amplia gama de propiedades tales como la actividad eléctrica, ópticas, fotocatalíticas y la compatibilidad biológica, entre otras. Este tipo de nanoestructura es una de las de mayor interés en el campo de la fotocatalisis

debido a sus propiedades electrónicas únicas como alta movilidad de electrones, mayor área superficial específica y una alta resistencia mecánica [15]. Los nanotubos de TiO_2 se han implementado para celdas solares [16], pilas de combustible microbianas [17], entre otros.

En este artículo se presenta la formación exitosa de NTs de TiO_2 mediante la técnica de anodizado. Así mismo, la caracterización realizada por espectroscopía Raman, fotoluminiscencia y microscopía electrónica de barrido permitió confirmar sus propiedades estructurales, ópticas y morfológicas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Síntesis de nanotubos de TiO_2

Se sintetizaron nanotubos (NTs) mediante la técnica de anodización empleando bifluoruro de amonio como electrolito en un vaso de precipitados. En este se introdujeron láminas de titanio de 1.0×0.5 cm y un electrodo de grafito de 5 cm de longitud y 0.5 cm de diámetro, con la finalidad de conformar una celda electrolítica (ver Figura 1).

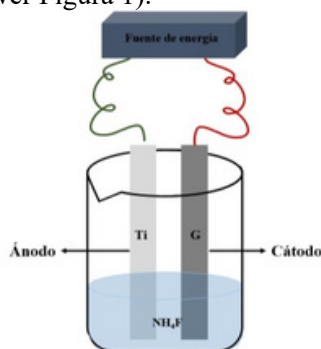


Figura 1. Esquema de síntesis de nanotubos de TiO_2 . Se introduce una lámina de titanio puro y otra de grafito en una solución de $\text{NH}_4\text{F} \cdot \text{HF}$ mientras se aplica un voltaje constante de 15 eV.

Se utilizó una fuente de alimentación aplicando un voltaje de 15 V durante distintos intervalos de tiempo. Una vez transcurrido el proceso, las muestras se secaron con aire caliente durante 3 minutos. Se sometieron tres láminas de titanio a anodización en una solución de $\text{NH}_4\text{F} \cdot \text{HF}$ durante 4, 5 y 6 horas, respectivamente, manteniendo un voltaje constante de 15 V (ver Tabla 1). Las muestras se etiquetaron como 01, 02 y 03 de acuerdo con el tiempo de anodización aplicado.

Tabla 1. Parámetros de síntesis para tres muestras de nanotubos de TiO_2

Parámetros de síntesis		
Muestra	Tiempo [h]	Voltaje [eV]
01	4	15
02	5	15
03	6	15

Las muestras resultantes fueron sometidas a un tratamiento térmico de 900°C para hacer una transición de amorfo a cristalino, además de evaporar los solventes residuales.

Caracterización

Para la medición de espectroscopía Raman se utilizó un microscopio Raman de la marca Thermo Scientific, modelo DXR. Este equipo cuenta con un láser verde de 532 nm (2.33 eV) y cubre un rango espectral de 3500 a 50 cm^{-1} , su resolución espacial es de 2 μm con una profundidad confocal de 1.7 μm . Las mediciones realizadas por fotoluminiscencia se llevaron a cabo en una mesa óptica (Ver figura 2) con un láser ultravioleta de 375 nm y filtros nanométricos de 400 y 600 nm.

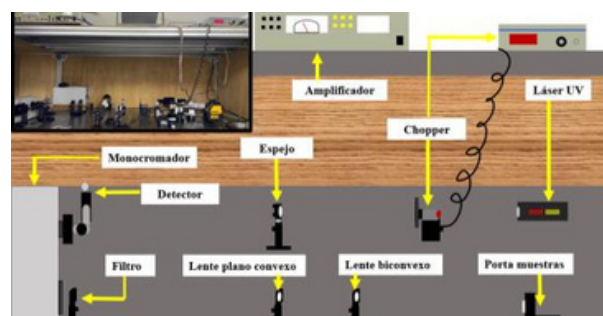


Figura 2. Esquema del arreglo óptico para medir fotoluminiscencia de nanotubos de TiO_2 . En el cuadro pequeño se aprecia la imagen del arreglo.

La caracterización morfológica fue llevada a cabo con un SEM, marca JEOL, modelo JSM-7600F, donde se pudieron obtener micrografías a 30,000x 100,000x aumentos, usando 15KV y una distancia de trabajo (WD) de 4.9 mm.

RESULTADOS

En la figura 3 se puede apreciar una muestra de una lámina de titanio en la cual se han formado nanotubos de TiO_2 .



Figura 3. Muestra con nanotubos de TiO_2 .

Espectroscopía Raman a NTs de TiO_2

Las muestras 01, 02 y 03 fueron medidas por espectroscopía Raman, las cuales mostraron tener picos de emisión de NTs de TiO_2 en fase rutilo [18].

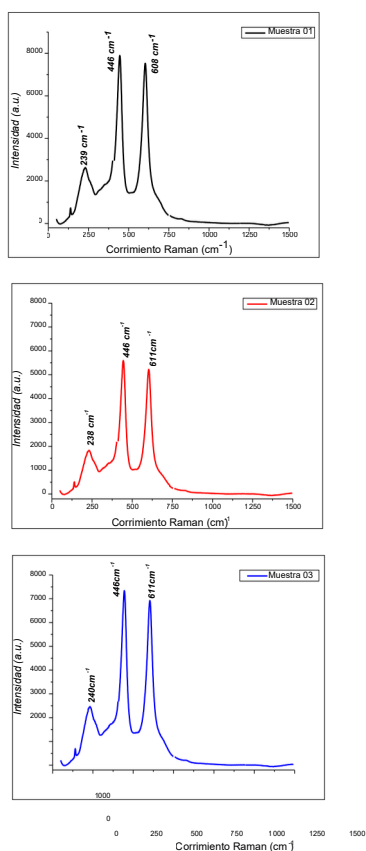


Figura 4. Espectros Raman de las muestras 01, 02 y 03 de nanotubos de TiO_2 con tratamiento térmico a 900°C .

En la Figura 4 se presentan los espectros Raman obtenidos para las tres muestras generadas por anodización, mientras que en la Tabla 2 se muestran las posiciones de las bandas identificadas en cada caso. Las mediciones Raman proporcionan información relevante para determinar la fase cristalina en la que se ha transformado la superficie de las láminas de TiO_2 y, en consecuencia, la fase de los nanotubos formados. Se observan señales Raman alrededor de 446 y 611 cm^{-1} , correspondientes a los modos vibracionales E_g y A_{1g} , respectivamente. Asimismo, se identifica una banda ancha alrededor de 239 cm^{-1} , atribuida a procesos de dispersión multifonónica [18].

Tabla 2. Posiciones de los picos los espectros Raman de las muestras de nanotubos de TiO_2 .
Señales Raman

Muestra	Pico 1 [nm]	Pico 2 [nm]	Pico 3 [nm]
04	239	446	608
05	240	446	611
06	238	446	611

Fotoluminiscencia de nanotubos de TiO_2 en fase rutilo

Se realizaron mediciones de fotoluminiscencia (PL) en las muestras 01, 02 y 03. De acuerdo con la literatura, los nanotubos de TiO_2 en fase rutilo presentan un ancho de banda prohibida de aproximadamente 3.0 eV , así como niveles de defectos alrededor de 1.5 eV [19].

Con el objetivo de mejorar la relación señal-ruido, se emplearon filtros ópticos durante las mediciones, lo que permitió obtener espectros más definidos y confiables. En particular, se realizaron tres mediciones por muestra: una sin filtro y dos adicionales utilizando filtros de 400 nm y 600 nm , respectivamente.

En la Figura 5 se presentan los espectros obtenidos de las mediciones de fotoluminiscencia de los NTs de TiO_2 . La primera gráfica corresponde a la medición sin filtro; en ella se identificaron emisiones en 759 nm (1.6 eV) para la muestra 01 y en 858 nm (1.4 eV) para las muestras 02 y 03.

Debido a que la muestra 01 con un filtro de 400 nm era la que tenía una posición de emisión en 1.5 eV fue la que se midió por microscopía electrónica de barrido.

La segunda gráfica, obtenida con un filtro de 400 nm , muestra emisiones en 830 nm (1.5 eV) para la muestra 01, 864 nm (1.4 eV) para la muestra 02 y 904 nm (1.3 eV) para la muestra 03.

Por último, la tercera gráfica, correspondiente al uso de un filtro de 600 nm , presenta emisiones en 847 nm (1.4 eV) para las muestras 01 y 02, mientras que la muestra 03 exhibe una emisión en 894 nm (1.3 eV).

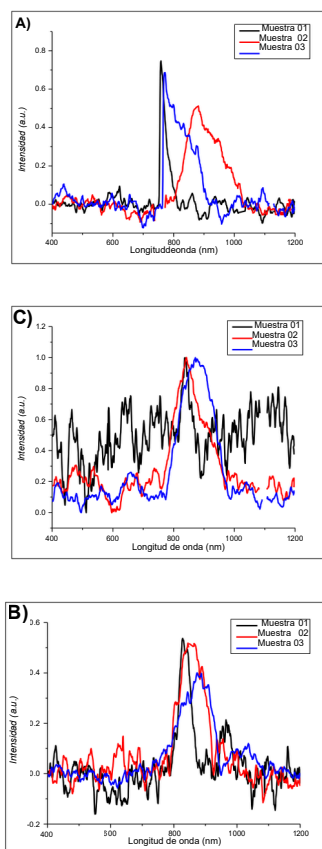


Figura 5. Espectros de fotoluminiscencia a muestras de NTs de TiO_2 sin filtro, con filtro de 400 nm y con filtro de 600 nm.

Microscopía electrónica de barrido (SEM) en nanotubos de TiO_2 en fase rutilo

Se realizaron mediciones por microscopía electrónica de barrido (SEM) de la muestra 01 con nanotubos de TiO_2 y tratamiento térmico a 900°C , lo cual, fue posible mirar la morfología de los NTs de dióxido de titanio y medir sus dimensiones.

La Figura 6 muestra las micrografías obtenidas por SEM de la muestra 01, con magnificaciones de 30,000 y 100,000 aumentos. En la micrografía superior se observa un patrón irregular conformado por estructuras circulares de tamaño y forma relativamente homogéneos, las cuales corresponden a las secciones transversales de los nanotubos de TiO_2 .

En la segunda micrografía se aprecia con mayor detalle la sección transversal de los NTs de TiO_2 , evidenciando una morfología homogénea. Los diámetros de los nanotubos (~ 55.7 nm) presentan una geometría predominantemente circular, sin variaciones significativas.

Finalmente, en la última micrografía se observa la longitud de los nanotubos de TiO_2 , identificándose valores aproximados de 344 nm y 443 nm, lo que indica cierta dispersión en las longitudes obtenidas.

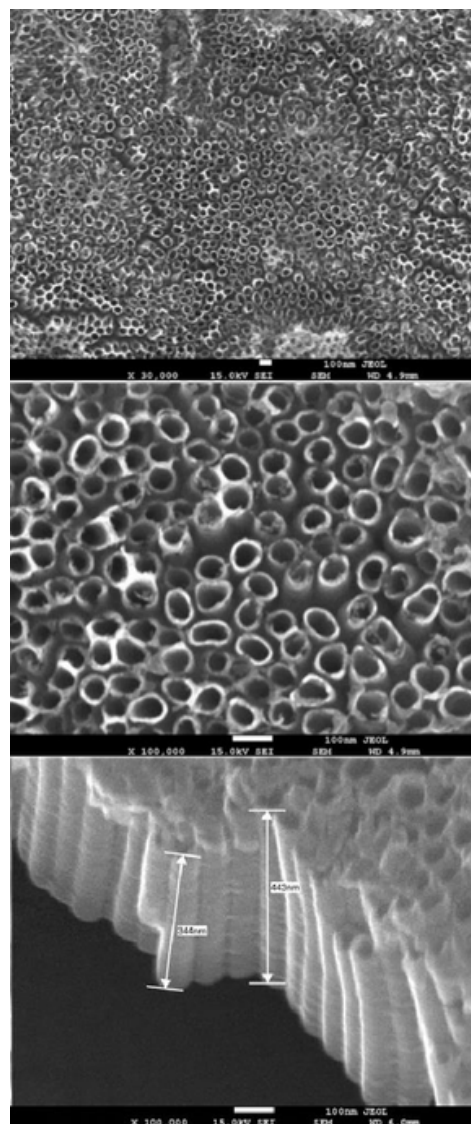


Figura 6. Imágenes SEM de la muestra 01 con NTs de TiO_2 a 30,000 x y 100,000x.

La Figura 6 muestra las micrografías obtenidas por SEM de la muestra 01, con magnificaciones de 30,000 y 100,000 aumentos. En la micrografía superior se observa un patrón irregular conformado por estructuras circulares de tamaño y forma relativamente homogéneos, las cuales corresponden a las secciones transversales de los nanotubos de TiO_2 .

En la segunda micrografía se aprecia con mayor detalle la sección transversal de los NTs de TiO_2 , evidenciando una morfología homogénea. Los diámetros de los nanotubos (~ 55.7 nm) presentan una geometría predominantemente circular, sin variaciones significativas.

Finalmente, en la última micrografía se observa la longitud de los nanotubos de TiO_2 , identificándose valores aproximados de 344 nm y 443 nm, lo que indica cierta dispersión en las longitudes obtenidas.

DISCUSIÓN

Los nanotubos de TiO₂ sintetizados por anodización en tan pocas horas (4 horas) demostraron tener diámetros ~55.7 nm y largos promedio de 393 nm. Las señales obtenidas por espectroscopía Raman nos permitieron determinar la fase cristalina de los nanotubos, demostrando estar en la fase rutilo, ya que las bandas de 239, 446 y 605 nm coinciden con las reportadas con las posiciones de emisión de los nanotubos de TiO₂ esta fase se logró por tratamiento térmico a 900°C realizado en las muestras. Por otro lado, las señales de fotoluminiscencia demostraron tener posiciones específicas, demostrando tener un band gap de 3.0 eV y defectos en 1.5 eV. Por último, mediante SEM se logró obtener imágenes de la morfología de la superficie anodizada de las láminas de TiO₂. Se puede observar que los nanotubos de TiO₂ poseen un espesor en el grosor de su capa, siendo esta aproximadamente de 7 nm, los nanotubos sintetizados son huecos. Que sean huecos es posible que puedan transportar en su interior diferentes sustancias para diversas aplicaciones.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Centro de Investigación en Micro y Nanotecnología MICRONA por el apoyo en la realización de las mediciones experimentales.

CONCLUSIONES

Mediante el método de anodizado fue posible sintetizar con éxito NTs de TiO₂ en tan solo 4 horas en forma de nanotubos dispuestos perpendicularmente cuyas dimensiones de sus diámetros son ~55.7 nm y largos promedios 393 nm, mostrando que son huecos en su interior, lo que les permite ser utilizados en diversas aplicaciones, el grosor de las capas de los nanotubos es de aproximadamente 7 nm.

TRABAJO A FUTURO

El trabajo realizado mostró tener NTs de TiO₂ en fase rutilo, los cuales se espera puedan aplicarse en un futuro en distintas áreas con el fin de obtener productos con mejores propiedades.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Sánchez V., M. Elena, Gómez L., Jacobo, G. Montalvo, Verónica, O. Armando. 2000. Nuevos compuestos semiconductores. *Revista de la Sociedad Química de México*, 44, 128-133.
- [2] Tuzaro, T. (06 de marzo de 2012). Wordpress.
- [3] Jorge Pinochet I., Guido Tarrach. 2001. *Los Semiconductores y sus aplicaciones*. Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Física de Sólidos.
- [4] Ortiza, G. F., Lavelaa, P., Tiradoa, J. L., Hanzub, I., Djenizianb, T., & Knauthb, P. Nanotubos de TiO₂ auto-organizados como material de electrodo para microbaterías de ión litio.
- [5] Naupa Roque, Alexander R. 2012. *Fabricación y caracterización de celdas solares sensibilizadas a base de dióxido de titanio nanoestructurado*. Universidad Nacional de Ingeniería.
- [6] Betancur H., Claudia P., H. M., Vanessa, y B. S., (2016). Nps para materiales antibacterianos y aplicaciones del TiO₂. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*, 35(4), 387-402.
- [7] F. Han, Z. Zhou, X. Zhang, Z. Huang, M. Li, L. Guo. 2018. First-Principles Study on Stability and HER Activity of Noble Metal Single Atoms on TiO₂. *Chem. C*. 1222546–2553.
- [8] Y.K. Kho, A. Iwase, W.Y. Teoh, L. M., A. Kudo, R. Amal. 2010. Photocatalytic H₂ Evolution over TiO₂ Nanoparticles. The Synergistic Effect of Anatase and Rutile, *C*. 1142821–2829.
- [9] G. Yang, H. Ding, J. Feng, Q. Hao, S. Sun, W. Ao, D. Chen. 2017. Highly Performance Core-Shell TiO₂(B)/anatase, *Sci. Rep.* 714594.
- [10] Traid, Hernán Darío et al. 2018. Recubrimientos porosos de dióxido de titanio sintetizados por oxidación anódica. *Matéria (Rio de Janeiro)*. ISSN 1517-7076.
- [11] Shu-Lin Zhang.1998. *Fundamentals of Raman spectroscopy*, the Graduate School of Chinese Academy of Science
- [12] Pallotti, D., Passoni, L., Maddalena, P., Fonzo F., L. Stefano. 2017. Photoluminescence Mechanisms in Anatase and Rutile TiO₂. *The Journal of Physical Chemistry C*.
- [13] Md Mahfujul I. 2015. Photoluminescence; Quantum Dots; Quantum Wells; Semi-Conducteur Nanostructure. *Scipress, International Letters of Chemistry*. Vol. 57., 12 páginas.

- 14] Goldstein, J.I., Yakowitz, H. 1977. Practical Scanning Electron Microscopy: Electron and Ion microprobe Analysis. New York: Plenum Press.
- [15] Bahía Blanca: Viviana Sorrivas de Lozano. 2014. E-book- Principios y fundamentos de la microscopia electrónica, ISBN:978-987-43-4752-7.
- [16] Nanotechnologie, É. F. V. Nanotubos de TiO₂ y su Aplicación para Celdas Solares Sensitivizadas Gabriela Durán, Ronald Vargas, Sergio Blanco b, Carlos Borrás, Jorge Mostany, Benjamín R. Scharifker.
- [17] Ortiz Martínez, V. M., Salar García, M. J., Ait Ali Yahiaa, S., Hernández Fernández, F. J., & Pérez-de-los-Ríos, A. (2015). Aplicación de nanotubos de Ti/TiO₂ en pilas de combustible microbianas.
- [18] Challagulla, S., Tarafder, K., Ganesan, R. & Roy S. (2017). Structure sensitive photocatalytic reduction of nitroarenes over TiO₂. Sci Rep 7, 8783.
- [19] Pallotti, D., Passoni, L., Maddalena, P., Fonzo F., L. Stefano. 2017. Photoluminescence Mechanisms in Anatase and Rutile TiO₂. The Journal of Physical Chemistry C.



APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS ESTADÍSTICAS PARA CONTROLAR BENEFICIOS ALIMENTARIOS Y REDUCIR PÉRDIDAS CONTABLES EN RESTAURANTES

Angélica del Carmen López Toto, Xóchitl del Carmen Romero Hipólito.

"Aplicación de herramientas estadísticas para controlar beneficios alimentarios y reducir pérdidas contables en restaurantes."

Angélica del Carmen López Toto, Xóchitl del Carmen Romero Hipolito.

Instituto Tecnológico Superior de Alvarado, Veracruz. Escolleras Norte S/N. Col. La Trocha, Alvarado, Ver.

angelica.lt@alvarado.tecnm.mx

Teléfono (229) 212 0919

Administración

Angélica del Carmen López Toto, Mtra. en Administración y Gestión de Instituciones Educativas, Ingeniería en Gestión Empresarial, Instituto Tecnológico Superior de Alvarado, Veracruz.

Xóchitl del Carmen Romero Hipolito, Mtra. en Gestión de la Industria de la Manufactura, Ingeniería Industria, Instituto Tecnológico Superior de Alvarado, Veracruz

RESUMEN: Esta investigación nace a partir de la problemática en el área contable dentro de la Industria Restaurantera, puesto que no se contaba con un análisis para la identificación y seguimiento de los descuentos y promociones brindados a los clientes y colaboradores de la misma. Así como también las limitaciones en cuanto al consumo de los alimentos dentro de la empresa y las posibles mermas que esto podría generar gracias a este beneficio. Dicho esto, se tomó como partida la recolección de datos de la temporada vacacional del año 2023, tomando como referencia un año anterior para tener una comparativa y por ende una mejor visión de las pérdidas generadas en las tres sucursales dentro del puerto de Veracruz. Para el estudio se realizó un análisis profundo plasmados en diversas herramientas estadísticas, para la propuesta de un plan de acción que permita un mejor seguimiento y control en los procesos dentro de la realización de dicha investigación; esto da producto a un mejor resultado y la captación de datos precisos para llegar a una posible solución y/o soluciones ante el problema de origen. De la misma manera, orientar diversas sugerencias y propuestas que ayuden a la mejora de ingresos o en su caso, la disminución de descuentos por cliente o colaborador.

PALABRA CLAVE: Administración; Calidad; Control; Contable.

ABSTRACT

This research was born from the problems in the accounting area within the restaurant industry, since there was no analysis for the identification and monitoring of discounts and promotions offered to customers and employees of the same. As well as the limitations in terms of food consumption within the company and the possible losses that this could generate thanks to this benefit. That said, the data collection for the 2023 holiday season was taken as a starting point, taking as a reference a previous year to have a comparative and therefore a better view of the losses generated in the three branches within the port of Veracruz. For the study, a deep analysis was carried out using diverse statistical tools, for the proposal of an action plan that allows a better follow-up and control in the processes within the accomplishment of this investigation; this gives product to a better result and the capture of precise data to arrive at a possible solution and/or solutions before the problem of origin. In the same way, to orient diverse suggestions and proposals that help to the improvement of income or in its case, the decrease of discounts by client or collaborator.

Keywords: *Administration; Quality; Control; Accounting.*

INTRODUCCIÓN

Este estudio se llevó a cabo en Restaurantes y Franquicias de Veracruz S.A. de C.V., una empresa dedicada a la operación de cafeterías y restaurantes. La investigación se centró en el área de contabilidad, específicamente en los procesos de registro y control de ingresos y egresos que surgen de la producción y venta de alimentos. En este sentido, es crucial llevar un registro preciso de los costos relacionados con el manejo y consumo de los insumos que se utilizan para preparar los diferentes platillos que ofrece la empresa, ya que esto impacta directamente en su rentabilidad y eficiencia operativa.

Como primer paso de la investigación, se realizó la recolección y análisis de datos con el fin de identificar factores que podrían estar generando ineficiencias y costos innecesarios. Siguiendo el principio de que lo que no se mide no se puede mejorar, este análisis se convierte en un elemento fundamental para la mejora continua y la toma de decisiones informadas.

La importancia de este estudio radica en la implementación de herramientas básicas de control estadístico de calidad en la gestión empresarial, que permiten analizar la información de manera objetiva y sistemática. Estas herramientas son parte esencial del proyecto y se describen más adelante para facilitar su comprensión.

Por último, el desarrollo del proyecto ayudará a identificar áreas de oportunidad relacionadas con el uso de los descuentos que ofrece la empresa, lo que contribuirá a la creación de un plan estratégico enfocado en su aprovechamiento y en la optimización de los recursos organizacionales.

MATERIAL Y MÉTODOS

Hoy en día existen distintas herramientas que contribuyen a la disminución y prevención de errores en la elaboración de un producto o en la prestación de un servicio. Una de ellas es el control estadístico básico de la calidad, metodología basada en el análisis del comportamiento de los datos y del entorno organizacional, orientada a mejorar la satisfacción del cliente sin descuidar las oportunidades de mejora, mediante la implementación de estrategias a lo largo del proceso ofrecido, de forma eficiente y a bajo costo.

Como primer punto de esta investigación, se aborda la calidad aplicada a la gestión empresarial, la cual se vincula con el origen del proyecto y con la percepción generada a partir del uso de herramientas que permiten una solución objetiva. Según Juan (2024), implementar la calidad a través de ejercicios prácticos nos brinda una visión completa de las diversas áreas de la gestión empresarial. Además, es importante tener en cuenta el uso de herramientas estadísticas en los procesos administrativos, ya que su influencia es crucial para el desarrollo del análisis en el estudio, y se explicarán más adelante para facilitar su comprensión. Por otro lado, Torres (2024) señala que el desarrollo y la promoción de métodos estadísticos de calidad han sido clave para mejorar el control estadístico, lo que ha llevado a avances significativos en la calidad y capacidad de producción de las industrias, ayudándolas a mantenerse competitivas en el mercado.

La conceptualización de la gestión de la calidad implica importantes repercusiones para el bienestar de la industria. En un entorno caracterizado por mercados globalizados, comercio internacional y alta competitividad, las organizaciones enfrentan el desafío de producir bienes y servicios que cumplan o superen las expectativas de sus clientes, siendo la calidad un elemento determinante para alcanzar este objetivo.

En este contexto, el estudio genera propuestas de mejora dentro de la empresa, con la finalidad de que las soluciones planteadas puedan aplicarse con mayor certeza, al haber sido analizadas y verificadas mediante el uso de gráficas, estadísticas, análisis y técnicas empleadas en el trabajo.

Por consiguiente, la calidad dentro de la gestión empresarial se concibe como la estrategia mediante la cual una organización integra la calidad en sus productos o servicios, apoyándose en herramientas que permiten su adecuada gestión.

A continuación, se presentan las herramientas utilizadas en el estudio, con el objetivo de realizar un análisis detallado de los procesos encaminados a la solución de la problemática planteada.

El Diagrama de Ishikawa es una herramienta muy útil que nos ayuda a organizar la información y a visualizar, a través de un gráfico, las posibles causas de un problema. Nació en el ámbito industrial y luego se extendió a los servicios, lo que facilita el análisis de problemas relacionados con la calidad de procesos, productos y servicios. Según Rodríguez et al. (2023), este diagrama de causa- efecto muestra de manera gráfica las relaciones entre las causas y subcausas que generan un efecto específico.

La carta de control muestra cómo varían los valores de una característica de un proceso a lo largo del tiempo. Esto nos permite compararlos con límites de variación que ya hemos establecido, lo que ayuda en la toma de decisiones. Según Kimberly et al. (2023), los datos se registran mientras el proceso productivo está en marcha, a medida que se van obteniendo.

La gráfica de dispersión es una herramienta visual que muestra la relación entre dos variables, ayudándonos a ver si hay una correlación positiva, negativa o si no hay ninguna. Según Montesinos (2020), este tipo de gráfico es muy útil para estudiar cómo se relacionan las variables X e Y, ya que representa pares de datos en un plano cartesiano.

Un histograma, según Slevin et al. (2024), es un tipo de gráfico de barras que ilustra cómo se distribuyen las frecuencias de datos cuantitativos de una variable. Este gráfico es muy útil porque permite visualizar grandes cantidades de información, así como identificar la tendencia central y la dispersión de los datos.

El Diagrama de Pareto, creado por Vilfredo Pareto y fundamentado en el principio 80-20, es una herramienta que nos ayuda a identificar los problemas más significativos. Este principio nos dice que un pequeño número de causas suele ser responsable de la mayor parte de los efectos (Agus, 2023). Su objetivo principal es ayudar a las organizaciones a priorizar sus esfuerzos y a utilizar sus recursos de manera más eficiente a través del análisis de datos.

Durante el estudio se aplicaron diversos métodos que proporcionaron bases sólidas para el análisis del producto o servicio, permitiendo identificar con mayor claridad la forma en que se opera y reforzar los resultados obtenidos. En particular, el diagrama de dispersión facilitó el análisis de la relación entre variables, mientras que el histograma permitió visualizar la distribución de frecuencias de los datos de manera más eficiente que mediante tablas.

En el caso del diagrama de Pareto, su aplicación permitió a la empresa reconocer las áreas prioritarias en las que debía enfocar sus esfuerzos, evitando la asignación innecesaria de recursos a aspectos de menor relevancia.

Este trabajo también aborda la problemática de la falta de comercialización y liquidez de los títulos, una situación que a menudo se refleja en su valor y que ha llevado a aplicar descuentos significativos sin una base teórica clara. Lazo (2020) menciona que, para disminuir la subjetividad, se han creado modelos que buscan objetivar estos descuentos, como el modelo de AECA (2020). Además, Posch (2023) resalta que este enfoque ayuda a entender mejor la valoración empresarial, abriendo una línea de investigación de gran relevancia práctica.

Por último, en un entorno empresarial muy competitivo, es crucial implementar mecanismos de control interno que ayuden a reducir costos y mejorar la rentabilidad. Zaki et al. (2024) y Malheiros et al. (2025) coinciden en que la gestión del control de inventarios es fundamental para optimizar costos y rentabilidad empresarial, lo que permite diseñar sistemas de control contable enfocados en una administración eficiente de la cadena de valor y del flujo de información y recursos monetarios.

RESULTADOS

Este estudio se centra en la evaluación de datos recopilados por una empresa del sector de la restauración y sus tres sucursales, con el objetivo de proponer un plan de remediación que utilice herramientas de control estadístico. En este análisis, se destaca un notable consumo de descuentos por parte de los clientes, los cuales se ofrecen para fomentar la lealtad y permanencia de los consumidores. Sin embargo, al no establecer políticas operativas adecuadas, esto ha llevado a un aumento significativo en las pérdidas para la empresa.

Para abordar esta problemática, se utilizó el diagrama de Ishikawa (Figura 1), que facilitó la formulación de hipótesis e ideas sobre las causas y efectos relacionados con los descuentos y promociones que se brindan a clientes y colaboradores en la empresa restaurantera. Además, se examinó si todas las áreas involucradas estaban conectadas con la deficiencia observada.

Diagrama de Ishikawa



Figura 1. Diagrama de Ishikawa muestra las causas principales del mal manejo de los descuentos y promociones que permiten el aumento de pérdidas económicas del sujeto de estudio.

Es por lo anterior que se desarrolla una base de datos que permite la observación de los últimos meses de aplicación de las promociones y descuentos aplicados en las tres sucursales. El registro de los datos se realiza por sucursal, conceptos y cantidades aplicables para poder identificar el rango de los descuentos aplicados y la sucursal con la cantidad aplicada con mayor afectación; se encuentran con el 80% con los descuentos en \$10 y \$945.

Tabla de Frecuencias								
Clase	LI	LS	Marca	Clase	Frecuencia	Acumulada	Relativa	%
1	10	477.76	243.88	637	637	637	0.651	65.07%
2	477.76	945.52	711.64	154	791	791	0.157	15.73%
3	945.52	1413.29	1179.40	84	875	875	0.086	8.58%
4	1413.29	1881.05	1647.17	34	909	909	0.035	3.47%
5	1881.05	2348.81	2114.93	26	935	935	0.027	2.66%
6	2348.81	2816.57	2582.69	16	951	951	0.016	1.63%
7	2816.57	3284.33	3050.45	11	962	962	0.011	1.12%
8	3284.33	3752.09	3518.21	7	969	969	0.007	0.72%
9	3752.09	4219.86	3985.98	4	973	973	0.004	0.41%
10	4219.86	4687.62	4453.74	4	977	977	0.004	0.41%
11	4687.62	5155.38	4921.50	2	979	979	0.002	0.20%
				979			1.000	100%

Tabla 1. Representación de los datos registrados para el análisis del comportamiento de las frecuencias y contenidos de los diferentes descuentos otorgados en el periodo julio agosto.

Dentro del histograma, se hicieron seis diagramas (de la Figura 2 a la Figura 4) tomando en cuenta que cada uno estaba referido a los meses de julio y agosto y también de acuerdo a la cantidad de sucursales con las que cuenta la empresa restaurantera; también existe un histograma general que comparte la información del resultado de todos los diagramas anteriores, unificando los datos obtenidos y permitiendo el comportamiento de ellos para obtener mejores conclusiones.

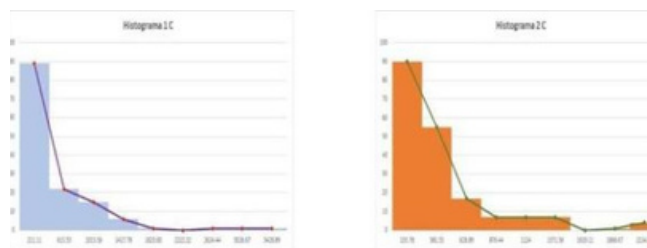


Figura 2. Histograma de los meses julio y agosto respectivamente, que permiten analizar el comportamiento de las frecuencias de los descuentos y promociones otorgados en la sucursal Acuario

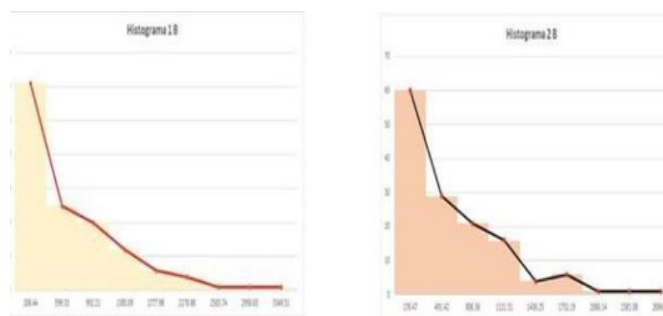


Figura 3 Histograma de los meses julio y agosto respectivamente, que permiten analizar el comportamiento de las frecuencias de los descuentos y promociones otorgados en la sucursal Américas

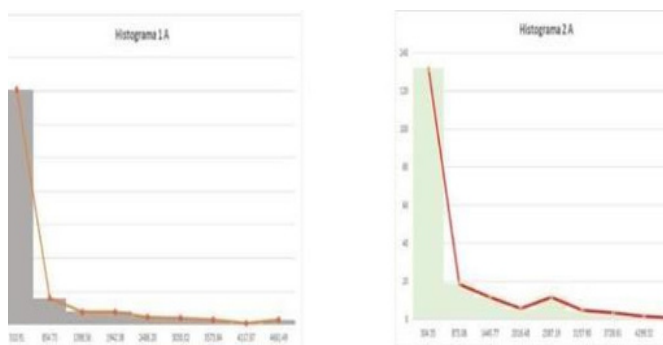


Figura 4 Histograma de los meses julio y agosto respectivamente, que permiten analizar el comportamiento de las frecuencias de los descuentos y promociones otorgados en la sucursal Norte

Posteriormente, se estudia la relación y comportamiento de los datos mediante gráficos de dispersión (Figura 5) que nos permiten analizar el comportamiento de las tres sucursales. Concluyendo que existe una correlación dispersa de información en el mes de julio, presentando la mayoría de datos centralizados debajo de los \$5,000.00, donde podemos determinar que la mayoría de descuentos por sucursal no supera esta cantidad a diario; por otro lado, también se puede determinar que una sucursal llegó a presentar en un solo día más de \$9,000.00, lo cual se debe dar el seguimiento para disminuir esta cifra.



Figura 5. Grafica de Dispersión. - Muestra el comportamiento de los montos en pesos (\$) otorgados en descuentos y promociones de las tres sucursales: Acuario, Américas y Norte.

Se determina que se deben disminuir los pequeños descuentos que se ofrecen, ya que presentan una alta frecuencia que está perjudicando a un nivel mayor que los descuentos que se realizan de cantidades grandes. Esto mediante la aplicación de diagramas de Pareto (Figura 6), observando que la cantidad de descuentos es demasiado excesiva, lo cual indica pérdidas significativas en la empresa, como se muestra en la siguiente gráfica, como un ejemplo tomado para evidenciar el comportamiento de los datos obtenidos en una de las sucursales.

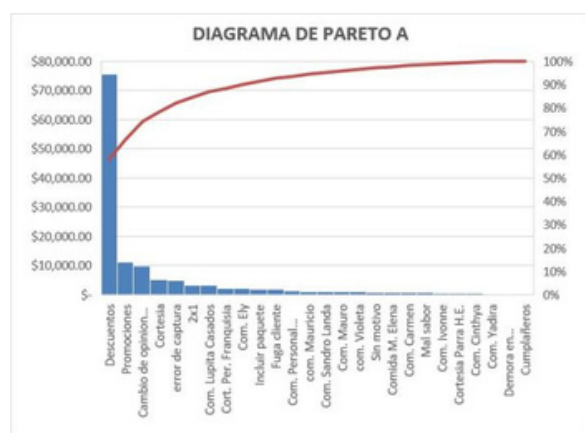


Figura 6. Diagrama de Pareto A representa los montos y porcentajes generados en descuentos y promociones, el cual permite determinar la causa principal para el diseño de estrategias de mejora.

Continuando con el uso de las herramientas de control, se elaboraron gráficos de control X-R (Figura 7) para estudiar el comportamiento de las medias y los rangos de los descuentos por sucursal, los cuales demuestran que los puntos en ambos gráficos (X - R) están dentro de los límites de control en el mes de julio; el proceso se considera bajo control y la variabilidad es aceptable, si se estudiara un proceso normal; en el caso de nuestros datos, nos sirve para confirmar que los descuentos tienen un comportamiento similar en los costos generados

y que nos permite mostrar la evidencia para poder desarrollar las estrategias de mejora. Del mismo modo, se detectó que existen patrones específicos, estos forman tendencias, corridas o ciclos, los mismos que indican problemas en el proceso que deben abordarse, dando pauta al diseño de las estrategias.

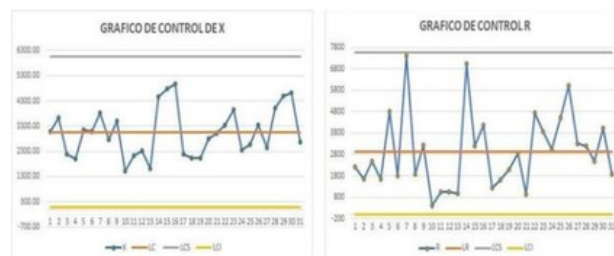


Figura 7. Representando la carta de control X-R en el mes de julio, las cuales permiten apreciar el comportamiento de los descuentos medios y su rango de aplicación.

Mientras que las gráficas (Figura 8), para el mes de agosto, se hizo una comparación con el mes de julio observando cómo se comportaron las variables; dicho esto, se pudo notar que la variación en este mes se mantuvo aun conociendo los movimientos que se realizaron, haciendo un análisis más claro del mismo mes. Por su parte, ambos gráficos presentan sus puntos dentro de los límites de control; el comportamiento de los descuentos presenta patrones parecidos, del alto nivel de costos generados por los descuentos en las sucursales.

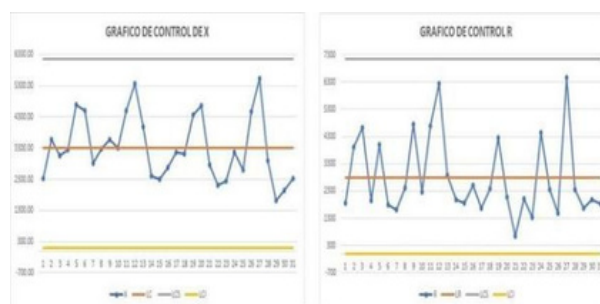


Figura 8. Representando la carta de control X-R en el mes de agosto.

Por último, y una vez analizada e identificada el área de oportunidad de las diferentes sucursales, se proponen las siguientes acciones remediales para la empresa con la finalidad de establecer acciones estratégicas que les permitan hacer uso de los descuento, diseñados para sus clientes, pero sin que esto represente pérdidas por mal manejo y falta de control en las diversas sucursales: A.- Medición de indicadores para la disminución de descuentos. Herramienta utilizada: Análisis de los indicadores clave del negocio. Actividades a desarrollar:

1. Ingresos por asiento disponible por horas
 2. Top platos / Top bebidas
 3. Margen de ganancia de un plato
 4. Costo del personal + rotación del personal
 5. Consumo promedio por cliente
 6. Costos asociados al servicio de domicilio
 7. Ingreso por mesa
 8. Cantidad de ventas
 9. Costos de materia prima
 10. Seguimiento al retorno de la inversión
- B. Análisis de pronóstico de ventas para el periodo
1. Run rate
 2. Suavizamiento exponencial
 3. Tasa de crecimiento medio
- C. Modificación de comidas a la carta una o dos veces al mes para los colaboradores:
1. Encuestas a empleados
 2. Análisis de datos de ventas
 3. Retroalimentación directa
 4. Seguimiento de indicadores específicos
- D. Limitación de alimentos a la carta de los colaboradores. Herramienta utilizada: Indicadores de desempeño (KPIs):
1. Definir objetivos.
 2. Fijar el proceso a seguir.
 3. Introducir mecanismos de seguimiento.
 4. Evaluaciones.
- E. Propaganda y publicidad sin descuentos en la temporada. Herramienta utilizada: Medición de indicadores de desempeño en marketing:
1. Tasa de crecimiento de mercado.
 2. Satisfacción de empleados.
 3. Valor ganado.
 4. Crecimiento de audiencia

AGRADECIMIENTOS

Se brinda el agradecimiento a la industria de restaurantes y franquicias en el puerto de Veracruz por su contribución en el desarrollo de la investigación.

CONCLUSIONES

Durante el desarrollo del estudio en la empresa de restauración, los resultados se gestionaron en varias etapas del proyecto, lo que permitió identificar claramente el inicio, el desarrollo y la conclusión de la metodología para analizar la problemática. Se realizó la recolección de datos cuantitativos sobre los descuentos y promociones que ofrecen a sus clientes y colaboradores durante el período vacacional de JULIO-AGOSTO. Esta

Se realizó la recolección de datos cuantitativos sobre los descuentos y promociones que ofrecen a sus clientes y colaboradores durante el período vacacional de JULIO-AGOSTO. Esta información fue clave para crear gráficas, esquemas y análisis que ayudaran a abordar la deficiencia inicial.

Además, se logró obtener cifras precisas y porcentajes lo más exactos posible, alineándose con los resultados de las gráficas. Finalmente, a partir de estos datos sobre descuentos y promociones, se elaboró un listado de posibles soluciones o alternativas que podrían mejorar la situación de la empresa, con el objetivo de reducir al mínimo las pérdidas o, si es factible, eliminarlas por completo.

Para comenzar con este estudio, se elaboró un plan de acción que guiara el proyecto hacia un resultado más favorable y asegurara el cumplimiento de los objetivos establecidos. Este plan fue fundamental para que el proceso avanzara desde el inicio hasta el cierre del proyecto, permitiendo la creación de metodologías, herramientas y técnicas que facilitarían la búsqueda de la mejor solución o, en algunos casos, la reducción o eliminación de errores en la realización del estudio.

Con esto en mente, el logro de los objetivos fue evidente y esperado. A medida que se desarrollaba el proyecto teórico-práctico, se hicieron visibles los éxitos de cada uno de los objetivos planteados para abordar la problemática relacionada con la disminución de descuentos y promociones. Se llegó a la conclusión de que, a partir de todos los diagramas y esquemas elaborados en la metodología, la empresa necesita modificar sus métodos de fidelización con los clientes y su relación con los colaboradores. Esto se debe a que, durante los meses de julio y agosto, las cifras de pérdidas y salidas de ingresos fueron alarmantemente altas, lo que no debería ser sostenible si se desea evitar un deterioro en la empresa.

Aunque los descuentos han sido bastante altos, hay un aspecto que aún no está del todo claro: si las pérdidas son realmente equivalentes a las ganancias que se generan en el restaurante. Es importante destacar que la sucursal del norte es la que presenta menos pérdidas, aunque también es la que tiene menores ventas en comparación con las otras.

En conclusión, la empresa tiene la oportunidad de explorar diferentes soluciones, ya que está enfrentando muchas pérdidas que deberían ser casi inexistentes.

Estas soluciones no solo se centran en ofrecer beneficios como descuentos y promociones, sino también en mejorar la visibilidad de la empresa a través del marketing, para que no haya tantas preocupaciones en el futuro para las sucursales. Es fundamental establecer protocolos y normas que limiten estos beneficios para los colaboradores y, en algunos casos, considerar su eliminación.

Dentro de las contribuciones que este modelo nos ha ofrecido, podemos enfocarnos en todos los aspectos positivos que surgieron gracias a lo que se mencionó anteriormente. Todo lo que se utilizó fue fundamental para abordar la problemática, y cada uno de los procesos jugó un papel clave en la construcción gradual del producto que tenemos hoy.

El modelo teórico nos brinda diversas perspectivas que facilitan predicciones empíricas, ayudándonos a evaluar si estamos en el camino correcto y si la empresa logrará resolver el problema original, además de ofrecer sugerencias y recomendaciones para abordar la situación.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Agus, W. Potential Analysis of Industrial waste using seven basic quality tool pareto diagram, *International Journal of Economy, Education, and Entrepreneurship*, <https://doi.org/10.53067/ije3.v3i>
- [2] Juanjuan, L. . (2024). Estudio de la composición del ciclo de calidad Modelo que afecta a la gestión de la administración de rendimiento de los empleados. *Ciencia, Tecnología y Ciencias Sociales Procedia*, 2024 (5), CiM10. Recuperada en <https://wjst.wu.ac.a/index.php/stssp/article/view/25849>
- [3] Kimberly J. Harris, Scott Taylor Jr. & Kevin Murphy (2023): Restaurant worker food safety and sanitation compliance behavior in times of crisis: an investigation of transactional leadership behavior effectiveness, *Journal of Foodservice Business Research*, DOI: 10.1080/15378020.2023.2257127
- [4] Lazon (2020) Análisis de las competencias operacionales y financieras bajo un enfoque de control integrado de gestión: Caso Peruplast SA (2020), *Innova Sciences Business*, pp. 18-27., Lima Perú. <https://orcid.org/0000-0003-4113-7874>
- [5] Malheiros, C., Gomes, C., Lima Santos, L., & Campos, F. (2025). Monitoring Revenue Management Practices in the Restaurant Industry— A Systematic Literature Review. *Tourism and Hospitality*, 6(1), 44 <https://doi.org/10.3390/tourhosp6010044>
- [6] Montesinos, S., Vásquez, C., Maya, I., & Gracida, E. (2020). Mejora Continua en una empresa en México: estudio desde el cicloDeming. *Revista Venezolana de Gerencia*, 25(92), 1863-1883. Obtenido de <https://www.produccioncientificaluz.org/index.php/rvg/article/view/34301/36151>
- [7] K. Posch, C. Truden, P. Hungerländer et al. A Bayesian approach for predicting food and beverage sales in staff canteens and restaurants, *International Journal of Forecasting* 38 (2022) 321–338. <https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2021.06.001>
- [8] Rodríguez A. M. A., Castillo C. I. E., Vergara L. M. A., Mejora con herramientas de gestión de calidad para reducir costos en una empresa agroindustrial de alcachofa (2023), *Memorias de la Décima Cuarta Conferencia Iberoamericana de Complejidad, Informática y Cibernética (CICIC 2024)*, Perú. ISSN: 2771-6333 <https://doi.org/10.54808/CICIC2024.01.191>
- [9] Slevin et al (2024) Estrategia de fabricación magra para mejorar la eficiencia de la preparación y entrega de bienes con el método PDCA, *International Journal of Research and Innovation in Social Science (IJRISS)* <https://dx.doi.org/10.47772/IJRISS.2024.8120393>
- [10] Torres-Bermúdez, E. G., Pérez-Vicente, H. A., Ruiz-Morales, M., & Velasco-Álvarez, J. (2024). Statistical process control and PDCA for quality improvement in the mexican automotive industry. *Ingeniería Investigación y Tecnología*, 25 (01), 1-8. <https://doi.org/10.22201/fi.25940732e.2024.25.1.002>
- [11] Zaki, et al. (2024) Analysis of Food Safety Programs in Three University Restaurants at Some Central-Delta Region Universities, Egypt Based on HACCP Principles, *Journal of Chemistry and Nutritional Biochemistry*, <https://jcnb.sabapub.com> EISSN:2709-5932. <https://doi.org/10.48185/jcnb.v5i2.1310>



IMPACTO SOCIOECONÓMICO DE LAS POLÍTICAS GUBERNAMENTALES

Beatriz Martínez-Carreño¹, María Isabel Garrido-Lastra¹, Víctor Adrián Morales-Linares¹, Aldo Martínez-Ramón²

Impacto socioeconómico de las políticas gubernamentales

Caso: Estado de Puebla 2023-2024

Beatriz Martínez-Carreño¹, María Isabel Garrido-Lastra¹, Víctor Adrián Morales-Linares¹, Aldo Martínez-Ramón²

¹Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Facultad de Economía, Edificio ECO2-103D, Calle de la Academia, entre Avenida Universidad y Avenida San Claudio. Ciudad Universitaria, Puebla, Puebla.

²Secretaría de Economía del Estado de Puebla, Dirección General de Análisis Económico, Callejón de la 10 Norte N° 806, Paseo de San Francisco Barrio el Alto Puebla Pue

igarridolastra@gmail.com

+52 (222) 229 55 00

Administración

Beatriz Martínez-Carreño, Doctora en Procesos Territoriales por la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla y Miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI-I). Profesora-Investigadora de la Facultad de Economía de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México

María Isabel Garrido-Lastra, Doctora en Administración Pública por el Instituto de Administración Pública de Puebla y Miembro del Sistema Nacional de Investigadores (Candidata). Colaboradora del Cuerpo Académico 130 Análisis Económico de la Facultad de Economía de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México

Víctor Adrián Morales-Linares, Doctor en Economía Política del Desarrollo por la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Colaborador del Cuerpo Académico 130 Análisis Económico de la Facultad de Economía de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México

Aldo Martínez-Ramón, Licenciatura en Economía por la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Secretaría de Economía del Estado de Puebla, Dirección General de Análisis Económico

RESUMEN: Las acciones gubernamentales a nivel estatal en la mayoría de los casos dejan de lado la dinámica municipal que permite caracterizar y complejizar los problemas a nivel socioeconómica, territorial e histórico. El presente estudio hace un análisis para el estado de Puebla durante 2023 a 2024 desde la visión municipal, con la finalidad de contextualizar la dinámica aplicada en función de las políticas que impulsan el desarrollo económico municipal en materia de conformación de cooperativas, fortalecimiento del campo poblano y proyectos productivos.

PALABRAS CLAVE: Territorio; aspectos socioeconómicos; políticas públicas; desarrollo municipal, dinámica económica.

ABSTRACT: State-level government actions often ignore the municipal dynamics that allow for characterizing and complicating problems at the socioeconomic, territorial, and historical levels. This study analyzes the state of Puebla from a municipal perspective during the period 2023 to 2024, with the

the aim of contextualizing the applied dynamics based on the policies that promote municipal economic development in terms of the formation of cooperatives, strengthening the Puebla countryside, and productive projects.

KEYWORDS: Territory; socioeconomic aspects; public policies; development; economic dynamics.

INTRODUCCIÓN

El fortalecimiento de los municipios y su investigación ha sido un tema que estudiar desde los años ochenta con las reformas hacendaria y fiscal para la recaudación de impuestos desde lo local con la finalidad de incentivar el fortalecimiento de estos y la provisión de bienes públicos locales. Sin embargo, también existen otras perspectivas teóricas de análisis como núcleo de desarrollo porque se consideran las entidades políticas y públicas más cercanas a la población, por lo que son fundamentales para la prestación de servicios (Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal, INAFED; 2004), es decir, de ellas se deriva la mejora en la calidad de vida de las personas en el corto plazo, a través de los servicios públicos.

A la par, el estado debe de tener la obligación de crear políticas que incentiven su desarrollo sostenible, equitativo y económico, sin embargo, estas políticas no solo son generalizadas, sino también crean una relación de dependencia con la Federación, incentivando el centralismo, desde las aportaciones fiscales, las políticas públicas y los lineamientos normativos (Faya 1988). Además, se centran sobre el crecimiento del municipio como entidad y no de sus poblaciones que concentran una historia, cultura y tradiciones; en palabras de Aaron Wildavsky (citado en Pérez, 2016), los actores de una política pública son las personas o entidades que participan o influyen en los procesos de toma de decisiones.

Es decir, el estudio de los actores cobra importancia en un análisis de política pública en la medida en que, por lo general, quien incorpora la definición aceptada del problema público, suele ejercer mayor influencia en el proceso de búsqueda y asignación de soluciones (Canto, 2010). Por ello contextualizar las políticas desde el gobierno, y en el caso aplicado de la investigación del orden estatal, permite tener una mayor efectividad de ellas considerando que el aparato gubernamental es el actor nodal de las políticas públicas por ser el que planea, presupuesta y ejecuta.

Con ello, los diversos retos a los que se enfrentan los municipios hacen que la propia ciudadanía exija a los mismos una mayor responsabilidad y solvencia de las necesidades básicas (Bahl and Linn, 1992) pero al mismo tiempo es limitado por la propia estructura orgánica en cuanto a la escasez de fuentes tributarias deteriorando su autonomía hacendaria y limitando sus propios objetivos planteados.

Así desde el año 2004, la Organización Mundial Unificada de Gobiernos Locales (citado en Espíndola, 2005) declaró que se requieren comenzar a plantear desde los gobiernos federales y estatales políticas adecuadas de transferencia de recursos financieros, así como de generación propia a través de recaudaciones fiscales progresivas con la finalidad de incentivar la autonomía dentro de los municipios y, por ende, el propio crecimiento económico del país. Además, considerar políticas económicas autosostenibles por los ciudadanos que permitan un tránsito adecuado a un crecimiento sostenible, tendrá impacto no solo en el desarrollo del municipio como entidad, sino en sus habitantes a través de su ingreso.

Ya que, de acuerdo con datos del INEGI (2022) las 32 entidades del país registraron 2.68 billones de pesos en ingresos totales durante 2022.

De este monto, apenas 8.2% se generaron a través de la recaudación de impuestos, equivalente a 218,683 millones de pesos, siendo el Impuesto sobre Nómina el más importante en general.

Si bien el Sistema de Coordinación Fiscal Mexicano lleva a cabo dichas funciones, la realidad es que la dependencia económica y financiera de los municipios sigue prevalencia, ya que

Para el caso del Estado de Puebla en específico a lo largo de los últimos años se ha tenido un crecimiento exponencial sentado las bases para posicionarse a nivel nacional en aspectos clave de modernización e innovación, sin embargo, la distribución y crecimiento en los municipios no se ha reflejado de manera homóloga lo que muestra las dicotomías existentes en el mismo.

Es decir, en materia de vivienda y ocupación del suelo ha existido una mayor demanda y ocupación lo que ha incrementado los lugares habitados, sin embargo, estas acciones no han sido paralelas en cuanto a incremento de recursos para dotación de servicios públicos, entre otras necesidades de infraestructura y movilidad.

Cabe mencionar que en los últimos ocho años se contaron con modificaciones al instrumento rector de planeación derivado de cambios en la Gobernatura por decesos, modificaciones o licencias, trayendo consigo inestabilidad política y económica en la entidad; sin embargo, en el transcurrir de las administraciones se preservaron proyectos estratégicos encaminados al crecimiento del campo como son los Programas de Recuperación de la Cafecultura, Impulso al Agave Mezcalero y Reconversión Productiva (Secretaría de Planeación y Finanzas, 2023); la creación de cooperativas enfocadas a las artesanías y el financiamiento de proyectos productivo, que perduraron a lo largo de las administraciones y los cambios de gobierno.

En este marco, es importante señalar que el estado de Puebla ha tenido un crecimiento importante como resultado de su dinámica económica, en donde se han creado condiciones para el impulso y fortalecimiento de la actividad empresarial, tales como la construcción de parques industriales, la aparición de nuevas empresas y la expansión de las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas (MIPyMES) establecidas.

En la presente investigación se realiza un análisis de los indicadores socioeconómicos del estado de Puebla a partir de su posicionamiento territorial y espacial, así como una comparativa con relación a los programas implementados en materia de campo, economía y trabajo.

En un primer momento se conceptualiza el municipio como núcleo de desarrollo, además de analizar la incorporación de los actores en la política pública, dado que medida que el estado territorialice sus políticas tendrá una mayor efectividad de estas.

Después se analizan los datos más relevantes para el estado de Puebla contextualizando la diferenciación entre regiones y municipios a partir de sus principales datos socioeconómicos; y, por último, se analizan las políticas implementadas por el periodo 2023-2024 con relación al campo, la economía y el trabajo para verificar su efectividad e impacto.

METODOLOGÍA

La presente investigación realiza un estudio sobre la caracterización de los municipios a partir de los datos socioeconómicos publicado por INEGI y CONEVAL para definir la disparidad de oportunidades en función de su territorio y su vocación productiva; para tal caso se especifican indicadores de marginación, pobreza, unidades económicas y población.

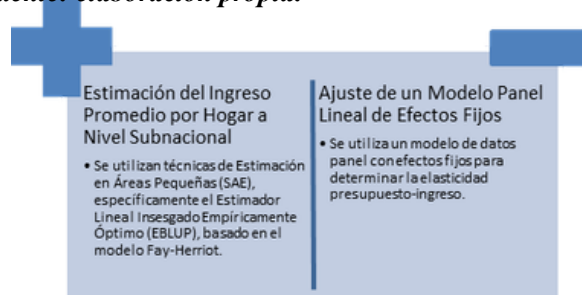
La revisión bibliográfica se realizará bajo el método sistemático (Page et al., 2021) bajo la premisa de ¿Cuál es el impacto de las políticas enfocadas al campo, la economía y el trabajo en los municipios que permitan una disminución de las brechas de la desigualdad?, con ello se evaluarán los resultados obtenidos en función de sus características sociodemográficas y su cambio una vez implementadas dichas políticas, si bien existen programas que fueron de nueva creación, los analizados corresponden a proyectos estratégicos de largo plazo que dan pauta a una visualización de la política pública.

En un segundo momento, con información publicada por el Gobierno del Estado de Puebla a través de sus Informes de Gobierno y Padrones de Beneficiarios, en función del presupuesto otorgado por Programa y Municipio se realiza un modelo matemático denominado Índice de Presencia Gubernamental (Morales-Linares, et al., 2025) el cual proporciona información sobre la incidencia positiva o negativo del programa con relación al ingreso de los hogares.

La construcción matemática se desarrolló en dos fases:

Figura 1. Etapas de construcción del índice de Presencia Gubernamental.

Fuente: elaboración propia.



En la primera fase el Modelo Fay-Herriot: se describe de la siguiente manera

$$\hat{\theta}_i^{EBLUP} = \gamma_i Y_i + (1 - \gamma_i) X_i \hat{\beta}$$

Donde:

- $\hat{\theta}_i^{EBLUP}$ es el ingreso promedio trimestral de los hogares en el municipio i .
- γ_i es un factor de suavizamiento.
- Y_i es el estimador directo del parámetro de interés en el área i .
- X_i es el vector de características auxiliares (por ejemplo, escolaridad promedio, proporción de población rural, etc.) en el área i .
- $\hat{\beta}$ es el estimador de los coeficientes del modelo que relaciona las variables auxiliares con el parámetro de interés.

A su vez:

$$\gamma_i = \frac{\hat{\sigma}_u^2}{\hat{\sigma}_u^2 + \sigma_{e_i}^2}$$

Donde:

- σ_u^2 es la varianza del modelo, es decir la variación entre áreas, heterogeneidad de áreas.
- $\sigma_{e_i}^2$ es la varianza del estimador directo, es decir del error muestral.

Cuando no se dispone de información muestral directa para determinados dominios (es decir, cuando no se observa Y_i), no es posible aplicar el modelo Fay-Herriot en su forma estándar. En estos casos, el estimador EBLUP se reduce a una versión sintética, que se basa exclusivamente en las covariables auxiliares disponibles:

$$\hat{\theta}_i^{SYN} = X_i \hat{\beta}$$

Cuando no hay información muestral directa (Y_i directo no se observa), el EBLUP se reduce a un estimador sintético:

Este estimador permite cubrir áreas sin datos directos, aunque con menor precisión. Además, el modelo fue sometido a pruebas de diagnóstico (homocedasticidad, linealidad, multicolinealidad, normalidad y autocorrelación) y los resultados se calibraron con datos estatales para asegurar la coherencia.

En segundo lugar, esta herramienta econométrica es particularmente adecuada para analizar fenómenos que presentan variaciones tanto entre unidades (como los municipios) como a lo largo del tiempo (diferentes años).

El enfoque de efectos fijos permite controlar la heterogeneidad no observable que se mantiene constante dentro de cada unidad de análisis, lo cual resulta especialmente relevante en estudios de política pública, donde factores estructurales —como la ubicación geográfica, la infraestructura disponible o la trayectoria institucional— pueden influir significativamente en la variable dependiente. La especificación del modelo es la siguiente:

$$Y_{it} = \alpha_i + \beta * Presupuesto_{it} + \sum_{k=1}^k \gamma_k X_{ikt} + \mu_i + \varepsilon_{it}$$

Donde:

- Y_{it} representa el ingreso promedio de los hogares en el municipio i en el año t ,
- Presupuesto es el monto total del presupuesto público asignado a programas de gobierno en el mismo municipio y periodo,
- X_{ikt} es un vector de variables de control que pueden influir en el ingreso y que varían tanto en el tiempo como entre municipios,
- μ_i son los efectos fijos municipales, que capturan todas las características no observables constantes en el tiempo,
- ε_{it} es el término de error idiosincrático.
- Para aislar de forma más precisa el efecto del presupuesto gubernamental sobre los ingresos municipales, se incorporan diversas variables de control, seleccionadas con base en la literatura sobre desarrollo económico local y pobreza:
- Tasa de población económicamente activa (PEA)
- Años promedio de escolaridad
- Proporción de población rural
- Tasa de ocupación formal
- Porcentaje de población con acceso a seguridad social
- Número de unidades económicas registradas
- Actividad económica predominante (variables categóricas)
- Número de beneficiarios de transferencias federales.

El modelo genera un Índice de Presencia Gubernamental que clasifica los programas según su impacto estimado en el ingreso de los hogares en tres categorías:

- Programas con impacto positivo en el ingreso.
- Programas con áreas de oportunidad o impacto negativo.
- Programas para los cuales no fue posible calcular el efecto debido a limitaciones de información.

MARCO DE REFERENCIA

La presencia gubernamental se aplica en dos sentidos, a través de la capacidad de respuesta sobre las necesidades básicas y en la atención de programas o proyectos que mejoren su calidad de vida en el largo plazo, para ello se describe el marco de referencia de las políticas públicas y se especifica el concepto de municipio como núcleo de desarrollo, con el fin de comprender como la base principal de planeación y creación de políticas en algunos casos queda desfasada de la aplicación de programas gubernamentales estatales, y que, en una concepción de crecimiento, deberán ser consideradas complementarias.

Enfoque Teórico de las Políticas Públicas

Las políticas públicas son un conjunto de acciones y decisiones tomadas por los gobiernos para abordar problemas sociales, económicos y ambientales. Estas son fundamentales para el desarrollo y el bienestar de una sociedad, ya que influyen en la calidad de vida de los ciudadanos y en la estructura económica y social de un país.

Singer (2008), señala que las propuestas de política pública han tenido un sesgo favorable a favor de la ciudad, ya que desde el proceso de industrialización ésta se volvió factor de crecimiento por su productividad, al mismo tiempo, se establecieron los mecanismos de división del trabajo; considerados por excelencia mecanismos de explotación; denotando un reacomodo de la misma estructura.

De acuerdo con Alcántara (1994) las políticas se consideran como determinados flujos del régimen político hacia la sociedad, concebidas como productos del sistema social; también se consideran resultado de las actuaciones de los elementos fundamentalmente institucionalizados del sistema político. Por tanto, son las acciones de gobierno, que buscan dar respuestas a las diversas demandas de la sociedad; considerándose como un proceso decisional ya que se lleva a cabo en un lapso determinado.

Luis Aguilar (2019), especifica que “las políticas públicas son el resultado de un proceso complejo que involucra la identificación de problemas, la formulación de soluciones y la implementación de acciones” (p. 45). Esta definición resalta la naturaleza dinámica y multifacética de las políticas públicas, que deben adaptarse a las realidades cambiantes de la sociedad.

Por otro lado, Wildavsky (1987) enfatiza que “las políticas públicas son el reflejo de las decisiones políticas que buscan resolver problemas específicos en un contexto social determinado” (p. 23).

Esta perspectiva sugiere que las políticas públicas no son solo respuestas técnicas, sino que también están influenciadas por intereses políticos y sociales; además considera que “la colaboración entre diversos actores es esencial para el éxito de las políticas públicas, ya que cada grupo aporta diferentes perspectivas y recursos al proceso” (p. 34).

El proceso de formulación de políticas pública, considerado un ciclo, consta de varias etapas, que incluyen la identificación de problemas, la formulación de alternativas, la toma de decisiones, la implementación y la evaluación (Camou, 1993).

Además, Wildavsky (1987) argumenta que “la implementación de políticas requiere no solo de la voluntad política, sino también de estructuras administrativas efectivas y de la participación activa de los ciudadanos” (p. 56). Esto implica que la capacidad institucional y la participación ciudadana son elementos clave para la efectividad de las políticas públicas.

A pesar de su importancia, la formulación y la implementación de políticas públicas enfrentan numerosos desafíos. Uno de los principales es la complejidad de los problemas que buscan resolver. Luis Aguilar (citado en Camou, 1993) señala que “los problemas sociales son a menudo multidimensionales y requieren enfoques integrales que consideren diversas variables” (p. 135). Además, la polarización política y la desconfianza en las instituciones pueden obstaculizar el proceso de formulación de políticas. Wildavsky (1987) advierte que “la falta de consenso político puede llevar a decisiones ineficaces y a la implementación de políticas que no reflejan las necesidades de la población” (p. 47).

Comprensión del municipio como núcleo de desarrollo

El municipio es una de las entidades administrativas más relevantes en la organización del Estado, ya que es el primer contacto con la ciudadanía y desempeña un papel crucial en la gestión de los asuntos locales y en la promoción del desarrollo comunitario. Es decir, es considerada la unidad básica de la organización política y administrativa (Canto, 2010).

La creciente urbanización y la expansión de la población llevaron a la necesidad de una administración local más eficiente y organizada. Según Vargas (2020), este periodo marcó el inicio de la profesionalización de la gestión municipal, donde se implementaron estructuras administrativas más complejas y se formalizaron las funciones y competencias de los gobiernos locales

En la actualidad, el municipio desempeña un papel fundamental en la gobernanza y el desarrollo sostenible. La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas reconoce la importancia de la acción local en la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas (ONU, 2021), los municipios son actores clave en la implementación de políticas que aborden desafíos globales, como el cambio climático, la pobreza y la desigualdad.

Además, el municipio es un espacio privilegiado para la innovación social y la participación ciudadana. En sí, la cercanía entre los gobiernos locales y los ciudadanos permite una mayor flexibilidad en la implementación de políticas y programas que respondan a las necesidades específicas de la comunidad (Díaz, 2017). Esto es crucial en un contexto donde los problemas sociales y ambientales requieren soluciones adaptadas a cada realidad local.

El artículo 115 presenta sus tres implicaciones fundamentales sobre la competencia municipal en cuanto a su hacienda y específicamente, sus contribuciones inmobiliarias:

- Disponen de facultades y aptitudes para proponer la legislatura estatal las cuotas y tarifas aplicables a sus impuestos, derechos y contribuciones de mejoras.
- Tienen competencia para proponer las tablas de valores unitarios de suelo y construcciones que servirán de base para el cobro de contribuciones inmobiliarias.
- Los valores unitarios de suelo que propongan serán equiparables a los valores de mercado de esta propiedad.

Respecto de sus características, varían en función de la perspectiva teórica, por ejemplo, para José Juan Sánchez (Ortiz, 2015) lo principal es la personalidad jurídica propia lo que permite mayor autonomía autonomía para la creación y ejecución de políticas y programas públicos; mientras que para Fernández (2020) es la descentralización administrativa la que permite que los municipios gestionen sus recursos y servicios de manera autónoma, lo que favorece la participación ciudadana en la toma de decisiones. Esto es especialmente relevante en contextos donde la proximidad entre el gobierno y la población puede resultar en una gestión más efectiva y adecuada a las necesidades locales. Una función clave del municipio es la promoción de la participación ciudadana. Según Pérez (2022, citado en Rodríguez et al., 2024), los municipios deben facilitar mecanismos para que los ciudadanos puedan involucrarse en la toma de decisiones, lo que no solo fortalece la democracia local, sino que también mejora la calidad de vida de la comunidad

Cabe mencionar que, los municipios desempeñan un papel fundamental en la implementación de políticas de desarrollo sostenible, ya que son las entidades más cercanas a la ciudadanía y, por lo tanto, pueden abordar de manera más efectiva las necesidades y prioridades locales.

Sin embargo, dadas las transformaciones en el tiempo y sociales, el municipio enfrenta diversos desafíos dado que su capacidad de respuesta y aplicación pueden llegar a suplirse con capacidades institucionales estatales, a través de Programas Sociales que atiendan necesidades básicas, de crecimiento económicos o de impulso al desarrollo social.

Ramírez (2010), especifica que la dependencia económica o hacendaria es uno de los problemas principales de los gobiernos locales de países en desarrollo, es decir, dependen de fondos externos y transferencias del gobierno central, lo que limita su capacidad de autogestión.

En resumen, los municipios son actores clave en la implementación de políticas de desarrollo sostenible. Su capacidad para gestionar recursos locales, fomentar la participación ciudadana y promover prácticas sostenibles les permite abordar de manera efectiva los desafíos ambientales, sociales y económicos que enfrentan sus comunidades.

Contextualización socioeconómica de los municipios del estado de Puebla

El estado de Puebla es considerado en términos económicos una de las principales entidades con mayor producción con relación a la industria manufacturera (octava economía a nivel nacional), además de contar con uno de los clústeres educativos del centro sur más importantes.

El estado cuenta con una población de 6 millones 583 mil 278 personas, representando el 5.2% de la población nacional. De las cuales, 3 millones 423 mil 163 son mujeres y 3 millones 160 mil 115 son hombres; con relación a datos del Censo en 2010, se indica que se ha tenido un crecimiento de 14% de la población total; su densidad de población general es de 192 habitantes por kilómetro cuadrado. Sin embargo, en localidades con más de 100 mil habitantes, en particular las ciudades de Puebla y Tehuacán cuentan con densidades de población significativamente más altas de 3 mil 167 y 591 habitantes por kilómetros cuadrados, respectivamente.

Con relación a la población en situación de pobreza se especifica que el 62.54% se encuentra en situación de pobreza a nivel estatal, de los 217 municipios 16 se encuentra con un porcentaje de su población en pobreza entre un 98 y 90 por ciento, 60 entre un 89 y 80 por ciento, 124 entre un 79 y 60 por ciento, 14 entre un 59 y 50 por ciento, 3 entre un 49 y 40 por ciento y sólo un municipio tiene menos de 35% de su población (Cauatlancingo).

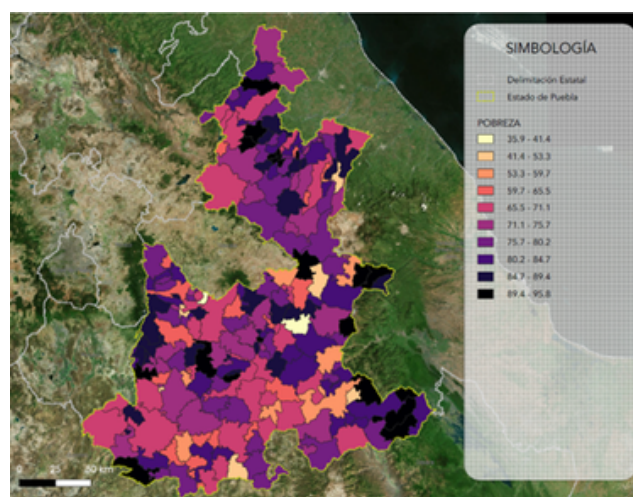
Dentro de los municipios con mayor porcentaje de población en pobreza se encuentran Cuetzalán del Progreso, Francisco Z. Mena y Eloxochitlán, este último catalogado en el año 2020 como uno de los municipios más pobres a nivel nacional. Estos datos también demuestran la falta de accesibilidad a sus derechos sociales y básicos, así como la incapacidad de generar otras oportunidades que les permitan mejorar su ingreso y calidad de vida. Si bien existen programas sociales enfocados a ellos, también se deben de crear otro tipo de programas enfocados a la capacidad económica y financiera que se genere en las familias.

Se destaca que el municipio de San Miguel Xoxtla es el que tiene menor porcentaje de personas en situación de pobreza, considerando que es uno de los municipios con mayor inversión, se podría inferir que una variable de soporte es justo la economía que se genera en el municipio.

Figura 2

Población en situación de pobreza por municipio del Estado de Puebla, 2020

Fuente: Elaboración propia con información del Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL, 2020a).



Es importante especificar que la focalización sobre el Estado de Puebla deriva de la diversidad de municipios con alto rezago social y con bajo rezago, encontrándose una variación incremental de los municipios más pobreza del 2010 al 2020 como son Quecholac, Palmar de Bravo, Los Reyes de Juárez, Acajete y Acatzingo (CONEVAL, 2020a); por tanto, la discrepancia sirve de referencia ya que son de los municipios que cuenta con mayor asignación de acuerdo con la fórmula de distribución mencionada.

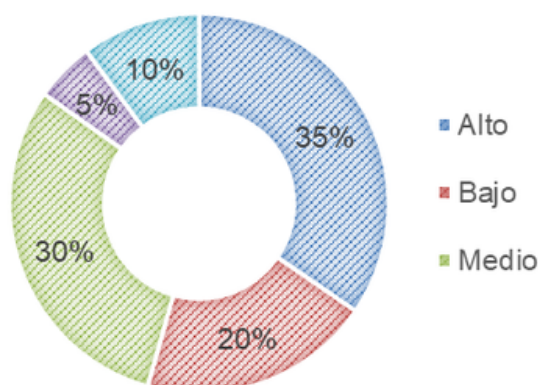
Haciendo un cruce de análisis con el índice de rezago social se aprecia que 22 Zonas de Atención Prioritaria (ZAP) Rurales cuentan con un alto grado de marginación y de rezago social y cinco municipios cuentan, en los dos indicadores marginación y rezago, un grado muy alto; lo que denota porcentajes de población con pobreza extrema por arriba del 25%, como sucede en los casos de Olintla, Vicente Guerrero y Huetlalpan.

Esta tendencia tiene una relación directa con la población por grados de marginación, indicando que el 35% de los municipios tienen un grado de marginación alto y sólo el 10% uno muy bajo. Es decir, refleja la intensidad de las privaciones de derechos básicos de las personas como son educación, vivienda, distribución de ingresos y salud. Con ello se refleja la necesidad de contar con programas enfocados a la autosostenibilidad y atención de las necesidades básicas, como es la alimentación.

Gráfica 1

Distribución de municipios por grado de marginación

Fuente: Elaboración propia con información del CONEVAL (2020b).



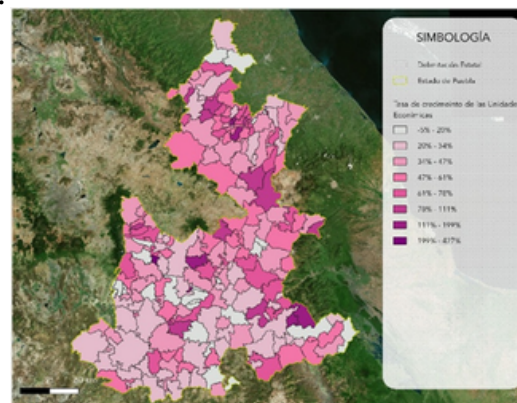
En materia económica la principal actividad considerada por cantidad de Unidades Económicas en el Comercio al por menor en tiendas de abarrotes, ultramarinos y misceláneas con 184 municipios con mayor número, seguido de 64 municipios que tienen mayor número de empresas para Elaboración de tortillas de maíz y molienda de nixtamal (Inegi, 2024).

Los municipios con mayor incremento de Unidades Económicas entre 2018 y 2024 son considerados de bajo desarrollo, es decir con una pobreza extrema alta y bajo porcentaje de contribución del PIB entre los que se encuentran Santa Isabel Cholula (427%), Cuautinchán (199%), La Magdalena Tlatlauquitepec (161%), Coatepec (144%) y San Antonio Cañada (143%); mientras que los municipios con menor crecimiento de Unidades Económicas son Tepemaxalco (9.59%), Tianguismanalco (7.66%), Acteopan (7.65%), Santa Catarina Tlaltempan (4.35%), Pantepec (0.32%) y sólo Teopantlán considera una tasa negativa con -4.99%, es decir, existe un decrecimiento de empresas en el municipio.

Figura 3

Crecimiento de Unidades Económicas

Fuente: Elaboración propia con información de Inegi (2024 y 2018).



Sin embargo, en términos de Producción Bruta Total (PIB), el estado generó en 2018 \$775,086.014 millones de pesos mexicanos, considerando que los diez municipios con mayor generación recursos son principalmente zonas centro o cabeceras de región, sin embargo, se encuentra San Miguel Xoxtla que no considera ni una décima parte de la población del municipio de Puebla.

Tabla 2

Fuente: Elaboración propia con información del Instituto Nacional de Estadística y Geografía e Informática (Inegi, 2019).

PIB		PIB	
Municipio	Producción Bruta Total (MDP) 2018	Municipio	Producción Bruta Total (MDP) 2018
NAUZONTLA	\$ 5.54	PUEBLA	\$ 223,336.81
AXUTLA	\$ 5.34	CUAUTLANCINGO	\$ 201,718.07
ATZALA	\$ 5.18	SAN JOSÉ	\$ 103,565.04
		CHIAPA	
CAMOCUAUTLA	\$ 4.57	HUEJOTZINGO	\$ 42,109.98
ZOQUIAPAN	\$ 4.39	TEHUACÁN	\$ 26,846.12
SAN MIGUEL	\$ 4.09	SAN ANDRÉS	\$ 20,160.48
IXTLÁN		CHOLULA	
SAN MARTÍN	\$ 3.85	AMOZOC	\$ 16,011.20
TOTOLTEPEC			
CALTEPEC	\$ 3.84	SAN MARTÍN	\$ 15,921.90
		TEXMELUCÁN	
COATEPEC	\$ 1.76	SAN MIGUEL	\$ 13,776.38
SAN FELIPE	\$ 1.58	XOXTLA	
TEPATLÁN		SAN PEDRO	\$ 12,071.68
		CHOLULA	

Haciendo un análisis detallado por sector económicos se indica que sólo 28 de 217 municipios cuenta con datos relacionados con aportaciones al PIB destacando los municipios de Tehuacán y Acatzingo, sin embargo, el 20.6% de la población ocupada se dedica al sector primario, de los cuales 96.2% en el subsector agrícola; 3.8% en el pecuario; y 0.03% en el pesquero. Además, a nivel nacional, Puebla ocupa el lugar 12 en cuanto al volumen generado en el subsector agropecuario y pesquero, al generar 8 millones 995 mil 876 toneladas (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, SADER, 2022).

Para el caso de la Industria Manufacturera se indica que una tercera parte a nivel estatal se genera por el sector industrial (Secretaría de Economía del Gobierno del Estado de Puebla, 2019), por ello 215 municipios tienen un porcentaje de aportación de su PIB, identificando que solo Lafragua y San Felipe Tepatlán no cuentan con aportaciones a este sector. Es importante considerar que este sector económico integra las actividades de sectores como el automotriz, autopartes, textil y confección, alimentos y bebidas, entre otros; por ello, datos de la Secretaría de Economía indican que la industria manufacturera respecto al mes de marzo de 2023 creció en 14.5%, mientras que, en términos anuales, en el comparativo con abril de 2022, repuntó en 8.3% (México Industry, 2023).

Con relación a los datos del sector de comercio al por menor se indica que todos los municipios cuentan con aportaciones al PIB y para más del 30% es su principal actividad, por ello la precarización laboral y la falta de esquemas de derechos como la seguridad social. Para el caso del sector de Comercio al por mayor, 142 de 217 municipios tienen aportaciones al PIB, destacando Amozoc, Cuautlancingo, Huejotzingo, Puebla, Santiago Miahuatlán y Tehuacán con datos de más de 800 millones de pesos.

Por otro lado, el Valor Agregado Censal Bruto (VACB) es de \$290,524.19 millones de pesos mexicanos a nivel estatal, es decir, es el valor que se genera en la producción al restar el consumo intermedio, por tanto en promedio cada municipio de Puebla deberá considerar un VACB \$1338 millones de pesos mexicanos, sin embargo existen municipios con valores negativos como es Zoquiapan y sólo 25 de 217 alcanzan el promedio estimado, es decir, existe una precarización sobre la generación de valor económicos dentro del estado, además de que los sectores con mayor Unidades Económicas se relaciona con comercio al por menor con bajo nivel de impacto, y en la Industria Manufacturera con dispersión de capital en los quintiles más altos de los ingresos.

Para el caso de la Inversión Total, se denota que los municipios siguen la misma tendencia con relación al PIB, es decir, los municipios con mayor inversión son las cabeceras de región y la Zona Metropolitana de Puebla-Tlaxcala, considerando a Cuautlancingo, Puebla y San Andrés Cholula; también se encuentran municipios como San Miguel Xoxtla, Huejotzingo, Amozoc y San Martín Texmelucan; mientras que los municipios con menor porcentaje de inversión son Hermenegildo Galeana, Totoltepec De Guerrero, Vicente Guerrero, Hueytlalpan y San Felipe Tepatlán.

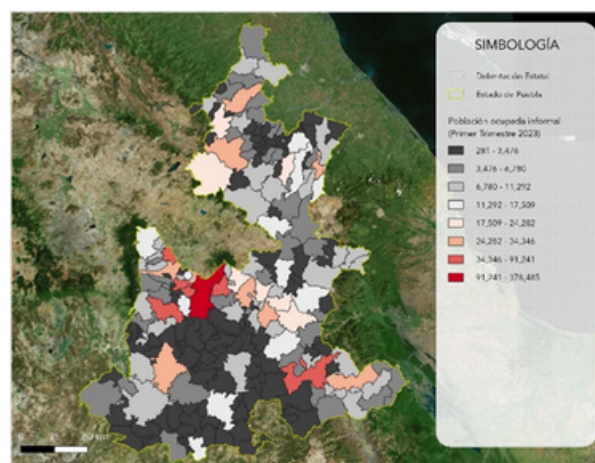
Cabe mencionar que existen 43 municipios con datos en negativo lo que significa que pueden deberse a diversos factores, como la quiebra de empresas, la venta de acciones a mexicanos por parte de accionistas extranjeros, o la distribución de utilidades mayor a la generada. En estos casos, los flujos negativos se refieren a salidas netas de recursos de la entidad.

De los 6 millones 583mil 278 personas que integran el Estado, el 48.58% se consideran dentro de la Población Económicamente Activa (PEA), el 98% de esta se encuentra ocupada; sin embargo el 62.37% está en situación de ocupada informal; es decir, no existen condiciones adecuadas para asegurar una empleabilidad con derechos sociales básicos, como es la accesibilidad a la seguridad social; por tanto, se requieren crear otros esquemas de formalidad en el empleo y sostenibilidad en el tiempo, como es el caso del emprendimiento y generación de Unidades Económicas a nivel municipal.

Figura 4

Población ocupada Informal, Primer Trimestre 2023

Fuente: Elaborado por Aldo Martínez Ramón con información de Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Información (Inegi, 2023)



En síntesis, estos datos indican que el estado de Puebla tiene un panorama complejo y heterogéneo que requiere de políticas que apunten a la sostenibilidad en función de las características de su territorio. Además, se visualiza que se encuentra caracterizado por marcadas disparidades en términos de pobreza, marginación, actividad económica y oportunidades de desarrollo. Si bien Puebla se posiciona como una entidad con una importante producción manufacturera a nivel nacional y alberga un clúster educativo relevante en el centro-sur, la radiografía a nivel municipal expone profundas desigualdades que requieren una atención integral y diferenciada.

La alta proporción de población en situación de pobreza, alcanzando un 62.54% a nivel estatal, es un indicador alarmante de las carencias y la falta de acceso a derechos sociales básicos que enfrentan gran parte de los habitantes.

La distribución territorial de la pobreza y la marginación es un factor crítico para considerar. El incremento de la pobreza en municipios como Quecholac, Palmar de Bravo, Los Reyes de Juárez, Acajete y Acatzingo entre 2010 y 2020, a pesar de ser receptores de asignaciones presupuestales, cuestiona la efectividad de los mecanismos de distribución actuales y la necesidad de una revisión exhaustiva.

El elevado número de Zonas de Atención Prioritaria (ZAP) Rurales con alto grado de marginación y rezago social, donde la pobreza extrema supera el 25%, como en Olintla, Vicente Guerrero y Huetlalpan, exige una acción prioritaria y coordinada entre los diferentes niveles de gobierno y la sociedad civil. La correlación directa entre el grado de marginación y la privación de derechos básicos como educación, vivienda, ingresos y salud enfatiza la multidimensionalidad de la pobreza y la necesidad de abordar sus causas estructurales.

En el ámbito económico, la predominancia del comercio al por menor en tiendas de abarrotes como principal actividad en un gran número de municipios, si bien refleja una base económica local, también sugiere una limitada diversificación y un potencial de crecimiento restringido. El incremento significativo de unidades económicas en municipios considerados de bajo desarrollo, aunque positivo, debe analizarse en detalle para comprender su calidad, su capacidad de generación de empleo formal y su contribución real al desarrollo económico sostenible.

Con ello, la marcada disparidad en la Producción Bruta Total (PBT) entre los municipios, con una concentración significativa en la zona metropolitana y cabeceras regionales, evidencia una fuerte centralización económica y la necesidad de políticas que promuevan la descentralización y el desarrollo endógeno en el resto del estado. La baja aportación al PIB de un número considerable de municipios subraya la urgencia de impulsar sectores económicos con mayor valor agregado.

Además, la alta tasa de informalidad laboral, que afecta a más del 62% de la población ocupada, es un obstáculo significativo para el desarrollo socioeconómico sostenible. La falta de acceso a la seguridad social y a condiciones laborales dignas perpetúa la vulnerabilidad y limita las oportunidades de mejora en la calidad de vida. En este contexto, la promoción del emprendimiento y la generación de unidades económicas formales a nivel municipal se presentan como estrategias clave para impulsar la formalización del empleo y la creación de oportunidades económicas más resilientes y equitativas.

El análisis sectorial revela la importancia del sector primario, especialmente la agricultura, como fuente de empleo para una parte considerable de la población. Sin embargo, su contribución al PIB y su capacidad para generar ingresos elevados pueden ser limitadas en muchos municipios. La industria manufacturera, por su parte, representa un motor importante de la economía estatal, pero su impacto a nivel municipal es desigual, con una concentración en ciertos polos industriales.

El bajo Valor Agregado Censal Bruto (VACB) promedio por municipio y la existencia de valores negativos en algunos casos señalan una precarización en la generación de valor económico y la necesidad de fortalecer las cadenas productivas locales. La concentración de la inversión total en los municipios con mayor PIB refuerza la tendencia de centralización económica y la necesidad de incentivar la inversión en zonas con mayor rezago.

RESULTADOS

Con la finalidad de impulsar el desarrollo económico y el crecimiento de los municipios el Gobierno del Estado de Puebla, con la publicación de la modificación y adecuación del Plan Estatal de Desarrollo 2019-2024 impulso programas y/o proyectos estratégicos en el Eje 3. Fortalecimiento del Campo e Impulso a la Economía Justa y Social (Gobierno del Estado de Puebla, 2023a). A continuación, se describen las estrategias implementadas en los tres rubros del eje o temáticas impartidas, así como los resultados indicados, con énfasis sobre los municipios.

Temática Campo Poblano

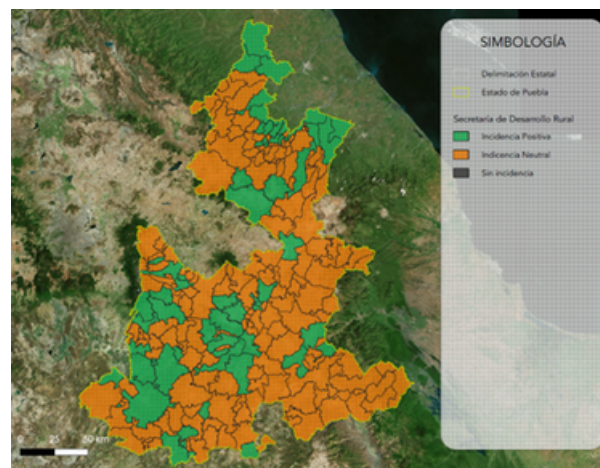
De conformidad con la modificación y adecuación del Plan Estatal de Desarrollo 2019-2024 “El fortalecimiento del campo crea empleos y oportunidades, mejora la calidad de vida y mitiga las migraciones forzadas. El impulso en este sector aumenta en gran medida la resiliencia económica y reduce la vulnerabilidad ante fenómenos económicos globales” (Gobierno del Estado de Puebla, 2023b: 98). Por tanto, la temática se basa en potencializar el sector primario en los municipios.

Se considera como Proyecto Estratégico el Programa de Impulso al Agave Mezcalero, sin embargo, dentro de las 15 líneas de acción consideran otros programas como el café, las Escuelas de Campo, la tecnificación del campo y la recuperación de saberes enfocados a la sostenibilidad.

Figura 5

Resultados de Programas de la Secretaría de Desarrollo Rural

Fuente: *Elaboración propia con información de Secretaría de Desarrollo Rural del Gobierno del Estado de Puebla (SDR, 2024)*



En el primer informe de gobierno se identifica la entrega de 15 millones de agave, teniendo como principales zonas de atención las regiones de Tehuacán y Tepexi de Rodríguez; también se entregó equipamiento para 80 viveros, 21 unidades de sistemas fotovoltaicos y 25 equipos para palenques. Cabe mencionar que las zonas con mejor atención son Amozoc y Ciudad Serdán, esto se debe a la propia vocación productiva del territorio, considerando también que para este Programa solo se consideraron 12 de las 22 regiones existentes en 2023. Así se visualiza que la zona sur del estado es la de mayor concentración de programas y acciones gubernamentales de este tipo.

Resultado de lo anterior, se aumentó la producción de mezcal de 332 mil litros en 2022 para pasar a 500 mil litros en 2023, con una proyección futura de un millón de litros anuales como meta.

Para el segundo informe de gobierno, se indica que el programa tuvo un beneficio de 2 mil 849 personas, es decir, solo abarcó el 0.04% de la población total del municipio, o el 0.06% de la población de 18 años y más. Si se considera uno de los principales programas de gobierno, este debería tener una perspectiva de beneficiarios en función de la cantidad de población dedicada al sector primario y las actividades de este tipo. Durante los dos años de administración de atendieron a 108 municipios con este programa.

De acuerdo con el Informe Estadístico 2024 del Consejo Mexicano Regulador de la Calidad del Mezcal, Puebla se posiciona como el segundo mayor productor de mezcal a nivel nacional, con

una producción de 604 mil 638 litros. Además, el estado ocupa el segundo lugar en el envasado de este destilado en el país, cubriendo el 27.15% de su producción al mercado nacional y el 10.46% al mercado internacional (Gobierno del Estado de Puebla, 2024).

En materia de cafecultora las condiciones cambian, dado que los municipios con mayor recurso son los de la zona norte, en las Sierras, considerando el clima y la altura que se requiere para la explotación de este producto. Se otorgaron 16 mil apoyos a 54 municipios. Para el segundo informe de gobierno no hubo modificación respecto de los municipios, por su vocación productiva, pero si del total de beneficiarios atendiendo a 3216 personas; es decir, a mayor número que el programa de agave mezcalero.

Otro programa de mayor impacto en los municipios es el establecimiento de apiarios y su seguimiento; en el primer año se realizó la instalación de 1331 apiarios y 33,329 colmenas. También se instalaron 250 Escuelas de Campo como espacios para la transmisión de conocimiento del sector primario; éstas se ubican en 118 municipios de los cuales 42 son considerados indígenas.

Parte de las estrategias de poco impacto en los municipios fue la vinculación con sectores económicos para su distribución y venta en otros municipios o en las zonas de mayor afluencia, además de que la tecnificación del campo y su equipamiento no abarcó ni el 20% de los municipios que se dedican al sector primario. Si bien se posicionaron dos productos a nivel internacional (mezcal y café) la agricultura, apicultura y avicultura no se consideraron como factores relevantes de crecimiento.

Cabe mencionar que, si bien se realizó una vinculación de los gobiernos municipales, con relación a sus indicadores socioeconómicos se denota que solo 28 municipios tienen una incidencia sobre el sector primario en materia de PIB, además de considerar una variación respecto de la pobreza en general pasando de 62 a 54 por ciento, la intensificación de la pobreza extrema a nivel municipal sucedió en la zonas de la Sierra, como es el caso del municipio de Eloxochitlán o por género, dado que el 52% de las mujeres indígenas viven en situación de pobreza (Gobierno del Estado de Puebla, 2024).

Impulso Económico

En materia económica, si bien existieron varios programas enfocados al crecimiento de los municipios a través de la explotación de los sectores, solo los programas focalizados por su vocación productiva y

efectividad fueron puntos de venta en comercios y talleres financieros. En la modificación y adecuación del Plan Estatal de Desarrollo (PED) 2019-2024 el objetivo de la temática de desarrollo económico es impulsar la productividad y competitividad; por ende, sus estrategias no se basaron en la generación de condiciones económicas para los municipios sino en la explotación de clústers y zonas previamente existentes, como es Ciudad Modelo.

La temática cuenta con 10 líneas de acción y seis programas estratégicos:

- Nuevas inversiones en sectores estratégicos de la economía.
- Impulso de parques industriales.
- Fortalecimiento del Aeropuerto Internacional Hermanos Serdán.
- Promoción de Ciudad Modelo.
- Incentivos verdes para MiPyMES.
- Estrategia para elevar la competitividad en el mercado de reuniones.

Como se denota dentro de los proyectos estratégicos no se consideran acciones focalizadas para los municipios, sino se basan en función de los sectores de mayor competitividad.

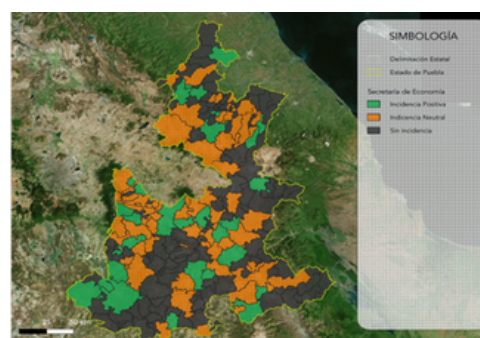
Para el caso de los resultados obtenidos en sus informes de gobierno se especifican resultados de inversiones extranjeras, privadas o públicas para la explotación de la industria automotriz, principalmente, aplicación de financiamiento para la industria manufacturera y el impulso de la economía con la generación de empleos.

Cabe mencionar que, si bien es un factor o expansión de crecimiento, no hay un enfoque sobre la generación de empleos en los municipios, creación de nuevas empresas en territorios aledaños ni conformación de estrategias de autosostenibilidad para las familias.

Figura 5

Resultados de Programas de la Secretaría de Economía

Fuente: *Elaboración propia con información de Secretaría de Economía del Gobierno del Estado de Puebla (SE, 2024).*



En el primer informe de gobierno se mencionan las estrategias de encadenamiento productivo considerando el beneficio para los municipios de Atlixco, San Andrés, Cholula, Cuetzalan del Progreso, Huejotzingo, Zacatlán y Zapotitlán, es decir solo siete de 217 municipios. En el Programa de Emprendimiento para elaboración de Planes de Negocios se consideran solo 11 de 217 municipios, realizando vinculaciones con instituciones de educación superior, es decir, no existe un aprovechamiento del sector educativo para el impulso de programas y proyectos económicos que beneficien a los municipios en sector como comercio al por menor y al por mayor, considerandos de alto impacto y posicionamiento municipal.

En el segundo informe de gobierno los resultados son aplicables a las mismas temáticas, es decir la inversión, la industria y los clústeres, considerando dentro de ellos solo al agave mezcalero como parte de su conformación, pero no a las pequeñas cooperativas, sino a empresas reconocidas a nivel internacional.

Figura 7

Clústeres en el estado de Puebla

Fuente: Retomado de Gobierno del Estado de Puebla (2024: 141).



bajo crecimiento del PIB y generación de alternativas para crecimiento económico.

Tabla 3

Acciones de la Secretaría de Economía por municipio

Fuente: Elaboración propia con información de Secretaría de Economía del Gobierno del Estado de Puebla (SE, 2024); Gobierno del Estado de Puebla (2024) y Gobierno del Estado de Puebla (2023b).

Municipio	Acciones 2024	Acciones 2023	Total
PUEBLA	1008	1880	3225
SAN PEDRO CHOLULA	145	309	491
SAN ANDRÉS CHOLULA	123	284	438
CUAUTLANCINGO	56	117	186
SAN MARTÍN TEXMELUCAN	83	31	160
TEHUACÁN	53	90	151
ZACATLÁN	13	111	128
ATLIXCO	32	80	117
HUEJOTZINGO	28	43	83
CALPAN	8	54	68
CORONANGO	15	44	64
AMOZOC	23	32	62

Trabajo

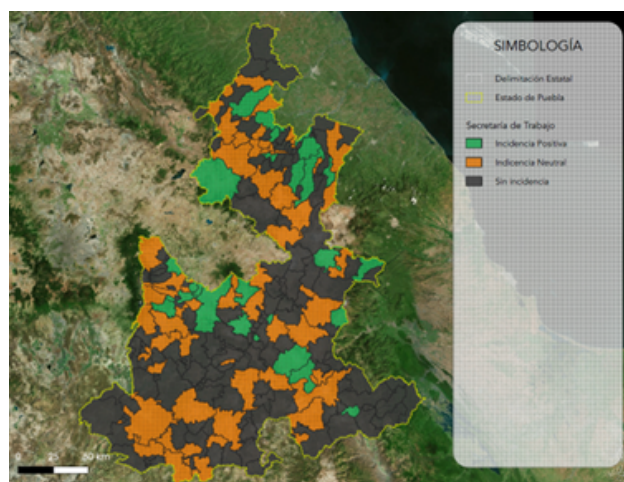
La temática de trabajo digno se enfoca en las acciones realizadas por la entonces Secretaría de Trabajo (con la nueva administración pasa a formar parte de la Secretaría de Desarrollo Económico y Trabajo) que tiene por objetivo crear estrategias para la generación de empleos formales y dignos.

En la modificación y adecuación del PED 2019-2024 se consideran siete Líneas de acción y dos Proyectos Estratégicos enfocados a los municipios y su vocación productiva y características territoriales Aprender para Crecer y Manos Poblanas, la Tienda de las Cooperativas; con ello estas estrategias permitieron explotar incluso prácticas ancestrales para su distribución en el estado y a nivel nacional.

Con relación a las acciones en materia de cooperativas se beneficiaron a 20 municipios de 2017 con incentivos y asesoramiento para su conformación, si se consideran que existen 108 municipios de impulso al agave mezcalero o 58 municipios de cafecultora, este programa con el fin de impulsar el sector económicos por región debería de contener datos de mayor relevancia tanto en 2023 como en 2024, ya que para el segundo informe de gobierno solo se incrementaron nueve municipios en este programa.

Figura 7**Resultados de Programas de la Secretaría de Trabajo**

Fuente: Elaboración con información de Secretaría de Economía del Gobierno del Estado de Puebla (SE, 2024)



Si bien también se consideraron otras acciones como Bolsa de Trabajo, realizada en 19 municipios, estos consideran en el largo plazo movilidad al interior del estado o en otras entidades por parte de la población, lo que conlleva otra detonación económica en ciertas zonas urbanas, principalmente, es decir, se intensifica la desigualdad por oportunidades y posibilidades laborales.

También se especifica en el primer informe de gobierno del Programa Complementario de Equipamiento para Profesionistas apoyando a 77 proyectos, con posibilidades de generar autoempleo, dirigidos a profesionistas con estudios universitarios en 24 municipios destacando los de grados de marginación alto como Juan C. Bonilla, Palmar de Bravo, San Pablo Anicano, Tehuitzingo y Tlacotepec de Benito Juárez. Para el segundo informe de gobierno se especifica el apoyo en cinco municipios más Quecholac, Quimixtlán, Rafael Lara Grajales y Eloxochitlán, considerado uno de los municipios con mayor porcentaje de pobres.

Sin embargo, este programa no ha podido impulsar una acción cuando menos por municipio que permita dar oportunidades de inversión y laborales a profesionistas con estudios de posgrado, lo que delimita las oportunidades de crecimiento en los municipios.

Para el Programa Impulso a Sociedades Cooperativas, se indica en el primer informe de gobierno la creación de 39 cooperativas para la obtención de equipo, maquinaria y/o herramienta, provenientes de 20 municipios y en el segundo informe se indica la creación de 49 cooperativas de 29 municipios, en total existió un beneficio de 31 de 217 municipio de este Programa, es decir no se abarcó ni el 30% del territorio.

COMPARATIVA DE POLÍTICAS

Una vez analizado el impacto de las políticas gubernamentales en el Estado de Puebla durante 2023-2024, resulta fundamental situar estos hallazgos en un marco comparativo más amplio. La tendencia observada en la distribución de recursos y el desarrollo socioeconómico municipal en Puebla no es un fenómeno aislado. Por el contrario, se alinea o contrasta con las dinámicas de gestión pública observadas en otras latitudes nacionales e internacionales, lo cual enriquece la interpretación de la efectividad y los desafíos inherentes a este tipo de intervenciones.

Los resultados en Puebla revelan una persistente desigualdad territorial, donde la ejecución de programas de apoyo al campo y proyectos productivos muestra una concentración focalizada que beneficia desproporcionadamente a ciertos municipios, manteniendo la brecha con las regiones de alta marginación.

Esta tendencia es común en la implementación de políticas descentralizadas en México; estudios en entidades como Oaxaca (Smith, 2022) y Chiapas (Gómez, 2023) han documentado patrones similares de distribución sesgada por la capacidad de gestión local o la infraestructura preexistente. Sin embargo, en contraste con el modelo de desarrollo regional de Corea del Sur (Lee & Park, 2021), donde la inversión en infraestructura se utiliza explícitamente para nivelar las capacidades productivas de las zonas rurales, el enfoque poblano parece reproducir, más que mitigar, las asimetrías existentes. Determinar la causa subyacente—ya sea el diseño de los programas o fallas en la operación—requiere una discusión sobre cómo el caso de Puebla se sitúa entre el modelo centralizado de inversión federal y las estrategias de desarrollo local.

Además, la administración poblana se ha centrado en una focalización de programas dirigida a grupos específicos (ej. cooperativas, pequeños productores), buscando maximizar el impacto con recursos limitados. Al evaluar la efectividad de este enfoque, encontramos un escenario de resultados moderados que se ve atenuado por la limitada escala de las intervenciones. Esta estrategia contrasta con modelos de transferencias condicionadas universales implementados en países de América Latina, como el extinto Bolsa Familia en Brasil (Santos, 2019), cuyo diseño buscaba una cobertura más amplia para reducir la pobreza general, aunque con una inversión per cápita menor.

La tendencia en Puebla es excepcional al enfatizar el fortalecimiento productivo local sobre la asistencia social directa. No obstante, al comparar la tasa de éxito de las cooperativas apoyadas con las experiencias de España y el País Vasco (López & García, 2020), donde los marcos regulatorios y el apoyo financiero son más robustos a largo plazo, se evidencia que la sostenibilidad de los proyectos poblanos podría estar en riesgo sin un acompañamiento integral que supere los periodos gubernamentales.

En síntesis, el análisis del impacto de las políticas gubernamentales en Puebla confirma que los desafíos de la desigualdad territorial y la eficacia de la focalización programática son problemas sistémicos que trascienden las fronteras estatales. Aunque el caso de Puebla exhibe dinámicas propias, como la marcada concentración de beneficios en zonas periurbanas, los patrones de distribución de recursos se asemejan a los de otras entidades mexicanas con alta dispersión municipal.

Esta comparativa internacional y nacional sugiere que, para lograr una transformación socioeconómica sustancial, el Gobierno de Puebla debería considerar la adopción de mecanismos de compensación territorial más ambiciosos, inspirados en experiencias exitosas que han logrado desacoplar la inversión pública de las estructuras de poder local, avanzando hacia una equidad más efectiva en el desarrollo regional

CONCLUSIONES

La contextualización socioeconómica de los municipios de Puebla revela un estado con un potencial económico significativo, pero también con profundas desigualdades territoriales y sociales ya que, si bien se presentan municipios con alto grado de marginación y disparidades socioeconómicas, también se han visualizado municipios con impactos positivos en los ingresos con relación al gasto públicos aplicado a través de programas estatales.

Superar los altos niveles de pobreza y marginación requiere un enfoque multidimensional que combine programas sociales efectivos con estrategias de desarrollo económico local que promuevan la diversificación productiva, la generación de empleo formal, la inversión en infraestructura y la mejora del acceso a servicios básicos.

Es fundamental una política de desarrollo regional que considere las particularidades de cada municipio, fortalezca las capacidades locales y promueva una distribución más equitativa de las oportunidades y la riqueza generada en el estado

Al analizar algunos resultados de política pública estatal en los municipios en función de sus indicadores socioeconómicos se refleja que existen políticas efectivas de impulso municipal con relación a su vocación productiva, pero también políticas de intensificación de las desigualdades económicas que promueven solo el crecimiento de zonas urbanas con bajos grados de marginación.

En materia de campo parte de las limitaciones es que existe bajo impacto de vinculación en los sectores económicos que permita transformar los productos del sector agrícola y generar mayor valor agregado. Además, la tecnificación del campo no abarcó ni el 20% de los municipios dedicados al sector primario; siendo un área de oportunidad para zonas con alta vocación productiva en materia de agave o con relación a los 28 municipios con incidencia significativa en su Producto Interno Bruto.

Para el caso de economía las acciones no se enfocaron en los municipios y su territorio, sino en impulsar parques industriales, promoción de Ciudad Modelo, incentivos verdes para MiPyMES, estrategia para elevar la competitividad en el mercado de reuniones. Esto dificultó el crecimiento en zonas con alta marginación y bajo crecimiento del PIB, intensificando la brecha de desigualdad entre zonas urbanas y polos de desarrollo, y zonas rurales con baja accesibilidad.

Parte de las limitaciones de política observada es la falta de enfoque en la generación de empleos y nuevas empresas en todos los municipios, la segregación económica de las zonas sur y norte del estado, con baja inversión privada en áreas de baja accesibilidad y una mayor concentración de acciones en cabeceras de región, lo que termina delimitando las propias acciones gubernamentales municipales para incentivar su economía. Se evidencia que no todos los municipios reciben la misma atención o el mismo tipo de programas. La concentración de acciones de la Secretaría de Economía en las cabeceras de región y zonas con mayor afluencia subraya una diferenciación en la aplicación de las políticas

Por último, en materia de trabajo, si bien las estrategias solo se fundamentan en la generación de empleos formales y, por ende, se especializan en la atracción de capital humano a zonas urbanas o de mayor posicionamiento de empresas (industrias) es necesario crear programas para creación de empleos locales en municipios con alta marginación que permitan incentivar la economía y autoemplearse, como es la conformación de cooperativas.

En general, el análisis sugiere que si bien se implementaron diversas políticas públicas con el objetivo de impulsar el desarrollo económico y el crecimiento municipal en Puebla durante el periodo 2023-2024, la focalización de los programas y su alcance territorial fueron desiguales. Programas como el de agave mezcalero y las acciones de la Secretaría de Economía tendieron a concentrarse en regiones específicas o municipios con mayor actividad económica preexistente, lo que podría haber limitado su impacto en el desarrollo equitativo de todos los municipios del estado. Además, se observa una preocupación por el aumento de la pobreza extrema en ciertas zonas y la persistencia de desigualdades socioeconómicas.

Por tanto, parte de las estrategias a nivel estatal en materia de política que se pueden generar para disminuir la brecha de desigualdad municipal es:

- Adaptación de Políticas Estatales que permitan la implementación de políticas a nivel local ya que los municipios son los principales ejecutores de políticas públicas. Programas como el de Impulso al Agave Mezcalero, el apoyo a la cafecultura, el establecimiento de apiarios y las Escuelas de Campo se implementan y tienen un impacto directo en territorios municipales específicos.
- Vocación Productiva como factor de priorización: La información sugiere que la vocación productiva de los municipios influye en la priorización de los programas estatales. Por ejemplo, la mayor atención al agave en Tehuacán y Tepexi de Rodríguez, o al café en la zona norte, indica una adaptación de las políticas a las características locales.
- Conocimiento del territorio para una creación de políticas avocadas a las necesidades municipales se requiere la participación ciudadana de los actores locales, es decir, el involucramiento de los municipios en las acciones gubernamentales estatales que den un seguimiento y atención puntual.

En sí, la ausencia de programas estratégicos diseñados desde y para las necesidades particulares de municipios específicos (más allá de la adaptación de programas estatales a la vocación productiva) indica una limitación en la capacidad de los municipios para impulsar sus propias agendas de desarrollo a través de políticas públicas.

Por tanto, para un impulso más efectivo y equitativo del desarrollo económico y social a nivel municipal, sería crucial explorar mecanismos que permitan una mayor participación y colaboración de los gobiernos municipales en la identificación de necesidades, la definición de prioridades y la co-creación de políticas públicas que respondan de manera más precisa a las realidades y aspiraciones de cada territorio. Esto podría incluir la creación de espacios de diálogo, la implementación de procesos de consulta más amplios y la consideración de las agendas de desarrollo local en la planificación estatal.

BIBLIOGRAFÍA

Alcántara Sáez, Manuel (1994), Gobernabilidad, crisis y cambio: elementos para el estudio de la gobernabilidad de los sistemas políticos en épocas de crisis y cambio, Centro de Estudios Políticos y Constitucionales.

Anderson, Faye (2015), "The Development of Rural Sustainability Using Participatory Action Research: A Case Study from Guatemala", *Journal of Human Resource and Sustainability Studies*, 3, 28-33, <https://acortar.link/zZ8W2Y>

Bahl, Roy W. and Linn, Johannes F. (1992), *Urban public finance in developing countries*, Oxford University Press, <https://acortar.link/rPgIqf>

Baker, Susan and Stuart, Chapin III (2018), "Going beyond 'it depends': the role of context in shaping participation in natural resource management", *Ecology and Society*, 23 (1), 1-18, <https://acortar.link/xEdJMI>

Camou, Antonio (1993), "Luis F. Aguilar Villanueva. Antologías de política pública México: Porrúa, 1992, 4 vols", *Revista Perfiles latinoamericanos*, 2 (3), 189-193, <https://lc.cx/6ITbcX>

Canto Sáenz, Rodolfo (2010), "Políticas públicas. Más allá del pluralismo y la participación ciudadana", en Luis F. Aguilar (Comp.), *Política pública* (pp. 151-172), Siglo XXI, <https://lc.cx/NThkdY>

Carter, Lemuria (2019), "A Study Encompassing Local Government in Europe, the United States and New Zealand", *Citizen engagement in local government. Auckland University Law Review*, 1, 62-82, <https://acortar.link/jILHmX>

CPEUM (Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos) (2025), Cámara de Diputados del Congreso de la Unión, <https://acortar.link/48Va8y>

CONAGUA (Comisión Nacional del Agua, 2024), “Instrumentos de Gestión del Agua. Sistema Nacional de Información del Agua (SINA) - Estadísticas del Agua en México 2017”, CONAGUA, <https://acortar.link/kxnCQw>

CONEVAL (Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social) (2020a), “Anexo Estadístico. Medición de la pobreza a nivel municipal para el estado de Puebla para el año 2020”, CONEVAL, <https://lc.cx/iuyNh4>

CONEVAL (Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social) (2020b), “(Excel) Anexo Estadístico. Medición de la pobreza a nivel municipal para el estado de Puebla para el año 2020”, <https://lc.cx/BWrx4>

Díaz Aldret, Ana (2017) “Participación ciudadana en la gestión y en las políticas públicas”, *Gestión y política pública*, 26 (2), 341-379, <http://hdl.handle.net/11651/2707>

Espíndola, Pamela (2005), “Federalismo y Finanzas Públicas Municipales en el Estado de México: el caso de la zona metropolitana de la ciudad de Toluca y municipios que la integran, 1980-2001”, tesis de doctorado, Universidad Iberoamericana.

Faya, Viesca Jacinto (1988) *El Federalismo Mexicano, Régimen Constitucional del Sistema Federal*, Instituto Nacional de Administración Pública A.C. <https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libros/10/4525/1.pdf>

Gobierno del Estado de Puebla (2024), Segundo Informe de Gobierno de Sergio Salomón Céspedes. Administración Pública 2019-2024, <https://lc.cx/69-uEV>

Gobierno del Estado de Puebla (2023a), “Modificación y Adecuación del Plan Estatal de Desarrollo 2019-2024”, Gobierno del Estado de Puebla, <https://lc.cx/pq1OdZ>

Gobierno del Estado de Puebla (2023b), Primer Informe de Gobierno de Sergio Salomón Céspedes, <https://lc.cx/1vZoTA>

Gómez, R. (2023). *Desigualdad territorial y política pública en el sur de México: El caso de Chiapas*. Editorial Siglo XXI.

INAFED (Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal) (2004), “Guía del buen Gobierno Municipal Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal”, INAFED, <https://lc.cx/gZ07Cc>

Inegi (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática) (2024), “Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas del año 2024 para el estado de Puebla”, Inegi, <https://lc.cx/w29B6J>

Inegi (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática) (2023), “Indicadores Laborales para los Municipios de México (ILMM) 2023, Población ocupada informal para el primer trimestre”, Inegi, <https://lc.cx/WVPfOJ>

Inegi (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática) (2022), *Finanzas Públicas Estatales y Municipales (EFIPEM) Datos estadísticos de ingresos nacionales*.

<https://www.inegi.org.mx/programas/finanzas/>

Inegi (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática) (2019), “Censo Económico 2019. Microdatos del estado de Puebla para Producción bruta total (millones de pesos)”, Inegi, <https://lc.cx/HtmPOH>

Inegi (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática) (2018), “Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas del año 2018 para el estado de Puebla”, Inegi, <https://lc.cx/w29B6J>

Khalid, Iram and Ullah, Sami (2022), “The Role of Community Engagement in Environmental Protection”, *Journal of Energy and Environmental Policy Options*, 5(4), 44-47, <https://acortar.link/rnmA4P>

Lee, S., & Park, H. (2021). Regional development policies and infrastructure investment: A lesson from South Korea. *Journal of Public Administration and Policy*, 15(3), 45-62.

López, M., & García, E. (2020). Sostenibilidad de las cooperativas y apoyo institucional: Un estudio comparado entre País Vasco y Andalucía. *Revista de Estudios Cooperativos*, 10(2), 112-135.

López López, Alan Dennis (2018), “la gestión del talento humano y la calidad de servicios públicos en la municipalidad provincial de leoncio prado”, Tesis para obtener el grado de maestría, Universidad Nacional Agraria de la Selva, repositorio institucional, <https://lc.cx/vy5MIK>

Lindor, Moïse (2019), “Ética pública, profesionalización y corrupción en México. Análisis del efecto Chum”, *Tla-melaua*, 13 (47), 70-109, <https://lc.cx/bb8p6B>

México Industry (2023), “Manufactura en Puebla: Líder Nacional con Crecimiento del 14.5% en 2023”, México Industry, 14 de agosto, Inversiones, Economía & Infraestructura, <https://lc.cx/U7Wd8A>

Morales-linares, Víctor Adrián; Martínez Ramón Aldo, Garrido-Lastra, María Isabel; Gabriel Chedraui Víctor y Martínez-Carreño Beatriz (2025). Modelo Análisis Local de Identificación para la Atención de Necesidades Básicas y Zonas de Acción Social (ALIANZAS)

. Revista Ciencia Latina Volumen 9, Número 4. <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala>

Muguercia Montes de Oca, Farah María, Martínez Tena, Alicia de la Caridad y Expósito García, Elpidio (2023), “Los estudios de desarrollo local en Cuba. Recorridos espaciales y temporales”, Revista Estudios del Desarrollo Social: Cuba y América Latina, 11 (3), <https://lc.cx/6LCEo9>

ONU (Organización de las Naciones Unidas) (2021), “La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Naciones Unidas”, ONU, <https://lc.cx/R18dgy>

Ortiz, Ortiz Rodolfo (2015), Análisis del derecho administrativo. A cien años de aplicación constitucional, Revista Multidisciplinaria, 21, 130-155, <https://lc.cx/OgljVK>

Page Matthew J, McKenzie Joanne E, Bossuyt Patrick M, Boutron Isabelle, Hoffmann Tammy C, Mulrow Cynthia D, Shamseer Larissa, Tetzlaff Jennifer; Akl, Elie A, Brennan, Sue E, Chou Roger, Glanville, Julie; M Grimshaw, Jeremy; Hróbjartsson, Asbjørn; M Lalu Manoj, Li, Tianjing; W Loder, Elizabeth; Mayo-Wilson, Evan; McDonald ,Steve; McGuinness, Luke A; A Stewart ,Lesley; Thomas,James; Tricco, Andrea C; Vivian A Welch; Whiting, Penny; y Moher, David (2021), “The PRISMA statement: an updated guideline for reporting systematic”, Reviews BMJ, 71, <https://lc.cx/cPf7ON>

Pérez Enciso, Héctor Andrés (2016), “Problemas, actores y decisiones en las políticas públicas. Marco de análisis para el estudio de los programas de crédito educativo en Colombia”, Universitas Humanística, 83, 247-273, https://lc.cx/_rvTxs

Ramírez, Álvaro (2010), “Innovación en la Gestión Pública y Open Government (Gobierno Abierto): Una vieja nueva idea”, Revista Buen Gobierno, 9, 96-133, <https://lc.cx/DjeRMo>

Rodríguez Casallas, Diego Fernando; Páez Moreno, Ángel Emiro; Román Acosta, Daniel; Rodríguez Torres, Esteban (2024), “Participación ciudadana, gobernanza democrática y derecho al desarrollo: una revisión sistemática”, Telos: Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales, 26(1), 198-214, [www.doi.org/10.36390/telos261.13](https://doi.org/10.36390/telos261.13)

SADER (Secretaría Agricultura y Desarrollo Rural) (2022), “Conoce más sobre la producción agropecuaria y pesquera del estado de Puebla”, Producción agropecuaria y pesquera de Puebla, [weblog] 5 de mayo, <https://lc.cx/cYCAb7>

Sánchez González, José Juan (2009), “Origen y desarrollo del estudio de la administración pública en México”, Convergencia, 16 (49), 37-72, <https://lc.cx/PtI05M>

Santos, A. (2019). Evaluación del impacto de las transferencias condicionadas: El fin de Bolsa Familia y sus lecciones para América Latina. Cuadernos de Política Social, 5(1), 18-36.

Smith, J. (2022). La gestión descentralizada y la persistencia de las brechas regionales: Evidencia desde el Estado de Oaxaca. Estudios de Gestión Pública, 40(4), 501-525.

SDR (Secretaría de Desarrollo Rural del Gobierno del Estado de Puebla) (2024), “Resultados de beneficiarios y acciones por tipo de programa”, SDR.

Secretaría de Planeación y Finanzas (2023), Planes, Programas y Proyectos del Gobierno del Estado de Puebla para el periodo 2023-2024. Subsecretaría de Planeación <https://planeader.puebla.gob.mx/>

SE (Secretaría de Economía del Gobierno del Estado de Puebla) (2024), “Resultados de beneficiarios y acciones por tipo de programa”, SE.

SE (Secretaría de Economía del Gobierno del Estado de Puebla) (2019), “Datos Económicos” Plataforma Invest in Puebla, <http://investin.puebla.gob.mx/>

Singer, Paul (2008), “Relaciones Entre Sociedad y Estado en la economía solidaria”, Iconos. Revista de Ciencias Sociales, 33, 51-56, <https://acortar.link/pJp1Be>

Vargas Hernández, José Guadalupe (2011), “Gobierno local Autonomía y gobernabilidad”. Revista Urbano, 14 (24), 53-68, <https://lc.cx/zLYb5p>

Wildavsky, Aaron (1987), La política y la administración pública, Editorial McGraw-Hill



LA EXPORTACIÓN DE ARTESANIAS COMO ESTRATEGIAS DE DESARROLLO ECONÓMICO

Lezama León, Myrna Hortencia¹, Echeverría Ríos, Osiris María², Esparza
Nava, Eduardo Isidro³, Lezama León, Evangelina⁴

La exportación de artesanías como estrategias de desarrollo económico

Lezama León, Myrna Hortencia¹, Echeverría Ríos, Osiris María², Esparza Nava, Eduardo Isidro³, Lezama León, Evangelina⁴

¹Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla. 21 sur 1103 Barrio Santiago C.P: 72410, Puebla, México.

²Universidad Autónoma de Coahuila. Blvd. V. Carranza s/n.Col. República Oriente C.P.25280 Saltillo, Coah. México.

³Universidad del País Innova. 22 Poniente Sur #332. Colonia Santa Elena CP 29060, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

oecheverria@uadec.edu.mx

+52 1 834 155 4964

Administración

Lezama León, Myrna Hortencia, Doctora en Planeación Estratégica y Dirección de Tecnología, Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla. Echeverría Ríos, Osiris María, Doctora en Ciencias Administrativas, Universidad Autónoma de Coahuila. Esparza Nava, Eduardo Isidro, Doctor en Alta Dirección y Negocios, Universidad del País Innova. Lezama León, Evangelina, Doctora en Planeación Estratégica y Dirección de Tecnología, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

RESUMEN: Como parte de los Objetivos de Desarrollo Sostenible emitidos por la Organización de las Naciones Unidas (ONU), tanto el relacionado con el Trabajo Decente y Crecimiento Económico, así como Reducción de las Desigualdades, es que se realiza un estudio para conocer el estado del arte con respecto a las investigaciones realizadas sobre estrategias de exportación de artesanías, así como del marco legal en México relacionado, todo como parte de la estrategia de desarrollo económico de grupos vulnerables como lo son los pueblos indígenas. Además de ello, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) reconoce que las artesanías forman parte del patrimonio cultural, debido a que engloban las técnicas y saberes relacionados con la artesanía tradicional. Por lo tanto, este análisis se realiza a través de un estudio bibliométrico con la metodología PRISMA, así como un encuadre de lo estipulado por la Organización Mundial de Comercio y de la legislación mexicana, arrojando como resultado un bajo desarrollo en el estudio del tema con solo 24 artículos extraídos de la base de datos Scopus.

PALABRAS CLAVE: Artesanías, exportación, estrategia, desarrollo económico, indígenas.

ABSTRACT: As part of the Sustainable Development Goals issued by the United Nations (UN), both those related to Decent Work and Economic Growth and the Reduction of Inequalities, a study is being conducted to determine the state of the art with respect to studies carried out on strategies for the export of handicrafts, as well as the related legal framework in Mexico, all as part of the economic development strategy for vulnerable groups such as indigenous peoples. In addition, the United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO) recognizes that handicrafts are part of cultural heritage, as they encompass the techniques and knowledge related to traditional craftsmanship. Therefore, this analysis is carried out through a bibliometric study using the PRISMA methodology, as well as a framework of the provisions of the World Trade Organization and Mexican legislation, resulting in a low level of development in the study of the subject with only 24 articles extracted from the Scopus database.

KEYWORDS: Crafts, exports, strategy, economic development, indigenous peoples.

INTRODUCCIÓN

Las artesanías son reconocidas como aquellos productos elaborados, principalmente de manera manual, por una persona o más y que regularmente obedecen a una tradición familiar, empleando regularmente materias primas básicas como barro, piedras, fibras, cuero, etc. [1].

Asimismo, las artesanías productos comercializables, representan oportunidades de desarrollo económico para las localidades. Sin embargo, este sector tiene escaso reconocimiento [2], a pesar de ser una actividad potencialmente rentable en términos financieros y de impacto social, como lo es para la economía de la India [3].

De esta forma, la cultura de la globalización demuestra que una de las actividades de las pequeñas y medianas empresas en los mercados locales es la presencia de servicios y bienes, que parcialmente corresponden al desarrollo del trabajo manual.

Esto es debido a que la cultura occidental valora el trabajo manual, por lo que los productos artesanales tradicionales se han convertido en una industria valorada [4]. Esta tendencia responde al consumo global que da forma a la cultura dominante internacional y es una de las tendencias en la globalización.

La presencia de una fuerte cultura empresarial en América Latina ha desempeñado su papel en el mantenimiento de la diversidad y la fortaleza cultural regional. Los modelos artesanales y de pequeñas empresas están muy extendidos en toda la región, pero a medida que la sociedad pasa de sus raíces rurales a un modelo urbano, la diversidad económica afecta a esta artesanía tradicional y esto conduce a la pérdida de riqueza cultural [4].

En México, los negocios artesanales se han consolidado gracias al crecimiento sustentado en la participación de mercados a nivel nacional e internacional, enfrentando una serie de problemáticas que limitan su crecimiento, como el no contar con una visión empresarial del negocio, ya que solo están guiados para la subsistencia y por la tradición; además, tienen complicaciones para obtener recursos físicos, financieros, normativos y tecnológicos para su adecuado funcionamiento económico, impactando principalmente a las pymes.

En este sentido, un ejemplo claro de un producto artesanal y gourmet mexicano que se comercializa a nivel internacional es el chocolate, cuyo consumo principal se encuentra en Estados Unidos de América y Europa, lo que demuestra la importancia de la exportación de los productos de corte artesanal, contemplándose esta industria en general con crecimiento en los países con economías emergentes [5].

Por su parte, la Organización de las Naciones Unidas (ONU) dio a conocer la Agenda 2030, la cual pretende, a través de 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), “erradicar la pobreza, proteger el planeta y asegurar la prosperidad para todos”, ya que reconoce que entre las causas de la pobreza se encuentran el desempleo y la exclusión social [6].

De esta forma, en el octavo ODS se pretende establecer un crecimiento económico sostenible a través del empleo decente que permita obtener ingresos dignos y seguridad en el trabajo y que permita a las personas cubrir sus necesidades y las de sus familias, así como el abrir oportunidades de desarrollo personal, el cual se encuentra alineado con la necesidad de los artesanos de poder cubrir sus necesidades con su labor.

Otro de los ODS es el relacionado con la desigualdad social, la cual puede surgir por razones de género, discapacidad, raza, clase, etnia, entre otras. De acuerdo con la ONU, la desigualdad “frena la reducción de la pobreza y destruye el sentido de realización y autoestima de las personas” [6].

Por lo que las comunidades indígenas, quienes principalmente son las que generan artesanías y tratan de comercializarlas para obtener ingresos, han sido relegadas y en algunos casos pierden su identidad buscando incorporarse al entorno económico a través de diversas actividades que van desde el ser obreros en fábricas o personal de limpieza hasta el pedir limosna. Por lo que la ONU recomienda “fomentar la cooperación internacional para un comercio justo”. [6]

La Organización Mundial del Comercio (OMC) [7] es la única organización internacional que se ocupa de las normas que rigen el comercio entre los países. Los pilares sobre los que descansa son los acuerdos de la OMC, que han sido negociados y firmados por la mayoría de los países que participan en el comercio mundial y ratificados por sus respectivos parlamentos

para garantizar que los intercambios comerciales se realicen de la forma más fluida, previsible y libre posible.

De esta forma, el objetivo de la OMC es aumentar el bienestar de las personas de todo el mundo; esta reconoce que el comercio debe tender a elevar los niveles de vida, a lograr el pleno empleo y un nivel en aumento de ingresos reales y acrecentar el comercio de bienes y servicios, permitiendo al mismo tiempo la utilización óptima de los recursos mundiales [7]

Por lo que el objetivo de esta investigación es un análisis del estado del arte con respecto a la exportación de artesanías, identificando los estudios que impulsen esta economía; así mismo, una revisión del marco legal de la exportación de artesanías, identificando el impacto que tiene este para el desarrollo de dicha actividad.

La revisión de la literatura se realiza a través de un estudio bibliométrico con la metodología PRISMA y la revisión del marco legal está limitada a la OMC y las leyes mexicanas en una matriz comparativa.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio es de carácter cualitativo, longitudinal y no experimental, ya que abarca un periodo de 1994 a 2024, el cual se realizó del 1 al 17 de septiembre de 2024.

En consecuencia, la investigación se realizó en dos etapas: la primera abarca el enfoque central de la investigación que se realiza mediante un estudio bibliométrico, que para ello utiliza la metodología PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analysis) que tiene una aplicación más amplia [8] y mejora la revisión de literatura y el proceso de análisis, ya que la revisión sistemática emplea técnicas y herramientas bibliométricas [9].

Al mismo tiempo, de acuerdo con [10] el análisis puede hacerse con documentación que solo puede descartarse con ciertos criterios. Mientras que en la segunda etapa se utilizan las técnicas de observación documental y matrices de datos.

A continuación, se describen las etapas del desarrollo de la investigación.

Etapas 1

El estudio bibliométrico se realiza mediante la metodología PRISMA, y en el año 2009 incluía 27 elementos para informar en revisiones sistemáticas y un documento de explicación y elaboración que proporcionaba orientación adicional para la presentación de informes para cada elemento, junto con ejemplos de presentación de informes.

Las recomendaciones de dicha metodología han sido ampliamente respaldadas y adoptadas, como lo demuestra la publicación en múltiples revistas, y que se cita en más de 60 000 informes; por lo tanto, es respaldada por casi 200 revistas y organizaciones de revisión sistemática, y se ha adoptado en diversas disciplinas [11].

Sin embargo, en la actualización de las particularidades de 2020 de PRISMA, incluye los mismos 27 elementos con subtemas, con una lista de verificación, explicación, elaboración y diagrama de flujo [11].

Por lo que el uso de esta metodología permite a los lectores de la información una seguridad en el método utilizado, y confiabilidad en los resultados, además de facilitar la réplica del estudio y la revisión de las actualizaciones, así como la inclusión de revisiones sistemáticas en otros documentos [11]. En este sentido, la validez de los resultados en una revisión sistemática de literatura depende de la selección de los términos y bases de datos [12].

Por lo tanto, la revisión de literatura, mediante un análisis bibliométrico y la metodología PRISMA, se realiza a través de los siguientes pasos [10]:

- a) Identificar las preguntas de investigación.
- b) Revisar y buscar en revistas de investigación para resolver las preguntas de investigación.
- c) Criterios de inclusión y exclusión.
- d) Extraer la información de los artículos de investigación y efectuar su análisis.
- e) Síntesis de la información.

De esta forma, en relación con los pasos correspondientes al análisis bibliométrico, a continuación se detalla el procedimiento utilizado:

- a) Identificar las preguntas de investigación.

En este caso, las preguntas que se relacionan con la investigación son las siguientes:

- ¿Cuántos son los estudios que existen respecto a la exportación de artesanías?
- ¿En qué países se ha estudiado la exportación de artesanías?

b) Revisar y buscar en revistas de investigación para resolver las preguntas de investigación.

En consecuencia, el proceso de búsqueda y revisión se realizó basado en una búsqueda avanzada en la base de datos Scopus en un periodo, como se ha mencionado, de 1994 a 2024.

c) Criterios de inclusión y exclusión.

● Criterios de inclusión:

1. Los artículos de investigación, capítulos de libro y artículos de revisión se deben relacionar con la búsqueda de las palabras de handicrafts en Article title y Keywords. Agrupándose en la base de datos Scopus.
2. Los artículos deben estar ligados a las palabras exports, handicraft y strategy.
3. El periodo que se contempla es de 1994 a 2024.

● Criterios de exclusión:

1. Los artículos de investigación, capítulos de libro y artículos de revisión que no incluyan alguna de las palabras del criterio de búsqueda.
2. Los documentos publicados fuera del periodo propuesto (de 1994 a 2024).
3. Documentos que no se consideran artículos de investigación, capítulos de libro y artículos de revisión.

d) Extraer la información de los artículos de investigación y llevar a cabo su análisis.

Después de revisar los criterios de inclusión y exclusión, se continúa con el siguiente paso, que es la extracción de la información de los artículos capítulos de libro para su análisis, cuyos resultados se encuentran en la Tabla 1 y que constituyen un total de 24 documentos encontrados.

e) Síntesis de la información

La información que responde a las preguntas de investigación se encuentra en tablas y gráficas sintetizadas dentro del desarrollo del estudio bibliométrico, además de comprender que los principales países que han trabajado con la exportación de artesanías son Indonesia, India y Tailandia.

Etapa 2

Una vez realizado el estudio bibliométrico que responde al objetivo de llevar a cabo un análisis del estado del arte con respecto a la exportación de artesanías, identificando los estudios realizados que impulsen este tipo de economía. Se procedió a la segunda etapa, que también es de tipo cualitativo, donde se revisa el marco legal de la exportación de artesanías, identificando el impacto que tiene para el desarrollo de esta actividad.

Para esta segunda etapa, se contempló la aplicación de observación documental, la cual se considera que en este caso es específica de documentos, que constituyen el marco legal, y pueden ser consultados en cualquier momento, como lo refiere [13]; además, pueden ser analizados las veces que sean necesarias, como en efecto es el caso de las leyes, normas, tratados, convocatorias de fondos en apoyo al comercio exterior, convenios, etc.

De este modo, también se utilizaron las matrices de datos, las cuales apoyan a generar relaciones entre categorías o temas, de acuerdo a Hernández [13]. Lo que coincide con [14] al explicar que mediante las matrices se realiza una clasificación detallada, para contribuir con teorías que parten de vivencias propias con personas que se encuentran ejerciendo cierta actividad, para que en su conjunto brinden un conocimiento acerca de un tema en específico.

ESTUDIO BIBLIOMÉTRICO

Para llevar a cabo este trabajo, se extrajo una base de datos de Scopus utilizando el siguiente algoritmo de búsqueda: Article title, Abstract, Keywords <<handicrafts, exports, strategy>>, con lo que se obtuvieron un total de 24 documentos, desglosados como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Tipos de estudios

Fuente: Elaboración propia

Tipo de documento	Cantidad
Artículos	17
Capítulos de libro	5
Revisión	2

Los documentos corresponden a un periodo comprendido entre 1994 y el 2024, presentando una tasa de crecimiento anual del 3.73%, como se muestra en la Figura 1.

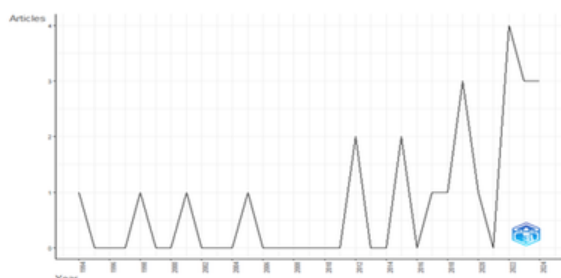


Figura 1. Producción científica anual.

Fuente: Elaboración propia.

Los países que han generado un mayor número de publicaciones sobre este tema son: Indonesia (con 20 artículos), India (10 artículos) y Tailandia (5 artículos); el resto de países, señalados en color azul en el mapa, tienen menos de 5 artículos, ver Figura 2.



Figura 2. Producción científica por país.

Fuente: Elaboración propia.

Con respecto a los autores que son referentes al estudio de este tema y que han generado un mayor volumen de producción al respecto, se pueden observar en el Anexo 1, el cual muestra a los principales autores, así como el volumen de productos generados al respecto por año.

En el mapa de árbol de los términos mayormente utilizados en estas investigaciones, se puede observar que en primer lugar se encuentra 'países en desarrollo', lo que

denota que es un tema focal dentro de este tipo de economías, seguido por la relación que se busca con el factor 'empleo' y finalmente el enfoque en México y Norteamérica (aunque cabe resaltar que no hay productos propia y exclusivamente generados en México), ver Anexo 2.

En la Tabla 2 se observa un resumen de los últimos estudios realizados sobre este tema, indicando el país en donde se efectuó la investigación, el tipo de artesanía que se analizó y finalmente, la aportación del estudio

De esta forma, se muestra que principalmente hay estudios sobre el tema en Asia, considerando su cultura milenaria; así mismo, se identifica que en su mayoría son pymes las que elaboran y comercializan este tipo de productos.

Tabla 2. Resumen de investigaciones en los últimos cinco años sobre Estrategias, exportación y artesanías.

Fuente: Elaboración propia.

Cita	País o Región	Tipo de artesanía	Aportación
[15]	Indonesia	Bolsas	Recomendaron mejorar la calidad de la materia como estrategia para la competitividad.
[16]	Rusia	Juguetes	Es una revisión histórica de la forma de organización de la producción y de los juguetes artesanales elaborados por los <i>zemstvos</i> rusos.
[17]	Marruecos	Del país	Los productos innovadores, los procesos innovadores, el diseño del envase, la estrategia de marketing mix y la calidad del producto influyen positivamente en las exportaciones.
[18]	México	Textiles y bordado	Es necesaria la adaptación al mercado globalizado para mejorar la competitividad, además de la transmisión de su identidad cultural a través de sus artesanías.

[19]	México	Artículos de palma (sillas, sombrero s, etc.)	Destacó la importancia de crear una estrategia global que incluya iniciativas de marketing, programas de formación y colaboración con organizaciones locales, para expandir su mercado.
[20]	Indonesia	Tela tejida	Sugirieron estrategias para exportación como marketing online, exhibiciones internacionales y colaboraciones.
[21]	China	Artesanía tradicional China	Recomendó aplicar estrategias de marketing innovadoras, así como modernizar la industria integrando tecnología avanzada.
[22]	India	Artesanías elaboradas por mujeres	Las artesanías como emprendimiento para las mujeres en India: los enfoques de marketing adaptados pueden aumentar significativamente la visibilidad y las ventas de los productos artesanales.
[23]	Indonesia	De la región	El sistema de calidad de la estrategia competitiva de las pymes de artesanías se ve afectado positivamente por la calidad de los activos estratégicos, la adaptabilidad y la orientación empresarial.
[24]	India	Del país	Requerimiento de estrategias modernas de comercialización.

[25]	Tanzania	Del país	La sostenibilidad de la industria artesanal depende del tamaño de la empresa exportadora, el número de años de exportación, el uso de beneficios no distribuidos, préstamos, descubiertos y capital, así como el uso de comisionistas como herramienta de promoción.
[26]	Tailandia	Productos de aperitivo	La facilidad de uso percibida y la ventaja relativa son predictores significativos. El uso de los medios sociales influye significativamente en la relación entre la facilidad de uso percibida, la ventaja relativa, la norma subjetiva y los resultados de marketing.
[27]	Bangladesh	Del país	La marca artesanal llama la atención del cliente potencial sobre los productos artesanales y ofrece grandes posibilidades de aumentar el volumen de ventas.
[28]	Indonesia	Productos de bambú	La artesanía ha sostenido los medios de subsistencia, especialmente donde ha prosperado el turismo.

[29]	Ghana	Del país	La concienciación, los recursos humanos, la estrategia y la preparación electrónica de las fuerzas del mercado son los principales constructos que influyen en la adopción del comercio electrónico por parte de las pequeñas y medianas empresas indias.
[30]	Indonesia	Del país	El uso de los medios sociales influye significativamente en la relación entre la facilidad de uso percibida, la ventaja relativa, la norma subjetiva y los resultados de marketing para la exportación y comercialización de artesanías.
[31]	India	Del país	Los factores organizativos, tecnológicos y estratégicos contribuyeron significativamente a la adopción inicial del comercio electrónico.

REVISIÓN DE LEGISLACIÓN RELACIONADA

El comercio es una de las actividades más importantes para lograr el desarrollo económico en los países por el intercambio de bienes y servicios que se producen. Así mismo, la comercialización internacional ha propiciado que estos intercambios se realicen local o regionalmente y se beneficien del comercio para el desarrollo de los países y así aprovechar los factores de producción para la economía de un país. Por lo que el análisis de esta investigación está dirigido a uno de los sectores menos favorecidos por este intercambio, como lo es el de las artesanías.

En específico en el caso de México, un país multicultural en el cual se arraiga historia, tradiciones, cultura, arte y demás escenarios, es un destino turístico reconocido a nivel internacional. Además, en él permanecen sus antiguas estructuras, las cuales miles de extranjeros desconocen, lo que ayudaría a impulsar el turismo y a darle un mayor valor al aspecto cultural.

En este sentido la exportación es una de las estrategias más utilizadas para ingresar a mercados de otros países, además se ha considerado como una primera fase para la consolidación de las empresas a nivel internacional [32]. Al mismo tiempo que forma parte de las teorías del comercio internacional y de las políticas económicas.

De acuerdo con [33], la exportación de artesanías al mercado internacional representa una oportunidad para promover la riqueza de la cultura mexicana y una alternativa para diversificar el mercado, permitiendo generar mayores ventas que contribuyen a mejorar el ingreso de los artesanos y disminuir la desaparición del oficio.

Asimismo, [34] mencionaron que en todos los países existen casas de la artesanía, exposiciones de artesanía, mercados de artesanía. Es habitual utilizar esta palabra, pero suele ser difícil definir las fronteras entre artesanía, arte popular, oficios artísticos y trabajos manuales. Sin ser conscientes de ello, empleamos diariamente objetos artesanales: cestas para las compras, manteles, utensilios de cocina, prendas de vestir tejidas o bordadas, fabricados en México.

El Fondo Nacional de Apoyo a Empresas de Solidaridad [35] comparte la historia de este giro y menciona que la comercialización de artesanías en México se realiza desde hace muchos años.

Un antecedente importante es el de la primera exposición de artes populares en 1920. A partir de allí fue objeto de atención por parte de diversas instituciones como el Departamento Autónomo de Asuntos Indígenas en 1936 (ahora Instituto Nacional Indigenista).

Para 1951 se forma, mediante un convenio del Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) con el Instituto Nacional Indigenista (INI), el Patronato de las Artes e Industrias Populares.

En 1955, el Banco Nacional de Comercio Exterior, S.A. hizo los primeros estudios socioeconómicos en este campo con la mira de iniciar y asentar sobre bases firmes la asistencia económica a las artes populares y artesanías artísticas y fomentar las exportaciones de estos productos [35].

El proceso de exportación de artesanías mexicanas está regulado en la Ley Aduanera de México (LA), pero no hay un artículo específico que trate exclusivamente sobre la exportación de artesanías. Sin embargo, la exportación de bienes en general, incluyendo las artesanías, está regulada bajo varios artículos de esta ley.

De manera general, el proceso de exportación está regulado, como lo menciona la Ley Aduanera [36], el artículo 36-A, donde establece los requisitos para el despacho aduanero de mercancías; entre estos requisitos se incluyen la presentación de un pedimento o documento equivalente que contenga la información sobre la mercancía que se va a exportar, así como los documentos que acrediten el cumplimiento de las disposiciones que regulan la exportación.

Pedimento de exportación (requisito en el artículo 36-A de la Ley Aduanera).

- Factura comercial.
- En algunos casos, certificación de origen para acceder a tratados comerciales.
- Lista de empaque y otros documentos logísticos.

Además, el Artículo 59 de la LA menciona las obligaciones de los exportadores e importadores para proporcionar información veraz y precisa sobre las mercancías.

Es importante tener en cuenta que la exportación de artesanías, dependiendo del tipo de material (como maderas, textiles o productos animales), puede estar sujeta a normativas adicionales, como las regulaciones fitosanitarias o de patrimonio cultural.

La exportación de artesanías mexicanas puede estar sujeta a diversas normativas y regulaciones dependiendo del tipo de artesanía, los materiales utilizados y la clasificación aduanera. Aquí se detallan algunas de las normativas y aspectos clave que pueden aplicar en estos casos.

La Ley General de Bienes Nacionales [37] menciona que, si las artesanías se consideran parte del patrimonio cultural de México, podrían estar sujetas a regulaciones adicionales. En algunos casos, las piezas que se consideran parte del patrimonio histórico, artístico o cultural pueden requerir un permiso especial para su exportación, ya que existe una prohibición general para la exportación de bienes culturales sin la debida autorización.

Por su parte, la Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticas e Históricas [38] menciona al reglamento que regula los bienes que son considerados parte del patrimonio cultural, como artesanías que contienen elementos históricos o culturales significativos. Así mismo, [39] menciona que la Secretaría de Cultura y el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) son los encargados de otorgar permisos para exportar bienes culturales, si corresponde.

Si las artesanías están hechas con materiales naturales como maderas, fibras vegetales o animales, es posible que se requieran permisos y certificados adicionales de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural [40], de la cual el Gobierno de México [40] menciona al Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA), para asegurar que no hay riesgos fitosanitarios.

En este sentido, México está suscrito a varios tratados de comercio internacional, como el T-MEC (Tratado entre México, Estados Unidos y Canadá), que simplifican los procedimientos aduaneros en ciertos casos, pero también pueden incluir regulaciones específicas sobre productos de exportación, incluyendo las artesanías, como la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES).

Aunado a ello, [41] menciona que los tratados internacionales son sobre patrimonio cultural o biodiversidad, del cual cada tipo de artesanía tendrá una clasificación arancelaria específica que puede afectar los impuestos y aranceles aplicables. Para ello, es necesario contar con el pedimento de exportación que contenga la información correcta sobre la naturaleza y el valor de la mercancía.

Por lo tanto, las artesanías deben ser clasificadas según el Sistema Armonizado de Designación y Codificación de Mercancías (HS), que establece los códigos aduaneros para cada tipo de producto, comúnmente denominado Sistema Armonizado, que es un sistema internacional de clasificación de mercancías desarrollado por la Organización Mundial del Comercio [42].

Tabla 3. Resumen de legislación relacionada con la exportación de mercancías de México.

Fuente: Elaboración propia.

Organismo	Tipo	Resumen del contenido
Ley Aduanera	Ley	Artículo 36-A. Requisitos para el despacho aduanero de mercancías.
Ley Aduanera	Ley	Artículo 59. Obligaciones de los exportadores e importadores para proporcionar información veraz y precisa sobre las mercancías

Ley General de Bienes Nacionales	Ley	Permiso especial de exportación para bienes patrimonio de la nación.
Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticas e Históricas	Ley	Contiene el reglamento que regula los bienes que son considerados parte del patrimonio cultural.
Secretaría de Cultura e Instituto Nacional de Antropología e Historia	Organismo	Entidad facultada para otorgar permiso de exportación de bienes culturales.
Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural	Organismo	Otorga permisos y certificados de exportación de artesanías elaboradas con materiales naturales.

Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria	Organismo	Asegurar que los productos no presenten riesgos fitosanitarios.
T-MEC	Tratado	Incluye regulaciones específicas sobre productos de exportación, incluyendo las artesanías.
Banco Nacional de Comercio Exterior	Fondo	FONAES para la asistencia económica a las artes populares y artesanías artísticas para fomentar su exportación.
Sistema Armonizado de Designación y Codificación de Mercancías		Establece los códigos aduaneros para cada tipo de producto.

CONCLUSIONES

La exportación de artesanías es un tópico escasamente tratado en la literatura; debido a ello, el objetivo de la presente investigación fue realizar un análisis del estado del arte con respecto a la exportación de artesanías, identificando los estudios realizados que impulsan esta economía, así como el realizar una revisión del marco legal de la exportación de artesanías, identificando el impacto que tiene este para el desarrollo de esta actividad.

En primer lugar, al realizar el análisis del estado del arte con respecto a la exportación de artesanías se revisó que en México se encontraron dos estudios que se relacionan con la adaptación de la identidad cultural a través de las artesanías en los productos de corte textil y bordado. Así como las estrategias de mercadotecnia en colaboración con organizaciones locales en artículos de palma.

Por lo tanto, al revisar las estrategias utilizadas en otros países que en su mayoría son asiáticos y que se pueden implementar en México, destaca el uso de tecnología avanzada en China, así como los

medios sociales para lo relativo a la visualización de las ventas de los productos artesanales como se vislumbra en India.

En cuanto a Indonesia las exhibiciones internacionales y las colaboraciones pueden ser de utilidad para la promoción por parte de la Secretaría de Economía en México.

Existen medios tecnológicos con los cuales se puede facilitar la exportación de las artesanías como estrategia de mercadotecnia entre las que destacan las redes sociales y plataformas de e-commerce como en el caso de lo que se desarrolla en China e India, es un tópico que falta de profundizar.

Ahora bien, al revisar el marco legal de las artesanías se observa que tiene un gran potencial de comercialización, no obstante, al no contar con una estructura organizacional para establecer su estrategia de exportación, así como el de expertos para los trámites legales relacionados con dicha actividad, esta se ha visto limitada.

Además, se observa que existe una considerable cantidad de factores junto la legislación que nuevamente enfatiza la necesidad de la creación de una estructura integral sólida que, dé soporte a la comercialización de las artesanías, como lo son los diferentes organismos que intervienen en la operación y gestión aduanera y el proceso de comercio exterior.

Finalmente al ser un estudio de carácter exploratorio

BIBLIOGRAFÍA

[1] X. E. S. Rodríguez et al., “La comercialización de artesanías como un medio de generación de ingresos: Caso comerciantes de la parroquia la Pila del cantón Montecristi”, *Revista Publicando*, 8(31), 338-350, 2021.

[2] G. Mmopelwa & L. Mackenzie, “Economic assessment of tourism-based livelihoods for sustainable development: A case of handicrafts in Southern and Eastern Africa”, In *Natural Resources, Tourism and Community Livelihoods in Southern Africa* (pp. 235-253), Routledge. 2019.

[3] R. Yadav & T. Mahara, “Ecommerce adoption: An empirical investigation in wooden handicraft SMEs of Saharanpur, Uttar Pradesh”, *Prabandhan: Indian Journal of Management*, 11(8), 20-33. 2018.

[4] R. M. Islam & C. F. Burmester. “Impact of Globalization on local traditional handcraft industries in Brazil. *Journal of Globalization Studies*, 11(2), 108–120, 2020. <https://doi.org/10.30884/jogs/2020.02.08>

[5] M. Camacho-Gómez. *Chocolate.Historia, arte, cultura y marketing. Tendencias mundiales* (Primera edición). Laberinto Ediciones. 2017.

[6] Organización de las Naciones Unidas “Portada - Desarrollo sostenible”. *Desarrollo Sostenible*, Septiembre, 2024. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>

[7] Organización Mundial del Comercio, “Quiénes somos”, 2024. https://www.wto.org/spanish/thewto_s/whatis_s/who_we_are_s.htm

[8] G. Urrúti & X. Bonfill, “Declaración PRISMA: una propuesta para mejorar la publicación de revisiones sistemáticas y metaanálisis”, In *Medicina Clínica*, 135(11), 507–511, 2010. <https://doi.org/10.4321/S1135-57272013000200001>

[9] O. Rahman et al., “A Systematic Literature Review of Fashion, Sustainability , and Consumption Using a Mixed Methods Approach”, *Sustainability*, 15, 2023. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/su151612213>

[10] J. Q. Pérez et al. “Rediscovering the use of chatbots in education: A systematic literature review”, *Computer Applications in Engineering Education*, 28(6), 1549–1565, 2020. <https://doi.org/10.1002/cae.22326>

[11] M. J. Page et al., *The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. Research Methods and Reporting*, 2021. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71.pdf>

[12] C. Garrecht et al., “Students’ decision-making in education for sustainability-related extracurricular activities-a systematic review of empirical studies”. *Sustainability (Switzerland)*, 10(11), 2018. <https://doi.org/10.3390/su10113876>

[13] R. Hernández Sampieri et al., *Metodología de la Investigación* (6ta edición), 2014. Mc Graw Hill.

[14] E. Hernández De la Torre & S. González Miguel. “Análisis de datos cualitativos a través del sistema de tablas y matrices en investigación educativa”. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación Del Profesorado*, 23(13), 115–132, 2020. <https://doi.org/https://doi.org/10.6018/reifop.435021>

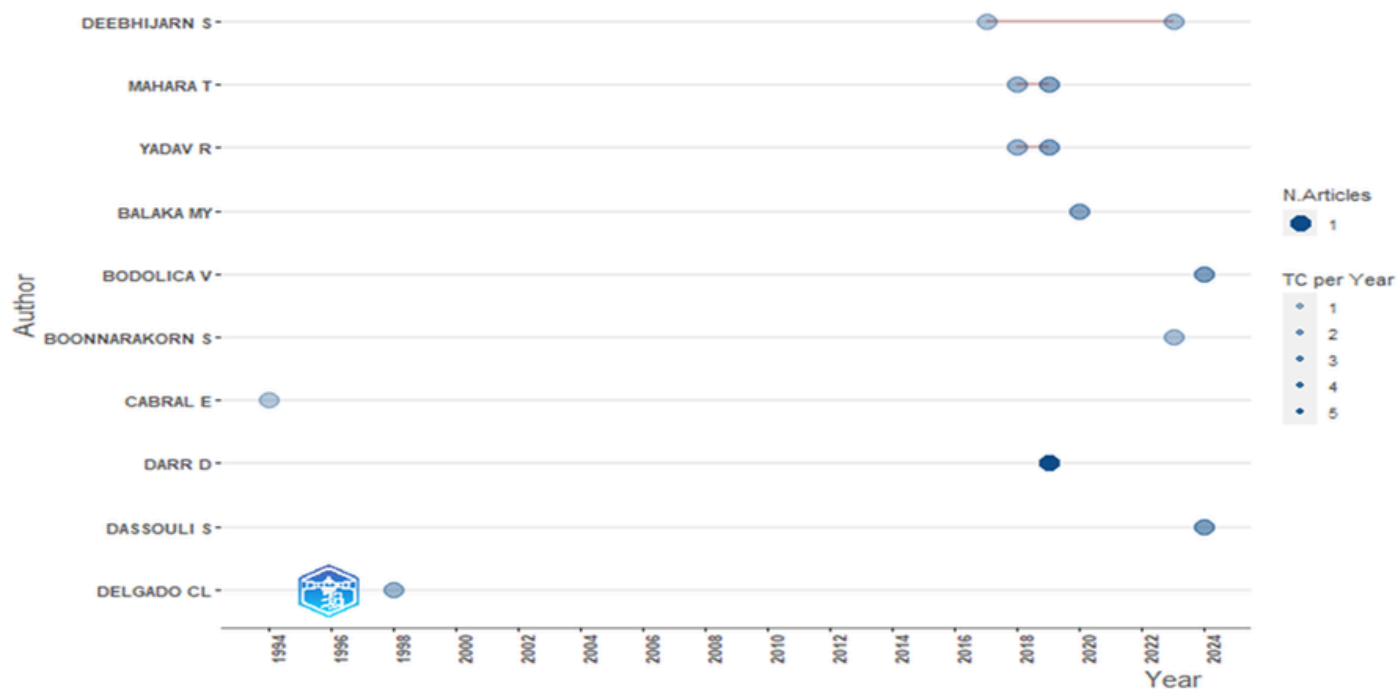
[15] R. Yusuf et al., “Defensive Strategy Analysis of Bag Handicraft Industry in SME Centers”, *JURISMA : Jurnal Riset Bisnis & Manajemen*, 14(1), 131-138, 2024. doi: 10.34010/jurisma.v14i1.12471

- [16] M. V. Ugryumova & M. V. Fomenko, "Production and sale of handicraft toys by Russian Zemstvos", *Genesis Исторические Исследования*, 4, 1-13, 2024. <https://doi.org/10.25136/2409-868x.2024.4.70198>
- [17] S. Dassouli et al., "Adaptation strategy, international experience and export performance of Moroccan handicraft firms: the mediating role of partnerships", *International Journal of Emerging Markets*, 19(2), 412-434, 2024.
- [18] L. D. Cruz-Garcia et al., "Business competitiveness in the handicraft sector. Case study of San Antonino Castillo Velasco, Oaxaca". *ECORFAN Journal Republic of Peru*, 1-12, 2023. <https://doi.org/10.35429/ejrp.2023.17.9.1.12>
- [19] J. R. Bacab-Sanchez, "Strategy for the development of the commercialization of handicrafts in the town of Santa Cruz Pueblo, Calkini", *Journal Microeconomics*, 1-5, 2023. <https://doi.org/10.35429/jm.2023.13.7.1.5>
- [20] K. Situmorang & D. K. Sawitri, "Analysis of Potential Export Market Strategy in Craft Business from Typical Karo Woven Cloth in North Sumatra", *Journal Of Business Management And Economic Development*, 2(01), 371-382, 2023. <https://doi.org/10.59653/jbmed.v2i01.516>
- [21] J. Meng, "Innovative Marketing of Traditional Chinese Handicrafts", *Advances In Economics Management And Political Sciences*, 32(1), 23-28, 2023. <https://doi.org/10.54254/2754-1169/32/20231558>
- [22] U. S. Yadav et al., "Strategies for Channelizing Women Artisans as Entrepreneurs and Marketing of Handicraft Products: An Empirical Study", *Indian Journal Of Marketing*, 53(11), 58, 2023. <https://doi.org/10.17010/ijom/2023/v53/i11/173317>
- [23] P. H. Adi et al., "A Competitive Strategy Quality System of SME's Handicraft Products in a Development Country (Study in Central Java Province, Indonesia)", *WSEAS TRANSACTIONS ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT*, 19, 944-950, 2023. <https://doi.org/10.37394/232015.2023.19.88>
- [24] S. Kumar, "Advancement of indian-crafted works using modern showcasing strategies", *BSSS Journal Of Management*, 14(1), 199-210, 2023. doi: 10.51767/jm1414
- [25] I. Kazungu, "Business Development Services and Participation of Rural-Based Micro Enterprises in Export Markets: Exploring the Heterogeneity of the Tanzanian Handicrafts Industry", *SAGE Open*, 13(4), 2023. 21582440231210471.
- [26] S. Boonnarakorn et al., "Business strategies of snack food product export performance: a structural equation model analysis", *Journal of Governance and Regulation*, 12(1), 100-112, 2023.
- [27] M. M. H. Sawrov, "Branding Handicrafts Products: a Study on Bangladesh", *Economic Insights – Trends And Challenges*, 2022(3), 21-29, 2022. <https://doi.org/10.51865/eitc.2022.03.03>
- [28] M. Utomo, "COVID-19 pandemic: impacts, craftsmen's living strategies, and economic recovery of bamboo handicraft enterprise in Gunungkidul, Indonesia", *Forest and Society*, 6(2), 620-638, 2022.
- [29] A. Forson et al., "Sustainability of the Handicraft Sector in Ghana. In *Africa and Sustainable Global Value Chains*", Springer International Publishing, pp. 217-238, 2022.
- [30] A. Santosa et al., "Determinants of social media use by handicraft industry of Indonesia and its impact on export and marketing performance: an empirical study *International Journal of Innovation, Creativity and Change*, 12(9), 1-21, 2020.
- [31] R. Yadav & T. Mahara, "Factors affecting e-commerce adoption by handicraft SMEs of India", *Journal of Electronic Commerce in Organizations (JECO)*, 17(4), 44-57, 2019.
- [32] C. J. Alemán-Tinajero, "Desarrollo de un plan de negocios para la exportación de artesanías de cobre al mercado alemán", *Trabajo de obtención de grado Maestría en Mercadotecnia Global. Tlaquepaque, Jalisco: ITESO*, 2017.
- [33] S. Sarmiento del Valle, "Estrategias de Internacionalización y Globales para países en desarrollo y emergentes", *Revista Dimensión Empresarial*, 12(1), 111-138, 2014.
- [33] A. Medina del Valle y E. Armas Arévalos, *La construcción del sector artesanal, para un desarrollo comunitario. Factores críticos y estratégicos en la interacción territorial desafíos actuales y escenarios futuros*. Universidad Nacional Autónoma de México y Asociación Mexicana de Ciencias para el Desarrollo Regional A.C, Coeditores, Ciudad de México, 2020.
- [34] Fondo Nacional de Apoyo a Empresas de Solidaridad. *Comercialización y exportación de artesanías*, 2016. http://www.fonaes.gob.mx/doctos/pdf/guia_empresarial/comercializacion_de_artesantias.
- [35] Ley Aduanera, Cámara de Diputados, *Diario Oficial de la Federación [DOF]*, 2018. http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5389356&fecha=20/04/2015
- [35] Ley Aduanera, Cámara de Diputados, *Diario Oficial de la Federación [DOF]*, 2018. http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5389356&fecha=20/04/2015

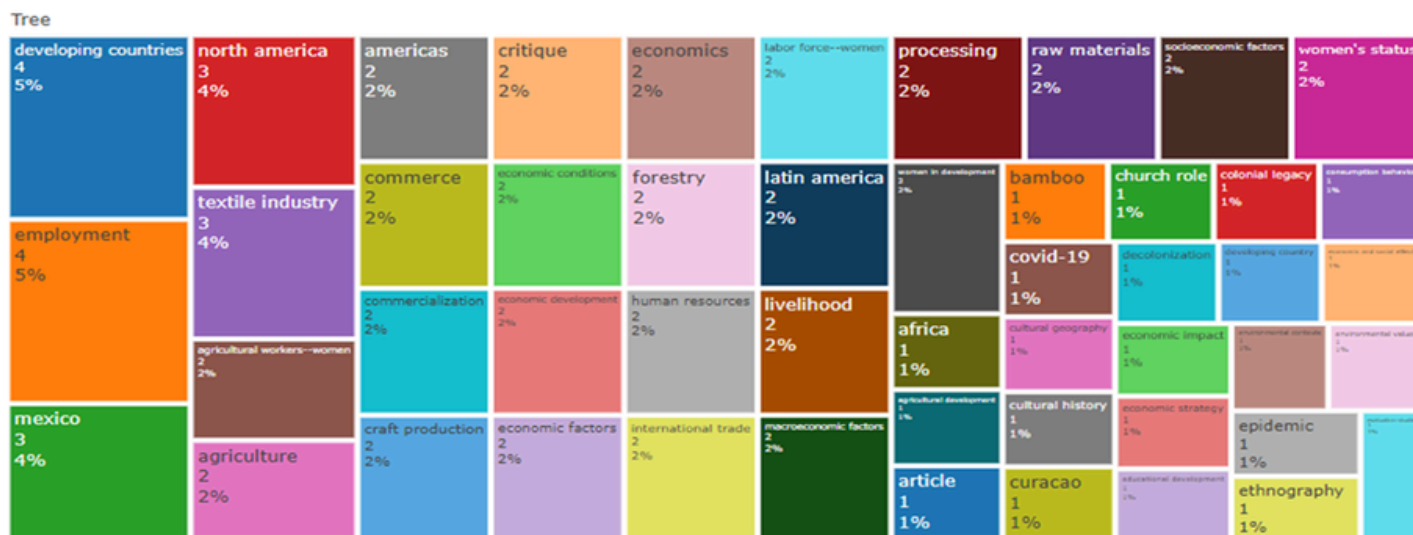
- [36] Ley General de Bienes Nacionales, Cámara de Diputados, Diario Oficial de la Federación [DOF], 16 de junio de 2025, (México). <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGBN.pdf>
- [37] Ley Federal Sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticas e Históricas, Cámara de Diputados, Diario Oficial de la Federación [DOF], 16 de febrero de 2018, (México). https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/131_160218.pdf
- [38] I. Franco, “La Secretaría de Cultura: modelo estatal para promover y comerciar cultura y patrimonio cultural”, *Antrópica revista de ciencias sociales y humanidades*, 2(3), 182-187, 2016.
- [39] Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, “Distrito de Desarrollo Rural Tulancingo. Fichas Municipales”, Gobierno del Estado de Hidalgo, Informe, 2006. <http://docencia.uaeh.edu.mx/estudios-pertinencia/docs/hidalgo-municipios/Tulancingo-Distrito-De-Desarrollo-Rural-SAGARPA.pdf>
- [40] Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, “SENASICA, el escudo que protege la producción de alimentos en México”, Gobierno de México, 30 de octubre 2018, <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/senasica-el-escudo-que-protege-la-produccion-de-alimentos-en-mexico>
- [41] A. L. C. Caravaca, JM Beneyto y C. Jiménez Piernas (Dirs.). “Concepto y fuentes del Derecho internacional-JM Beneyto y C. Jiménez Piernas (Dirs.) y S. Galimberti Díaz-Faes (Coord.). Derecho de los tratados”, *Cuadernos de derecho transnacional*, 16(1), 974-981, 2024.
- [42] Organización Mundial del Comercio, “Anexos técnicos: Sistema armonizado: modificaciones y su repercusión en las listas de los miembros de la OMC”, 2008.

ANEXOS.

Anexo 1. Producción anual de los principales autores.



Anexo 2. Mapa de árbol de los términos más utilizados.



Fuente: Elaboración propia

Distribución
Publicación electrónica disponible en
<http://itspozarica.edu.mx/>

Correo electrónico:
revistatec@pozarica.tecnm.mx

Propiedad Intelectual
Instituto Tecnológico Superior de Poza Rica
“Ciencia, Tecnología e innovación Revista de Divulgación del ITSPR”