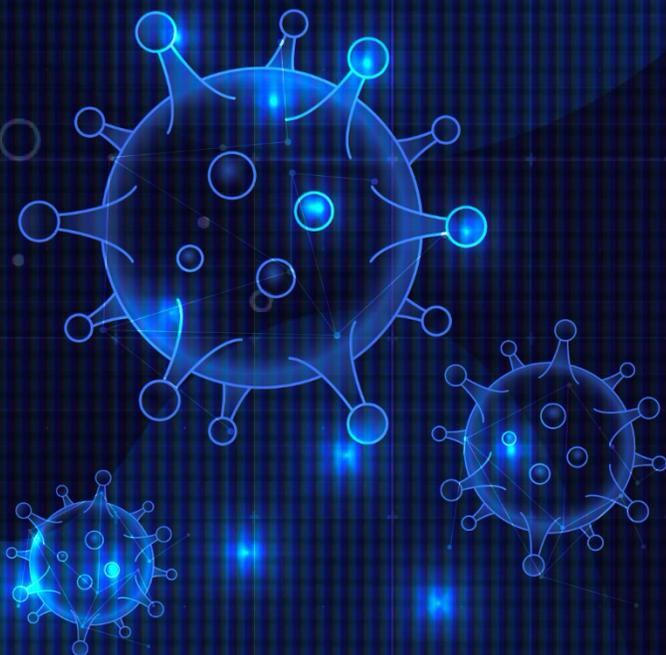




RAMSES

RED ACADÉMICA MULTIDISCIPLINARIA
DE SOLUCIONES SUSTENTABLES



ISBN:978-607-98376-5-5

DIFUSIÓN DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA

Difusión de la ciencia y la tecnología

Editorial Instituto Tecnológico Superior de Naranjos

1° Edición

Fecha de publicación: 28/09/2023

ISBN: 978-607-98376-5-5

Difusión de la ciencia y la tecnología: fue editado por Editorial Instituto Tecnológico Superior de Naranjos.

El contenido es responsabilidad de los autores. Se autorizó la reproducción total o parcial de la obra siempre y cuando cite la fuente

COMITÉ EDITORIAL

DRA. SUSANA ASTRID LÓPEZ GARCÍA

DR. HERIBERTO ESTEBAN BENITO

M.I.A. EDI ANTONIO LÓPEZ

DR. DANIEL ALEJANDRO LARA RODRÍGUEZ

M.D.I.S. EDGAR ANTONIO PECERO RAMÍREZ

COMITÉ REVISOR

DR. HERIBERTO ESTEBAN BENITO

DR. DANIEL ALEJANDRO LARA RODRÍGUEZ

M.C. BLANCA ESTELA ZAZUETA VILLAVICENCIO

M.C. EDUARDO RODRIGUEZ LEYVA

M.C. ERIKA ELIZABETH KATIB BARRA

M.C. ALFREDO HERNANDEZ IBARRA

DR. ALEJANDRO GREGORIO NILA

M.C. GABRIEL GROSSKELWING NUÑEZ

DRA. DINORA VAZQUEZ LUNA

DRA. KARINA CRUZ RODRIGUEZ

M.C. ROMAN GUADARRAMA PEREZ

M.C. EDI ANTONIO LÓPEZ

M.C. VICTOR MANUEL CRUZ VICENCIO

DR. URIEL ARMANDO MACIAS CASTILLO

DISEÑO PORTADA Y CONTRAPORTADA

L.D.G. JOSELINE CASTELLANOS RAMÍREZ

ÍNDICE

BIOLOGÍA Y QUÍMICA	5
Densidad poblacional y aspectos morfológicos del cangrejo azul (<i>Cardisoma</i> Guanhumi) en la zona costera de Tecolutla, Veracruz	6
BIOTECNOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE	13
Caracterización de una celda de combustible microbiana acoplada a un humedal con agua residual acuícola	14
Despliegue en la nube de cómputo científico de alto rendimiento para el modelo de pronóstico Weatherresearch And Forecasting (WRF).....	22
Contenedores biodegradables a base de agro- residuos de la cuenca del Papaloapan.....	31
Evaluación invitro de inhibición fúngica de extracto de moringa (<i>Moringa Oleífera Lam</i>) en aislamientos de frutos de papaya (<i>Carica Papaya L</i>).	48
Tratamiento térmico como alternativa de regeneración de un convertidor catalítico	56
CIENCIAS SOCIALES Y ECONÓMICO ADMINISTRATIVO	61
Análisis de la conducta de consumo de la generación z vía internet: caso de estudio Chetumal Quintana Roo.....	62
EDUCACIÓN.....	87
Sistema integral con gamificación para aprendizaje de las matemáticas en sexto grado de primaria.	88
Impactos del desarrollo turístico en Xul-ha, Quintana Roo.....	101
La educación y cultura ambiental un eje transversal en las instituciones educativas de México.....	130
Acciones para identificar conflicto de interés en el servicio público.....	141
INDUSTRIA 4.0	160
Caracterización fisicoquímica de salchichas tipo frankfurt modificadas con oleo geles de estructurados con ceras comestibles.....	161
Determinación de los principales indicadores en censo comercial de los diferentes sectores empresariales en Agua Prieta, Sonora	169
INGENIERÍAS	180
Ajuste de parámetros de un algoritmo genético usando Doe Taguchi para el problema de asignación cuadrática.....	181
Diseño mecánico de una montura para un oftalmoscopio portátil	198

BIOLOGÍA Y QUÍMICA

Densidad poblacional y aspectos morfológicos del cangrejo azul (Cardisoma Guanhumi) en la zona costera de Tecolutla, Veracruz

Anell Aguilar López^a, Jocabel Extocapan Molina^a, Julio Alfonso Armenta Barrios^a, José Luis Xochihua Juan^a, Israel Cano García^a, Luis Felipe Juárez Santillan^a.

^aUniversidad Tecnológica de Gutiérrez Zamora

Autor de correspondencia: anell_d@utgz.edu.mx

RESUMEN

El municipio de Tecolutla, Veracruz está localizado en el golfo de México, en este municipio, están presentes los ecosistemas característicos de las regiones costeras tropicales, que le proporcionan hábitat al cangrejo *Cardisoma guanhumi*. Este estudio se realizó durante los meses de julio, agosto y septiembre del 2022, se colectaron manualmente 250 especímenes adultos y se registró la morfología de cada individuo; sexo, peso, longitud y ancho del caparazón, demostrando un tamaño muy similar sin importar el género, pero la relación de hembra/macho fue 9:1, por la época de desove; aunque esta especie no posee depredadores directos, se le considera especie económicamente valiosa en el área, por lo que está categorizada como vulnerable. El objetivo de este estudio es conocer el estado actual del cangrejo azul *Cardisoma guanhumi* en cuanto a la cantidad existente basándose en el tamaño y peso de los especímenes que bajan a la playa de Tecolutla en la temporada de desove.

INTRODUCCIÓN

El cangrejo azul (*Cardisoma guanhumi*), es un crustáceo que habita la zona costera de manglares, pantanos, lagunas y estuarios, es considerado como el cangrejo semi-terrestre de mayor tamaño en el Golfo de México, particularmente en los estados de Veracruz y Tabasco; una de las particularidades de esta especie es su coloración que presenta tonos grises, marrones y azulados los cuales con el tiempo y la edad se tornan más intensos; un ejemplar adulto puede llegar a pesar hasta 1 kg y su tenaza más grande puede llegar a medir hasta 12 cm de largo (INAPESCA, 2023).

Suele habitar en playas fangosas, en zonas de manglar, cocotales y suelos en baja salinidad

CAPITULO I

pudiendo llegar habitar cientos de metros de tierra adentro. Suelen excavar cuevas donde permanece durante el día, sus cuevas alcanzan la capa freática y contienen agua, dulce o salada. Al llegar el atardecer salen de sus madrigueras y suelen ser muy activos durante la noche (Artera, 2009).

Su ciclo reproductivo depende de los patrones climáticos y las fases lunares, presentando migraciones masivas anuales durante la luna llena de los meses de mayor precipitación, al comienzo de la época de lluvias. El periodo de desove se extiende desde junio o principios de julio a diciembre, aunque existen pequeñas variaciones de acuerdo con la región y cambios en las temporadas de lluvias (Hill, 2001).

En México, particularmente para las costas de Veracruz, las estadísticas sobre la disminución de la producción y de las poblaciones de esta especie es alarmante, pues 1996 al 2007 la producción de *C. guanhumi* pasó de las 250 toneladas a menos de 50 toneladas anuales, siendo el principal productor de organismos enteros y mano de cangrejo, sobre todo el municipio de Tecolutla, la cual está dedicada a la captura de esta especie para consumo, pues actualmente sólo existe la talla de captura establecida por el Diario Oficial de la Federación emitido por la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) para la cual establece 70 mm de longitud total como la talla mínima para la captura de *C. guanhumi*, pero en el municipio solo existen programas temporales y no permanentes para la protección de esta especie en el municipios de Tecolutla, Veracruz (DOF, 2012).

El objetivo de este trabajo fue evaluar preliminarmente las poblaciones de *Cardisoma guanhumi* presentes en el municipio de Tecolutla, Veracruz, mediante la caracterización de las variables morfológicas principales de individuos adultos, ya que no existe un estudio precedente para la especie en la región.

METODOLOGÍA

Área de estudio

El Municipio de Tecolutla, Veracruz, se encuentra ubicado en la zona centro del Estado, en las coordenadas 20° 28'34.5" latitud norte y 97 °00'16.4" longitud oeste a una altura de 10 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con Papantla, al sur con Martínez de la Torre, al oeste con Gutiérrez Zamora y Papantla. Su distancia aproximada de la cabecera

CAPITULO I

municipal al norte de la capital del Estado, por carretera es de 105 Km. (SEMAR 2020), tiene una temperatura promedio de 28°C y cuenta para su desarrollo turístico con 55 kilómetros de litoral costero con el Golfo de México en los cuales se encuentran asentadas poblaciones de varias especies de cangrejos terrestres, entre estos *Cardisoma guanhumi*.

Lugar de muestreo

Se eligieron 3 lugares de muestreo en el municipio de Tecolutla, la Zona Costera del municipio (A), la entrada al municipio frente al club de pesca (B) y la ribera del Río Tecolutla (C) (Imagen 1), ya que estos lugares a pesar de tratarse de áreas protegidas, constituyen un atractivo turístico y en donde, a pesar de los esfuerzos de las entidades pertinentes, se da la extracción ilegal de *Cardisoma guanhumi*.



Imagen 1 Área de estudio, Tecolutla, Veracruz 20°23'17"N 97°01'31"O y ubicación de las zonas de muestreo: zona costera del municipio (A), la entrada al municipio frente al club de pesca (B) y la ribera del río Tecolutla (C)

Recolección de individuos

Se recolectaron todos los individuos encontrados en las noches de luna llena, durante los meses de julio, agosto y septiembre de 2022, considerando sólo los que se encontraban fuera de sus madrigueras, para evitar un muestreo invasivo utilizando guantes de carnaza.

Toma de datos de los individuos

Se siguió la metodología propuesta en el "Protocolo para muestreo biológico y biométrico

CAPITULO I

de crustáceos marinos” (Espinoza, 2016) realizando la medición a cada individuo tanto de la longitud y ancho de su caparazón en milímetros (mm), con un flexómetro marca TRUPER de 27 mm de ancho, se pesaron con una báscula digital gramera marca SANTUL modelo 5927, se le contó el número de patas del lado izquierdo y derecho y fueron sexados; en el caso de las hembras, se registró adicionalmente ovadas y no ovadas, adicionalmente a cada individuo se le asignó un número con un marcador permanente para evitar recuento, para posteriormente ser liberados.

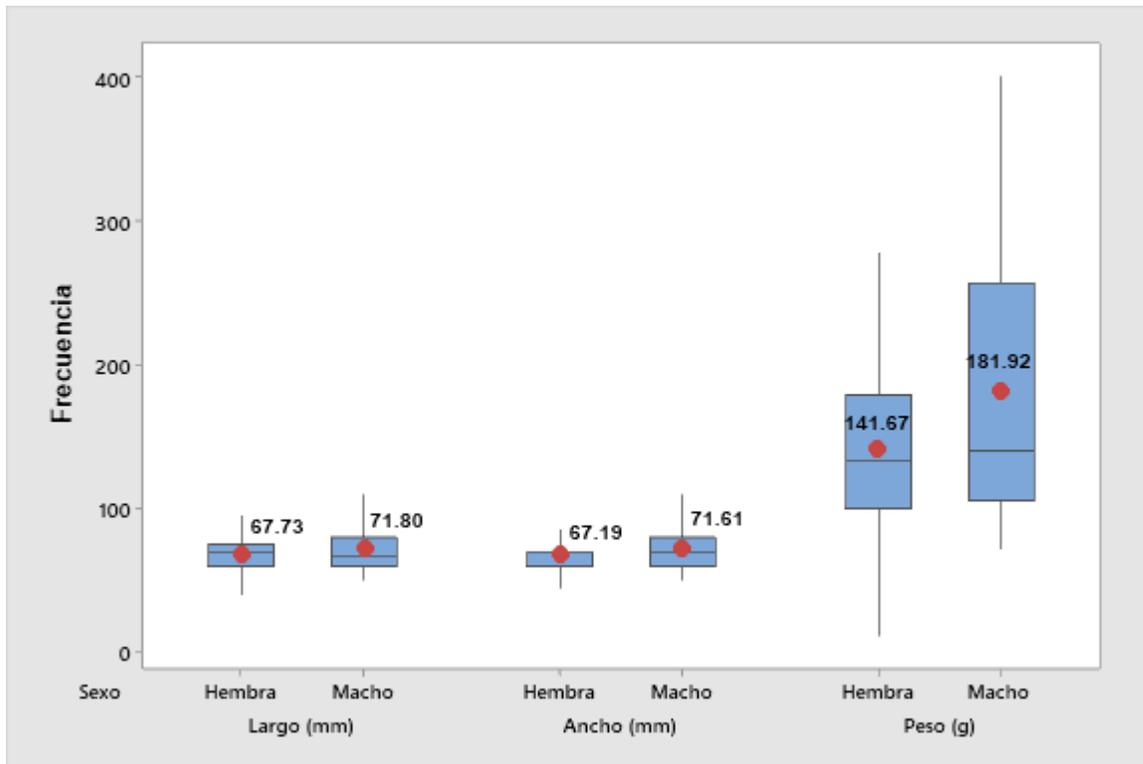
Análisis Estadístico

Todas las pruebas estadísticas se realizaron con el programa Minitab, Versión 19 con un nivel de significancia $\alpha = 0.05$, y 1 grado de libertad, utilizando el método de Tukey y un nivel de confianza del 95%.

RESULTADOS

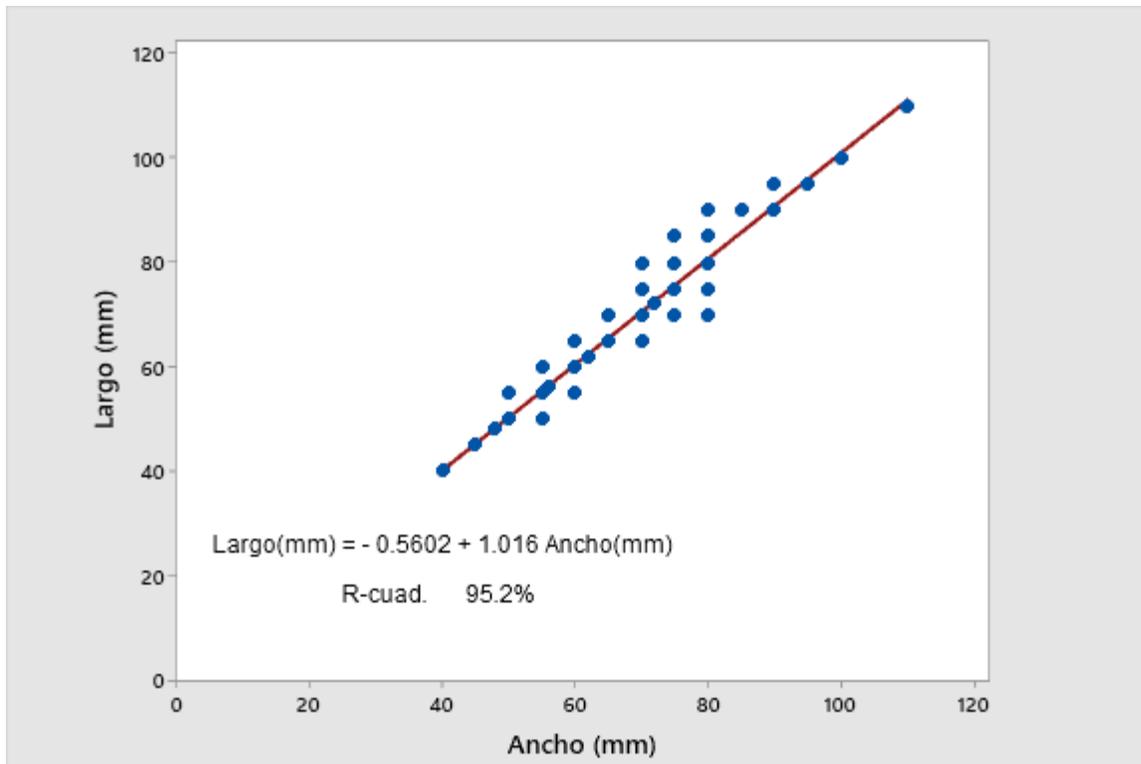
Se recolectó un total de 250 individuos durante los 3 meses del estudio, determinándose 26 individuos machos (10.4%) y 224 hembras (89.6%), de las cuales 206 estaban ovadas (91.9%). La proporción de sexos de las poblaciones de *C. guanhumi* en la temporada de estudio, a diferencia del esperado 1:1, mostró una relación 9:1 en la que las hembras tuvieron mayor representatividad.

De las observaciones realizadas durante los 3 meses de estudio, se determinó que el largo promedio del caparazón para los individuos fue de 68.16 mm, con valores de 67.73 ± 10.54 mm en hembras, incrementándose esta talla en machos 71.81 ± 14.76 mm, siendo estadísticamente iguales; mientras que el ancho promedio del caparazón para los individuos fue de 67.66 mm, con valores de 67.19 ± 10.08 mm en hembras, incrementándose esta talla en machos 71.62 ± 14.33 mm siendo estas estadísticamente diferentes; con un peso promedio de 145.86 gr por espécimen, teniendo valores de 161.47 ± 57.8 gr para las hembras y 181.9 ± 103.4 gr para los machos siendo estadísticamente diferentes para la prueba de Tukey con una confianza del 95% (Gráfica 1).



Gráfica 1 Comparación del largo, ancho y peso de especímenes de *Cardisoma guanhumí* colectados por sexo

Además, se realizó la relación entre la longitud y el ancho del caparazón mostrando una relación significativa con valor de $R^2= 95.92\%$ tomando en cuenta todos los especímenes colectados. (Gráfica 2).



Gráfica 2 Regresión lineal para la variable longitud y ancho (mm) del caparazón de *Cardisoma guanhumí*.

Los individuos colectados presentaron un peso promedio de 145.86 gr por espécimen y un ancho de caparazón de 67.66 mm, muy similar a lo reportado en literatura en el norte del golfo de México (Hernández, 2012); mientras que la relación de captura hembra/macho (9:1) puede deberse a la época de estudio, ya que se realizó en temporada de reproducción y desove (Shinozaki, 2008). El tamaño del caparazón de *C. guanhumí*, se da en respuesta a la función y frecuencia de la muda; por esta razón, la relación entre la longitud y el ancho del caparazón es constante, lo cual se demostró con el análisis de regresión lineal entre estas dos variables.

CONCLUSIONES

En el municipio de Tecolutla, Veracruz los especímenes de *Cardisoma guanhumí* muestran valores de crecimiento dentro del rango reportado, pero con peso menor a los reportado en literatura, además de la caza indebida de esta especie (aun en tiempo de veda) a lo largo de su distribución geográfica en la zona donde es considerada económicamente importante. Es una especie longeva, y de crecimiento lento, por lo que, si es sometida a una extracción

CAPITULO I

intensiva, puede llegar a estar en peligro de extinción, lo cual debe tenerse en cuenta a la hora de realizar planes de manejo para el aprovechamiento responsable de esta especie.

Se pretende monitorear al cangrejo azul por al menos 3 años para tener más información sobre el comportamiento de la especie y observar el comportamiento de las variables tomada en cada año, y con ello poder predecir su estado a través del tiempo.

Este trabajo se realiza gracias al apoyo de voluntarios, grupos ambientalistas, y autoridades del municipio de Tecolutla; Vida Milenaria A.C., Fundación Vida Silvestre y Protección Civil. Quienes protegen a la especie cada año en la temporada de desove.

BIBLIOGRAFÍA

- Arteta-Bonivento, R. (2009). Crabs in the rio Ranchería Delta, Riohacha (Colombia) (Crustacea: Decapoda: Brachyura). Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de HistoriaNatural, 13(1), 140-152.
- Diario Oficial de la Federación, D. O.F 2012. El acuerdo por el que se aprueba la carta nacional pesquera. 93-94 p.
- Espinoza E, Alemán S, Ramírez P, Castillo G. 2016. Protocolo para muestreo biológico y biométrico de crustáceos marinos. Inf. Ins. Mar Perú. 43(4): 402-424.
- Hernández-Maldonado, A. 2012. Aspectos biológicos y poblacionales de *Cardisoma guanhumi* (Latreille, 1825), en la Laguna de Tampamachoco y Majahual en Tuxpan, Veracruz. Tesis Universidad Veracruzana, Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Tuxpan, México. 87 p
- Hill, K. 2001. “*Cardisoma guanhumi*” Disponible en: <http://www.sms.si.edu/IRLSpec/Cardis_guanhu.htm>. 20/10/2007.
- INAPESCA, I. N. de P. (2023, enero 23). Cangrejo Azul del Golfo de México. <https://www.gob.mx>. Recuperado 22 de marzo de 2023, de <https://www.gob.mx/inapesca/articulos/cangrejo-azul-del-golfo-de-mexico>
- SEMAR, 2020, Datos Generales, I., & Puerto, D. (s/f). TECOLUTLA, VERACRUZ. Gob.mx. Recuperado el 22 de marzo de 2023, de <https://digaohm.semar.gob.mx/cuestionarios/cnarioTecolutla.pdf>
- Shinozaki, A. 2008. Biología reproductiva do guaiamum, *Cardisoma guanhumi* Latreille, 1828(Decapoda: Gecarcinidae) na região de Aracati/Ce. Tesis Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife, Brasil. 91 p

BIOTECNOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE

Caracterización de una celda de combustible microbiana acoplada a un humedal con agua residual acuícola

Doriluz Corona Zarate^a, Ana Line Vázquez Larios^a, Paula Natalia Robledo Narvárez^a, Karina Bustos Ramírez^a

^aTecnológico Nacional de México/ITS de Tierra Blanca.

Autor de correspondencia: ana.vazquez@itstb.edu.mx

RESUMEN

Las celdas de combustible microbianas (CCM-Hs) son capaces de generar energía sostenible con plantas vivas y aguas residuales como fuente de materia orgánica. El objetivo del presente trabajo fue caracterizar una celda de combustible microbiana acoplada a un humedal (CCM-H) por curva de polarización y agua residual Tilapia. La CCM-H consistió en recipiente de plástico donde se instalaron dos plántulas de *Typha Latifolia* y electrodos de grafito. La celda fue operada en lote durante 7 d, a una temperatura controlada de 20-22 °C, y agua residual de Tilapia con concentraciones de demanda química de oxígeno (DQO) de 273 y 773 mg/L para operación 1 y operación 2, respectivamente. La operación 1 presentó la mayor potencia el día 6 con un valor de 0.003 mW y para la operación 2 la mayor potencia fue al día 4 con un valor de 0.0021 mW. La aplicación de CCM-H es una prometedora alternativa para el tratamiento de agua residual y simultanea generación de energía eléctrica.

INTRODUCCIÓN

Ante la situación energética mundial, México requiere de nuevas fuentes de energía sustentables. En la actualidad los combustibles fósiles son la principal fuente de energía de nuestro país, estos presentan desventajas, como ser un recurso limitado en un futuro cercano, emisión de contaminantes gaseosos, contaminación de suelos, cuerpos de agua, etc. (Vázquez-Larios et al., 2015). Esto ha motivado al desarrollo de nuevas alternativas energéticas renovables y sostenibles como la aplicación de sistemas de celdas de combustible microbianas acopladas a un humedal (CCM-Hs) (Tom et al., 2015). Las CCM-Hs son una tecnología donde se usan raíces de plantas para alimentar directamente a las

bacterias electroquímicamente activas (BEAs). Este mecanismo se produce en el ánodo por medio de la excreción de rizo depósitos que actúan como sustrato, para generar bioelectricidad, adicionar plantas incrementa la generación de potencia y corriente (Calderón-Torres et al., 2020).

Las CCM-Hs son capaces de generar energía verde sostenible con plantas vivas como única fuente de materia orgánica, haciendo que estas sean más atractivas como fuente potencial de energía barata, limpia y renovable (Kabutey et al., 2019). La acuicultura en México es una actividad que ha incrementado en los últimos años, durante su proceso se generan grandes descargas de efluentes con concentraciones de nutrientes (fósforo, nitrógeno), materia orgánica y patógenos a los cuerpos receptores, estas características fisicoquímicas le permiten ser un buen sustrato para las CCM-Hs (Morando-Grijalva et al., 2020). El objetivo de este trabajo fue caracterizar una celda de combustible microbiana acoplada a un humedal (CCM-H) por curva de polarización y agua residual Tilapia.

METODOLOGÍA

Celda de combustible microbiana acoplada a un humedal

La celda consistió en un recipiente de plástico de 19 L, el cual fue adaptado con una salida de PVC de 1 pulgada (*in*) y una llave de paso a una distancia de 4 cm, se adaptaron como ánodos 3 electrodos de grafito (diámetro: 1 cm y altura: 10 cm), en un ángulo de 120° y una altura de 2.5 cm (los electrodos fueron unidos con alambre de cobre). El cátodo consistió de una barra de grafito (diámetro: 1 cm y altura: 10 cm) a una altura de 30 cm. Para sostener la planta se adaptó una canasta de plástico (diámetro inferior: 17.5 cm, diámetro superior: 24 cm y altura: 23 cm) con perforaciones de 2.5 cm de diámetro.

La celda fue cargada con 100 piedras de grava con un diámetro de 4.86 ± 3 cm, teniendo un volumen de operación de 11 L.

Agua residual de Tilapia

El agua residual de Tilapia fue obtenida de los cultivos de Tilapia del Instituto Tecnológico de Boca del Río, ubicado en Carretera Veracruz-Córdoba km 12 Boca del Río, Veracruz. Posteriormente fue trasladada y almacenada a 4°C en el Laboratorio de Biotecnología y

Bioenergía del ITSTB. Los parámetros fisicoquímicos del agua residual de Tilapia para la operación 1 y operación 2 se muestran en la **Tabla 1**.

Tabla 1. Parámetros fisicoquímicos de agua residual de Tilapia para la operación 1 y operación 2.

Parámetro	Operación 1	Operación 2
DQO (mg/L)	273± 175.82	773 ± 508.80
pH	7.34 ± 0.014	6.87 ± 0.41
Temperatura (°C)	20 ± 1.34	22 ± 1.58
Conductividad (mS/cm)	0.52 ± 0.035	0.40 ± 0.134
NH ₃ (mg/L)	0.54 ± 0.250	0.113 ± 0.563
PO ₄ ⁻³ (mg/L)	3.37 ± 1.03	0.60 ± 0.77
Sólidos totales (mg)	0.011 ± 0.002	0.0171 ± 0.0043
Sólidos volátiles (mg)	0.007 ± 0.003	0.0153 ± 0.0037

Caracterización de celda de combustible microbiana acoplada a un humedal

La operación 1 y operación 2 de la CCM-H fue por lote durante 7 días con temperaturas controladas de 20°C ± 0.35 y 22°C ± 1.58, respectivamente. Como inóculo fueron adicionados 4 kg de suelo de jardín en la parte inferior de la celda y 2 plántulas de *Typha Latifolia* en la canasta superior (el electrodo ánodo fue depositado en la raíz de *Typha Latifolia*). Se adicionaron 11 L de agua residual de Tilapia con una demanda química de oxígeno (DQO) de 273 y 773 mg/L para la operación 1 y operación 2, respectivamente. La caracterización de la celda fue realizada por curva de polarización, inicialmente la CCM-H fue operada a circuito abierto (CA) durante 1 h. Una vez logrado establecer del voltaje a circuito abierto se hizo variar la resistencia externa (R_{ex}) de un valor de 15 Ω hasta 555,000 Ω . Este procedimiento fue realizado cada 24 h por 7 días.

Se tomaron muestras cada 24 h y fueron determinados los parámetros fisicoquímicos mencionados en la **Tabla 1**. Adicionalmente fueron calculadas las variables de respuesta: voltaje (E), intensidad de corriente (I), densidad de potencia (P_A) y potencia volumétrica (P_V). El voltaje fue determinado con un Multímetro Fluke 8845A 6.5.

Métodos analíticos y cálculos

La DQO, sólidos totales (ST) y sólidos volátiles (SV) fueron determinados por Métodos

Normalizados (APHA, 2005). PO_4^{3-} , NH_4^+ , y conductividad por el Fotómetro Multiparamétrico de Sobremesa modelo HI83099 HANNA. La corriente (I), potencia (P) y la densidad de potencia (P_{AN}) y la potencia volumétrica (P_V) fueron calculadas como se describe previamente Vázquez-Larios et al., (2011).

RESULTADOS

Caracterización de la celda de combustible microbiana acoplada a un humedal operación 1 y operación 2.

Las curvas de polarización para la operación 1 y operación 2 se muestran en la Figura 1.

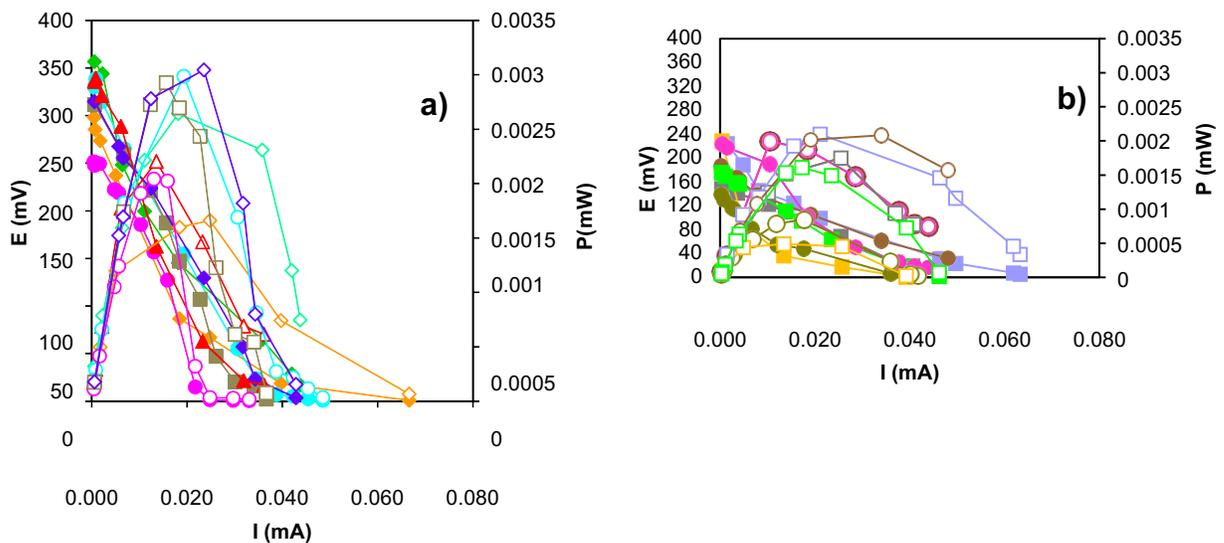


Figura 1. a) Curvas de polarización de la CCM-H, **operación 1** (◇: 1; ◇: 2, ○: 3, ○: 4, □: 5, ◇: 6 y △: 7 d), b) Curvas de polarización de la CCM-H, **operación 2** (□: 1, ○: 2, □: 3, □: 4, ○: 5, □: 6, ○: 7d).

Para la operación 1 los valores máximos de potencia fueron 0.0017, 0.0026, 0.0030, 0.0020, 0.0029, 0.0030 y 0.0022 mW para los días 1, 2, 3, 4, 5, 6, y 7, respectivamente. El día que presento mayor potencia fue el día 6 con un valor de 0.0030 mW. Por otro lado, la operación 2 muestra valores de potencia de 0.0017, 0.0020, 0.0013, 0.0021, 0.0020, 0.0016, 0.00084 mW para los días 1, 2, 3, 4, 5, 6, y 7, respectivamente. El día que presentó una mayor potencia fue el día 4 con un valor de 0.0021 mW. El valor de densidad de potencia volumétrica máxima para la operación 1 y operación 2 fue de 0.00027 y 0.000190 mW/m³,

CAPITULO II

respectivamente. Comparando los resultados obtenidos con literatura, los valores se encuentran por debajo de lo reportado por Oodally et al., (2019), Teoh et al., (2020) y Wen et al., (2020) (ver Tabla 2). Oodally et al., (2019) evaluaron una CCM-H con tres tipos de plantas, *C. Prolifer*, *W. Thyrsiflora* y *P. Australis*, utilizando agua residual sin tratar con electrodos de carbón activado granular (ánodo) y tela de carbón con Pt (cátodo). Adquiriendo valores altos de $P_{V-m\acute{a}x}$, 229 mW/m³, 106 mW/m³, 109 mW/m³, respectivamente. Por otro lado, Teoh et al., (2020) analizaron el desempeño de una CCM-H, con una fuente de carbono de acetato de sodio, electrodos de carbón activado (ánodo y cátodo) y como macrófita *Eichhornia Crassipes*, la cual tiene antecedentes de ser potencialmente favorecedora. La $P_{V-m\acute{a}x}$ obtenida fue de 1.88 mW/m³. También, Wen et al. (2020), reportaron el uso de una CCM-H con la planta *Canna indica*, electrodos de carbón activado granular (ánodo y cátodo), lograron obtener un valor máximo de $P_{V-m\acute{a}x}$ del 74.78 mW/m³. Oodally et al., (2019) reportan una CCM-H con tres tipos de plantas, *C. Prolifer*, *W. Thyrsiflora* y *P. Australis*, utilizando agua residual sin tratar con electrodos de carbón activado granular (ánodo) y tela de carbón con Pt (cátodo). Adquiriendo valores de $P_{V-m\acute{a}x}$ de 229 mW/m³, 106 mW/m³, 109 mW/m³, respectivamente.

Con lo anterior se puede observar que los valores obtenidos de P, P_V son menores debido a que el área superficial es menor comparado con Oodally et al., (2019), Teoh et al., (2020) y Wen et al., (2020) y el uso de Pt (0.4 mg/cm²) como catalizador en el cátodo. Aunque los valores de generación de energía son bajos, es importante mencionar que se utiliza un agua residual proveniente del cultivo de Tilapia.

Después de la operación en lote de la operación 1 y operación 2, se lograron valores de remoción de DQO de 93 y 92 %, respectivamente

Tabla 2. Determinación de parámetros con diferentes autores.

Tipo de celda	Planta	Agua residual	Tipo de electrodos	Parámetros	Desempeño	Ref.
CCM-H	<i>C. prolifer</i>	Agua residual sin tratar	Ánodo: carbón activado granular Cátodo: tela de carbón con Pt (0.4 mg/cm ²)	Top: 20 °C Vop: --- DQO: 730 mg/L P: 11.46 mg/L NO ₃ : 7.53 mg/L R _{ext} : 1000 Ω	R _{int} =621 Ω P _{V-max} = 229 mW/m ³ η _{DQO} =97% η _P =98% η _{NH4} =---	
	<i>Wachendorfia thyrsoiflora</i>				R _{int} = 495 Ω P _{V-max} = 106 mW/m ³ η _{DQO} =94% η _P =58% η _{NH4} = --	
	<i>Phragmites australis</i>				R _{int} = 731Ω P _{V-max} = 109 mW/m ³ η _{DQO} =94% η _P =81% η _{NH4} = --	Oodally et al., (2019).
	Control				P _{V-max} =184 mW/m ³ η _{DQO} =90% η _P =72% η _{NH4} = --	
CCM-H	<i>Eichhornia Crassipes</i>	Agua residual sintética	Ánodo: carbón activado granular Cátodo: carbón activado granular	T _{op} =29 °C V _{op} =--- DQO=683 mg/L	E = 61.8 mV R _{ext} = 1000 Ω R _{int} =620 Ω P _{V-max} = 1.88 mW/m ³ η _{DQO} = 97% η _{NO3} = 84% η _{NH4} = 39%	Teoh et al., (2020)
CCM-H	<i>Canna indica</i>	Agua residual sintética	Ánodo: carbón activado granular Cátodo: carbón activado granular	T _{op} = 28°C V _{op} = 1.395 L DQO=---	E = 278.4 mV R _{ext} = 1000 Ω P _{V-max} = 74.78 mW/m ³ R _{int} = 827.93 -814.21Ω η _{DQO} = 87% η _{NH4+N} = 89.9%	Wen et al., (2020)
CCM-H	<i>Typha Latifolia</i>	Acuícola (Tilapia)	Ánodo: barra de grafito Cátodo: barra de grafito	T _{op} = 22 °C V _{op} = 11 L DQO= 273 mg/L	E = 357 mV R _{ext} = 5500 Ω P _{V-max} = 0.00027 mW/m ³ η _{DQO} = 93% η _{PO4⁻³} = -- η _{NH4} = --	Este trabajo (Operación 1)
CCM-H	<i>Typha Latifolia</i>	Acuícola (Tilapia)	Ánodo: barra de grafito Cátodo: barra de grafito	T _{op} = 23 °C V _{op} = 11 L DQO= 773	E = 238.68 mV R _{ext} = 5500 P _{V-max} = 0.000190 mW/m ³ η _{DQO} = 92% η _{PO4⁻³} = -- η _{NH4} = --	Este trabajo (Operación 2)

CONCLUSIONES

Se logró generar una potencia de 0.0030 mW (DQO: 273 mg/L) y 0.0021 mW (DQO: 773 mg/L), en una celda de combustible microbiana acoplada a un humedal aplicando como sustrato agua residual acuícola. El uso de CCM-H permite obtener energía sustentable y el tratamiento de aguas residuales generadas por la industria acuícola.

BIBLIOGRAFÍA

- Vázquez-Larios, A. L., Poggi-Varaldo, H. M., Solorza-Feria, O., Rinderknecht-Seijas, N. (2015). Effect of type of inculum on microbial fuel cell performance that used $R_{ux}, M_{oy} S_{ezas}$ cathodic catalyst. *International Journal of Hydrogen Energy*. 40(48),17402-17412. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2015.09.143>
- Tom, A. P., Jayakumar, J. S., Biju, M., Somarajan, J., & Ibrahim, M. A. (2021). Aquaculture wastewater treatment technologies and their sustainability: A review. *Energy Nexus*, 4, 100022. <https://doi.org/10.1016/j.nexus.2021.100022>
- Calderón-Torres, E., Poggi-Varaldo, H. M., Robledo-Narváez, P. N., Vázquez-Larios, A. L. (2020). Capítulo 4.4. Celdas de combustible microbianas acopladas a un humedal para el tratamiento de aguas residuales. In: Sotelo-Navarro, P. X., Tecorralco-Bobadilla, L., Escamilla-Alvarado, C., Bretón-Deval, L., Hernández-Flores, G., Romero-Cedillo, L., Poggi-Varaldo, H. M. (Editores): Medio ambiente, bioenergías y sostenibilidad 2020, pages 24-34. Ed. ABIAER A.C., Cinvestav, México City, México.
- Kabutey, F. T., Zhao, Q., Wei, L., Ding, J., Antwi, P., Quashie, F. K., & Wang, W. (2019). An overview of plant microbial fuel cells (PMFCs): Configurations and applications. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 110, 402-414. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.05.016>
- Morando-Grijalva, C. A., Vázquez-Larios, A. L., Alcántara-Hernández, R. J., Ortega-Clemente, L. A., & Robledo-Narváez, P. N. (2020). Isolation of a freshwater microalgae and its application for the treatment of wastewater and obtaining fatty acids from tilapia cultivation. *Environmental Science and Pollution Research*, 27, 28575-28584. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-08308-z>
- American Public Health Association. (2005). APHA Standard methods for the examination of water and wastewater. *Standard methods for the examination of water & wastewater*. Washington, DC: American Public Health Association.

CAPITULO II

- Vazquez-Larios, A. L., Solorza-Feria, O., Vazquez-Huerta, G., Esparza-García, F., Rinderknecht-Seijas, N., & Poggi-Varaldo, H. M. (2011). Effects of architectural changes and inoculum type on internal resistance of a microbial fuel cell designed for the treatment of leachates from the dark hydrogenogenic fermentation of organic solid wastes. *international journal of hydrogen energy*, 36(10), 6199-6209. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2011.01.006>
- Teoh, T. P., Ong, S. A., Ho, L. N., Wong, Y. S., Oon, Y. L., Oon, Y. S., ... & Thung, W. E. (2020). Up-flow constructed wetland-microbial fuel cell: Influence of floating plant, aeration and circuit connection on wastewater treatment performance and bioelectricity generation. *Journal of Water Process Engineering*, 36, 101371. <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2020.101371>
- Wen, H., Zhu, H., Yan, B., Xu, Y., & Shutes, B. (2020). Treatment of typical antibiotics in constructed wetlands integrated with microbial fuel cells: Roles of plant and circuit operation mode. *Chemosphere*, 250, 126252. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.126252>
- Oodally, A., Gulamhussein, M., & Randall, D. G. (2019). Investigating the performance of constructed wetland microbial fuel cells using three indigenous South African wetland plants. *Journal of Water Process Engineering*, 32, 100930. <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2019.100930>

Despliegue en la nube de cómputo científico de alto rendimiento para el modelo de pronóstico Weatherresearch And Forecasting (WRF)

Fredy Juárez Pérez^a, Sergio Natan González Rocha^b, José Antonio García Mejía^c,
Eduardo Solís Pérez^b

^aTecnológico Nacional de México/ITS de Álamo campus Xoyotitla.

^b Universidad Veracruzana/Facultad de Ciencias Químicas.

^c Tecnológico Nacional de México/ITS de Poza Rica

Autor de correspondencia: ngonzalez@uv.mx

RESUMEN

El despliegue de cómputo de alto rendimiento (HPC siglas en inglés) en infraestructura en la nube es un proceso complejo que requiere construir un ambiente cada vez que se necesita. También contiene requisitos de software específicos para la experimentación, debido a su esquema de pago, el despliegue debe realizarse en el menor tiempo posible. En este tema se muestra el proceso de despliegue de un Clúster de alto rendimiento con instancias de Amazon Elastic Compute Cloud (EC2), almacenamiento distribuido con Elastic File System (EFS) de Amazon Web Services (AWS) y la instalación del sistema de predicción numérica del tiempo (NWP) denominado un Modelo de pronóstico e investigación meteorológica (WRFv3.9) configurado para ejecutarse con MPI. Los resultados experimentales se muestran con WRF sobre los dominios del estado de Veracruz a 9 km x 9 km y 3 km x 3 km en México. Para evaluar su funcionalidad en la nube se realizó un análisis de sensibilidad a través de Mean Bias (MB) y Root Mean Square Error (RMSE) considerando las variables WRF calculadas: temperatura (T), velocidad y dirección del viento (WS, WD) y datos METAR en ambos dominios seleccionados. Se concluye que la operación del WRFv3.9 en el servicio EC2 de AWS es transparente como si se estuviera trabajando en un equipo instalado de manera local. Los tiempos de respuesta de acuerdo con los núcleos programados para las ejecuciones de prueba son muy similares a los tiempos de cálculo en equipos físicos.

INTRODUCCIÓN

El modelo Weather Research and Forecasting (WRF) es un sistema de cálculo numérico

CAPITULO III

para simulación atmosférica (NWP) diseñado para satisfacer las necesidades tanto de investigación como de predicción atmosféricas. El modelo hace uso de información satelital para su modelación y predicción de variables climáticas, este software debe de configurarse para ejecutarse en infraestructuras de cómputo de alto rendimiento, aprovechando las características de paralelismo con memoria distribuida utilizando el estándar message passing interface (MPI siglas en inglés de Interfaz de paso de mensajes) para resolver complejos cálculos de predicción atmosférica.

El uso de WRF con computo de alto rendimiento es la mejor manera de modelar y simular utilizando cálculos numéricos para resolver problemas complejos con bloques de información grandes que arrojan resultados en un corto periodo de tiempo (Morton y Nudson, 2009; Banks *et al.*, 2016).

El computo de alto rendimiento es un área que demanda tres tipos de recursos: 1) capacidad de procesamiento, 2) almacenamiento distribuido y 3) memoria distribuida, estos tres elementos no se puede obtener a través de una sola computadora, se requiere del diseño de un sistema distribuido que integre un conjunto de nodos a través de una red y que se muestra ante el usuario como una sola computadora llamada Clúster de alto rendimiento o supercomputador (Morton y Nudson, 2009; Mohan y Bhati, 2011).

Tener una infraestructura de cómputo de alto rendimiento es un proceso costoso de dinero y recursos humanos, requiere la compra de equipos de cómputo de alta gama, tecnología de redes, sistemas eléctricos y acondicionamiento de un espacio con temperatura adecuada, además de personal especializado para su mantenimiento (NCEP, 2018)

Para aquellas instituciones que no pueden tener acceso a una infraestructura de cómputo científico real, existe otra manera de conseguir una infraestructura utilizando el Cloud Computing, a diferencia de un clúster real, se hace uso de máquinas virtuales con la ventaja de no requerir una fuerte inversión, el Cloud Computing funciona bajo un esquema en donde pagas por los recursos que usas durante un tiempo determinado (Debauche *et al.*, 2018).

En el Cloud el despliegue de infraestructura de alto rendimiento es un proceso complejo debido a debe construirse desde cero cada vez que se use y al final destruirse, actualmente existen herramientas que pueden hacer esta tarea de forma general, dejando la instalación y configuración de software específico como tareas adicionales.

En este artículo se muestra cómo se despliega una infraestructura de cómputo científico para modelado de pronóstico meteorológico con WRF con MPI utilizando recursos y servicios de Amazon Web Services (AWS), almacenamiento distribuido con Elastic File system (EFS) y gestión centralizada de usuarios con ypserv, también mostramos resultados de la funcionalidad de WRFv3.9 ejecutando en dos, cuatro, ocho y dieciséis núcleos, además de los resultados del análisis de sensibilidad con las variables de temperatura (T °C), dirección (WD grados) y velocidad del viento (WS m/s) con dos dominios de resolución de trabajo considerando mallados espaciales de 9x9km (D01) y 3x3 km (D02).

METODOLOGÍA

Despliegue de la infraestructura de HPC en la nube de AWS.

El despliegue de una infraestructura HPC a la medida para aplicaciones específicas en ciencia e ingeniería es un tema que no está resuelto, existen herramientas que tiene la capacidad de desplegar un HPC base y en algunos casos con software para aplicaciones de amplio uso (Debauche *et al.*, 2018). En este caso el software para simulaciones de pronóstico meteorológico (WRF) no se encuentra en la lista de Amazon Machine Images (AMI), por esta razón se desarrolló una AMI para el nodo maestro con el software de WRF compilado como base para la creación de instancias EC2, además de implementar un scrip para iniciar y configurar de manera automática la infraestructura HPC a partir de la imagen AMI con un número determinado de instancias EC2, arquitectura específica, memoria y procesadores.

El problema consistió en crear una imagen P preinstalada con el software WRF, seguido del despliegue de un conjunto de instancias $N = \{n_1, n_2, n_m\}$ lanzadas a partir de una instancia I preconfigurada, construir un sistema de archivos F de tipo EFS y montarlo sobre las instancias N. La figura 1 muestra el esquema del proceso.

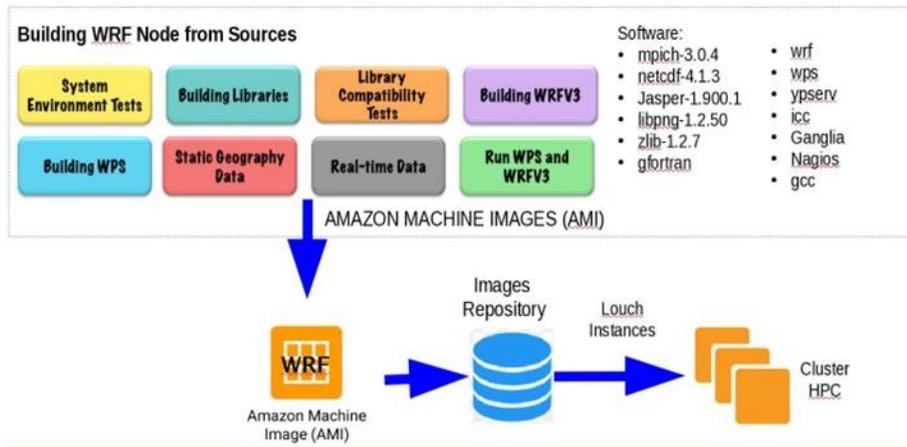


Figura 1. Construcción del nodo WRF de fuentes y creación del repositorio de imágenes.

Fuente:Autores

AWS proporciona una amplia variedad de recursos, para el despliegue de una infraestructura de cómputo de alto rendimiento se requieren tres recursos: 1) procesamiento numérico, 2) almacenamiento y 3) memoria. Estos tres elementos los proporciona el servicio de Infraestructura as a Service (IaaS) configurando las características del Sistema Operativo (SO), la memoria (MB) y el almacenamiento de Elastic File Systems (EFS).

A partir del EFS se crea el sistema de archivos distribuidos montando la partición del almacenamiento como un sistema de archivos local a cada nodo en combinación con el servicio de autenticación por red ypserv, que permite centralizar la creación de usuarios, así mismo la creación de llaves públicas para permitir el acceso transparente para la ejecución de aplicaciones distribuidas a través de todo el clúster con MPI. Diseño de la arquitectura del clúster en la nube.

Como se observa en la figura 2, el diseño de la arquitectura del clúster requiere aspectos fundamentales que deben de configurarse en AWS, estos pasos consideran el lanzamiento de instancias con parámetros como el tipo de instancia (micro u optimizada), el número de instancias, el almacenamiento y su capacidad, el tipo de sistema de archivos, la configuración del sistema de archivos en el clúster, las configuraciones del SSH y variables de ambiente, así como el NIS y configuraciones de la red.

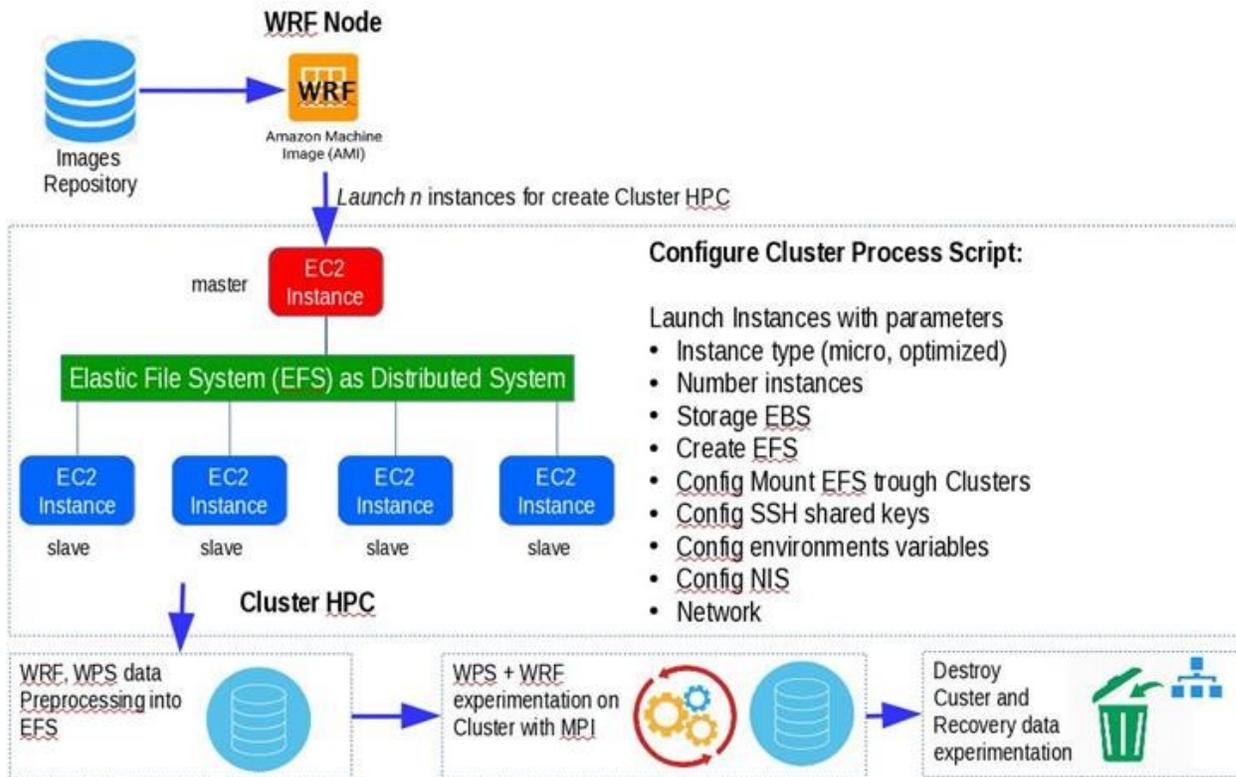


Figura 2. Procesos del despliegue para el clúster HPC con nodos virtuales, experimentación, recuperación y destrucción de datos. Fuente: Autores

Experimentación de WRF

Para hacer la experimentación y obtención de resultados, se muestra cómo se delimitan la zona geográfica de estudio conocido como dominios y dados en km, la selección de la base de datos a utilizar, el análisis de sensibilidad para evaluar los parámetros óptimos de configuración y finalmente llevar a cabo la experimentación para finalizar con el análisis de resultados.

Selección de dominios

El área de estudio se extiende desde longitudes en el Pacífico Oriental (-125 ° LO) hasta el Golfo de México y el Caribe (-80 ° LO) y latitudes desde 40 ° hasta 5 ° LN. El dominio fue elegido para analizar las variables climáticas seleccionadas para su comparativo con estaciones Metar. El dominio del área usado para la experimentación se muestra en la Figura 3.



Figure 3. Representación de los dominios 9x9 y 3x3 km simulados mediante WRFv3.9 sobre México. Fuente: Autores

Base de datos

Las bases de datos FNL empleadas, fueron datos de NCEP descargados del sitio <http://rda.ucar.edu/datasets/ds083.2/>, seleccionando para su procesamiento el formato de archivo grib2 preparado operacionalmente para seis horas desde 2017-01-01_12: 00 hasta 2017-01-02_12: 00 con una resolución de cuadrícula de $0.75^\circ \times 0.75^\circ$ (NCEP, 2018).

Configuración de parámetros y ejecución

Para la ejecución del WRFv3.9 se configuraron dos dominios a 9x9 km (D01) y a 3x3 km (D02), ejecutándose en dos, cuatro, ocho y 16 núcleos de procesamiento. Para el análisis de sensibilidad, se adaptó la metodología realizada por Valverde et al. (2015) y González-Rocha et al. (2017) para la configuración de los dos dominios (D01 y D02), los tiempos de cálculo configurado fueron 6 horas de calentamiento y 6 horas de cálculo para cada dominio.

Los indicadores para el análisis fueron el error promedio o mean bias error (MBE) y la Raíz del Error cuadrático medio (RMSE) que se aplicaron sobre las variables temperatura (T) y las variables calculadas de dirección y velocidad del viento a 10 m, mediante las componentes u10 y v10 considerando los datos de estaciones Metar de aeropuertos listadas en la Tabla 1; el análisis se llevó a cabo en las pruebas de dos, cuatro y 16 núcleos.

Tabla 1. Estaciones Metar consideradas en el Análisis de sensibilidad

Metar ID	Localización	Longitud Oeste	Latitud Norte	Altitud (m)
MMPA	Poza Rica	-97.4608	20.6027	15
MMAN	Monterrey	-100.2372	25.8656	448
MMCB	Cuernavaca	-99.2333	18.8922	1618
MMMD	Mérida	-89.6577	20.937	10
MMLP	La Paz	-110.3625	24.0727	21
MMMXX	CDMX	-99.0721	19.4363	2238

Notas: La Longitud y Latitud dados en grados

RESULTADOS

Los resultados de experimentación sobre el clúster en la nube sobre AWS, demostró eficiencia computacional como si se tuviera un clúster físico; esto permitió comprobar que para este tipo de procesamientos científicos puede realizarse con trabajos temporales.

Al realizar las pruebas en el clúster virtual creado sobre AWS, con las configuraciones mencionadas, el análisis de sensibilidad propuesto en la metodología, arrojó los resultados mostrados en la Tabla 2.

Tabla 2. Resultados de MBE y RMSE en los dominios D01 y D02 sobre estaciones Metar en México.

NN	MBE						RMSE					
	T(°C)		WD (°)		WS (ms-1)		T (°C)		WD (°)		WS (ms-1)	
	D1	D2	D1	D2	D1	D2	D1	D2	D1	D2	D1	D2
2	-16.9	-17	67	91	-2.6	-1.6	18.2	17.9	194	190	4.6	3.3
4	-16.5	-17	72	107	-2.6	-1.6	18.0	17.9	192	194	4.7	3.3
16	-16.6	-16	101	77	-2.7	-1.6	18.1	17.8	190	211	4.8	3.2

Notas: NN Número de núcleos, T = Temperatura, WD= Dirección del viento, WS=Velocidad del viento; Fuente: Autores

CAPITULO III

Se observa también en la tabla 2 que el MBE entre los dominios analizados, considerando la variable de temperatura, no presenta diferencias significativas entre cada una de las pruebas de 2 a 16 núcleos, siendo la ejecución a 16 núcleos la que menor MBE presenta.

La variable de velocidad también sigue un comportamiento similar con diferencias poco significativas entre los dominios analizados. Finalmente, la dirección del viento es la que presenta mayores diferencias entre valores del MBE entre los dominios analizados, muy probablemente debido a los valores encontrados de u_{10} y v_{10} que se procesan para estimar la dirección del viento.

Revisando los valores del RMSE se observa que tanto la temperatura, la velocidad y dirección del viento en ambos dominios analizados, no presenta cambios significativos en sus valores.

CONCLUSIONES

Se concluye que la operación del WRFv3.9 en el servicio EC2 de AWS es transparente como si se estuviera trabajando en un equipo físico e instalado de manera local. Los tiempos de respuesta de acuerdo con los núcleos programados para las ejecuciones de prueba son muy similares a los tiempos de cálculo en equipos físicos.

También al revisar las variables analizadas, los resultados obtenidos presentan de acuerdo con el modelo físico programado, resultados que caen dentro de errores observados en otras simulaciones de González-Rocha et al. (2017) sobre todo en la variable temperatura que es la que, por la aproximación numérica de cálculo, el WRF la envía de manera directa, a diferencia de las evaluadas relacionadas con el viento, que surgen de resultado de fórmulas aplicadas a las variables u_{10} y v_{10} .

Este trabajo fue apoyado por el proyecto del Tecnológico Nacional de México (TecNM) y la colaboración con la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Veracruzana.

BIBLIOGRAFÍA

- Banks, R. FTiana-Alsina, .J., Baldasano, J. M. , Rocadenbosch, F., Papayannis, A., Solomos, S. & Tzanis, C. G., (2016), “Sensitivity of boundary-layer variables to PBL schemes in the WRF model based on surface meteorological observations, lidar, and radiosondes during the HygrA-CD campaign,” *Atmos. Res.*, Vol. 176–177, pp. 185–201.
- Duda, J. D. (2011). WRF simulations of mesoscale convective systems at convection-allowing resolutions. Graduate Theses and Dissertations. Paper 10272.
- Mohan, M., and Bhati, S. (2011). Analysis of WRF Model Performance over Subtropical Region of Delhi, India. *Advances in Meteorology 2011*, pp 1-13.
- Morton, D., and Nudson, O. (2009). Benchmarking and evaluation of the WeatherResearch and Forecasting (WRF) Model on the Cray XT5. Cray User Group . . . , pp 1-8. Available at: http://www.cug.org/5-publications/proceedings_attendee_lists/CUG09CD/S09_Proceedings/pages/authors/06-10Tuesday/8B-Nudson/MortonPaper.pdf.
- González-Rocha Sergio Natan, Juárez-Pérez Fredy, Aguilar-Meléndez Armando, Cristóbal Salas Alfredo, Calderón-Ramón Celia, Escalante-Martínez Jesús E. and Baldasano Recio José M., (2017), Planetary Boundary Layer Parameterization in Weather Research and Forecasting (WRFv3.5): Assessment of Performance in High Spatial Resolutions in Complex Topography of Mexico, ISSN 2007-9737, Vol. 21(1), doi:10.13053/CyS-21-1-2581
- Valverde, V., Pay, M. T. and Baldasano, J. M., (2015), Circulation-type classification derived on a climatic basis to study air quality dynamics over the Iberian Peninsula. *Int.J. Climatol.*, 35: 2877–2897. doi:10.1002/joc.4179
- National Centers for Environmental Prediction/National Weather Service/NOAA/U.S. Department of Commerce. 2000, updated daily. NCEP FNL Operational Model Global Tropospheric Analyses, continuing from July 1999. Research Data Archive at the National Center for Atmospheric Research, Computational and Information Systems Laboratory. <https://doi.org/10.5065/D6M043C6>. Accessed† 29 01 2018.
- Debauche Olivier, Mahmoudi Sidi Ahmed, Mahmoudi Saïd and Manneback Pierre; (2018); Cloud Platform using Big Data and HPC Technologies for Distributed and Parallels Treatments; *Procedia Computer Science*, Volume 141, pp 112-118; ISSN 1877-0509; <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.10.156>.

Contenedores biodegradables a base de agro-residuos de la cuenca del Papaloapan

Marina Colorado Guzman^c, Karina Bustos Ramírez^a, Gilda Avendaño Vasquez^b,
Karen Aylin Vargas García^a

^a Tecnológico Nacional de México/ITS de Tierra Blanca, Maestría en Ciencias de los Alimentos y Biotecnología.

^b CONACYT-TecNM/ITS de Tierra Blanca, Maestría en Ciencias de los Alimentos y Biotecnología, Estancia Posdoctoral.

^c Tecnológico Nacional de México/ITS de Tierra Blanca, Maestría en Ciencias de los Alimentos y Biotecnología, Estudiante.

Autor de correspondencia: k.vargas@itstb.edu.mx

RESUMEN

El uso desmedido de contenedores elaborados de materiales con tiempos largos de degradación ha promovido el desarrollo de contenedores biodegradables para disminuir el impacto ambiental. Estructuralmente los agro-residuos son materias primas renovables aptas para este fin. En este trabajo se elaboraron contenedores biodegradables a base de agro-residuos de la Cuenca del Papaloapan. Se utilizaron como materias primas: papa y plátano de tercera calidad; y pseudotallo de plátano pretratado fisicomecánicamente (15, 25 y 20% respectivamente). La caracterización fisicoquímica y estructural se realizó en términos de humedad, sólidos totales, contenido de amilosa y amilopectina, capacidad de retención de agua (CRA), celulosa, hemicelulosa, lignina. Adicionalmente se determinaron las características físicas y el color de los contenedores con y sin recubrimiento (glicerol, sorbitol y cera grado alimentario); y se analizó el grado de aceptación a través de evaluación sensorial. Se obtuvieron contenedores biodegradables a base de agro-residuos de la Cuenca del Papaloapan con dimensiones (diámetro de 15 cm y espesor de 1 mm) y características físicas similares a los disponibles comercialmente. El pretratamiento fisicomecánico permitió la aplicación de recubrimientos sobre los contenedores debido a la reducción tanto en la CRA como por el fraccionamiento lignocelulósico de las fibras como una mejora en las propiedades estructurales. El contenedor con recubrimiento de cera comercial fue el de mayor aceptación durante la evaluación sensorial. El uso de agro-residuos como bloque estructural en el desarrollo de contenedores biodegradables de bajo costo es una

alternativa sostenible en concordancia con los objetivos de la agenda 2030.

INTRODUCCIÓN

La demanda de contenedores y empaques biodegradables se ha incrementado en las últimas décadas. Esto debido al impacto ambiental por el uso inmoderado de derivados del petróleo y materiales con tiempos largos de degradación (Atarés y Chiralt, 2016). Por lo que la necesidad de sustituir a estos polímeros convencionales con polímeros renovables, sustentables y sobre todo biodegradables, ha promovido el estudio de fuentes naturales que permitan obtener características similares y que cumplan la misma función (Escobar et al., 2009). Estructuralmente existen materias primas renovables prospectivas que poseen bloques de construcción biopolimérica: proteínas, lípidos y polisacáridos como es el caso de agro-residuos que pueden utilizarse con este fin (Andrade-Mahecha et al., 2015; Cazón et al., 2017; Montero, et al, 2017, do Val Siqueira et al., 2021; Méité et al., 2021). Además, son ampliamente disponibles, y de bajo costo por lo que su aprovechamiento representa una oportunidad de minimizar el impacto ambiental y de darles una segunda vida útil por la valorización de los mismos.

Diversos autores han confirmado la obtención de macromoléculas específicas como celulosa, lignina, pectina a partir de subproductos de la industria agrícola como yuca, olotes de maíz, papa, plátano, zanahoria, cáscara de tomate verde, residuos de manzanas, cáscara de cacahuate, arroz, fibras de coco, cáscaras de cacao y más recientemente residuos de nopal, entre otros (Virtanen et al., 2017; Riera y Palma 2018; Bilo et al., 2018; Scaffaro et al., 2019). De esta forma se han logrado desarrollar matrices poliméricas biodegradables y bifuncionales (Sarasty 2017; Jara, 2018; Chantawe y Riyajan 2018); elaborando contenedores a partir de fibras de plátano, coco y caña de azúcar; y empaques secundarios para alimentos a partir de uchuva y biopolímeros a base de almidón de yuca y fibras de hoja de caña respectivamente. Similarmente se ha logrado la incorporación de aditivos para mejorar propiedades específicas en contenedores biodegradables derivado del uso de agro-residuos (Méndez et al., 2014; Cazón et al., 2017). Sin embargo, un factor común en los residuos renovables, específicamente los residuos agroindustriales es su composición lignocelulósica que genera cierta limitación para su uso en este tipo de productos. Esto obedece a la alta capacidad de retención de agua que estos materiales presentan, por lo cual su aplicación está limitada al mejoramiento de propiedades

CAPITULO IV

estructurales y de barrera que permitan un mejor uso en el desarrollo de contenedores. Birania, S. et al., (2022), confirmaron que el aprovechamiento de residuos agro-industriales para la elaboración de envases biodegradables puede ser efectiva y eficiente. Sin embargo, de igual manera confirmaron que su uso está condicionado debido a la alta permeabilidad al agua, y a las propiedades mecánicas pobres que presentan estas materias primas derivado de su constitución lignocelulósica.

Lo anterior hace necesario la aplicación de procesos convencionales que consumen grandes cantidades de energía y solventes para el mejoramiento de estas propiedades funcionales, mecánicas y de barrera. Por lo que el desarrollo de procesos alternativos que no presenten las desventajas de estos procesos se hace necesario. En este sentido, la explosión de vapor es un proceso que permite mejorar estas propiedades a través del fraccionamiento en la celulosa, la hemicelulosa y la lignina debido al efecto de alta temperatura y presión en tiempos cortos de operación (Romero-García et al., 2016). Además, la explosión por vapor se ha evaluado exitosamente en el fraccionamiento de materias primas renovables como Lirio acuático para la obtención de etanol en materias primas de tercera generación en combinación con métodos enzimáticos (Figueroa-Torres et al., 2020).

En este sentido la explosión por vapor permitió un fraccionamiento mayor del material lignocelulósico y la liberación de azúcares fermentables para el proceso fermentativo en comparación con los métodos convencionales de hidrólisis ácida y básica. Por lo que además la explosión por vapor representa como método emergente un proceso de bajo impacto ambiental derivado de la eliminación de solventes para el proceso de fraccionamiento, en adición a los tiempos cortos de operación. Adicionalmente, la región de la Cuenca del Papaloapan es altamente productora en cultivos, como: plátano macho, mango, piña, caña de azúcar, limón persa, entre otros; generando una gran cantidad de agro-residuos que no son aprovechados en su mayoría. Lo anterior representa una alternativa sostenible para una problemática de índole ambiental en concordancia con la ley de prohibición de los plásticos a partir del año 2018 en el estado de Veracruz y la agenda2030 (de Bogotá 2018; Ocampo & Santa Catarina, 2019).

Tomando en cuenta lo anterior, en los últimos años este grupo de trabajo ha dirigido sus esfuerzos en desarrollar propuestas de valor para el aprovechamiento integral de materias primas renovables con aplicación alimentaria, energética, biotecnológica y ambiental. Por

lo que en este trabajo se muestra la elaboración de contenedores biodegradables a base de agro-residuos de la Cuenca del Papaloapan. Entre los agro-residuos que se utilizó se encuentra el pseudotallo de plátano macho, cuyas fibras fueron pretratadas por explosión por vapor. Es importante señalar, que el desarrollo de la propuesta visualiza un impacto positivo al beneficiar a los productores de plátano macho de la región Cuenca del Papaloapan con un nicho de oportunidad para la revalorización de las pérdidas post cosecha; y el manejo y confinamiento de agro-residuos posterior al procesamiento de materias primas.

METODOLOGÍA

Recepción y acondicionamiento de las materias primas.

Los agro-residuos: papa y plátano macho verde (ambos de tercera calidad); así como pseudotallo de plátano macho; fueron obtenidos de la zona de Tierra Blanca, Veracruz y de Tuxtepec, Oaxaca relativamente. La papa y el plátano fueron procesados para obtener almidones. La papa fue molida y mezclada con todo y cáscara en relación 1:4 (papa: agua), y colocada a sedimentación durante 12 horas.

Entonces se separó el sedimento, y se llevó a secado a $T=65^{\circ}\text{C}$ por $t= 5$ horas. Posteriormente fue llevado a un molino de bolas por 30 min. Mientras que, para el almidón del plátano, este se cortó en rodajas con todo y cascara, y se llevó a secado a $T=75^{\circ}\text{C}$ por $t=5$ horas, posteriormente fue colocado en un molino de cuchillas para su molienda. En lo que respecta a la obtención de las fibras, el pseudotallo de plátano se cortó en rodajas, y se llevó a secado durante $t=12$ horas a 70°C . La fibra se colocó entonces en un molino de martillos (Fibra Control, FC). Adicionalmente la fibra fue pretratada por explosión por vapor.

Este tratamiento termo mecánico permite romper las fibras internamente (matriz), y modificar sus propiedades de absorción de agua como una consecuencia de la fragmentación de material lignocelulósico: celulosa, hemicelulosa y lignina. La explosión por vapor fue conducida a 10 psi y una temperatura de 180°C durante 30 segundos (Fibra Seca Explotada, FSE) en un equipo Polinox de acero inoxidable.

Caracterización fisicoquímica

La caracterización fisicoquímica de los constituyentes (almidón de papa y de plátano) de

los contenedores biodegradables fue en términos de: humedad, sólidos, cenizas contenido de amilosa y de amilopectina. La determinación de humedad, sólidos y cenizas se realizó gravimétricamente por pérdida de peso de las muestras. Las determinaciones gravimétricas se realizaron utilizando una estufa de secado 9023A ECOSHEL y una Mufla Thermolyne (Thermo Scientific - FB1410M) respectivamente. La determinación de las fracciones de amilosa-amilopectina en los almidones de papa y plátano se determinó por espectrofotometría a 620nm con un espectrofotómetro Thermo Scientific -UV-Vis Genesys™ 10S con celdas de cuarzo. Todas las mediciones se realizarán por triplicado.

Caracterización estructural

La caracterización estructural se realizó en la fibra del pseudotallo de plátano en términos de la Capacidad de retención de agua (CRA); y de la constitución de la fracción lignocelulósica: contenido de Celulosa, Hemicelulosa y Lignina. La capacidad de retener agua (CRA) fue gravimétrica, por la ganancia de peso de la fibra en contacto con el agua en exceso (1:15) durante 24 h y posterior filtración durante 8 horas con papel filtro Whatman #2. La constitución de la fracción lignocelulósica se determinó de acuerdo a técnicas previamente reportadas (Vargas Hernández, N. 2020, NMX-AA-67-1985, y ANSI/ASTM-1977) en muestras desgrasadas y considerando el porcentaje total de la materia orgánica. El desagradado de las muestras se realizó utilizando un aparato de extracción soxhlet 250mL con cartuchos de extracción de celulosa. Mientras que para las determinaciones gravimétricas se utilizaron una estufa de secado 9023A ECOSHEL y una Mufla Thermolyne (Thermo Scientific - FB1410M). Todas las determinaciones se realizaron por triplicado en las fibras antes y después del pretratamiento.

Elaboración de los contenedores biodegradables

La elaboración de los contenedores se realizó considerando como formulación: 15, 20 y 25% p/p de almidón de papa, almidón de plátano, y fibra de pseudotallo de plátano respectivamente. Se incorporó además agua, glicerina y ácido acético en relación 1:2:1 como agentes de conformación utilizando prensado manual. Una vez conformado el contenedor de manera homogénea fue llevado a secado a $T=65^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ por $t=4$ h.

Aplicación de recubrimientos

Los recubrimientos evaluados: cera comercial de grado alimentario, glicerol, y sorbitol,

fueron adicionados por impregnación utilizando una brocha de 1" con cerdas naturales. Una vez recubiertos los contenedores fueron secados a $T = 65 \pm 2 \text{ } ^\circ\text{C}$ durante $t = 35 \text{ min}$ en una estufa de secado 9023A ECOSHEL.

Determinación de color

La determinación de color se realizó utilizando un analizador de color (WR10QC, FRU). La calibración se realizó tomando como blanco al color negro. Y como colores referentes se utilizaron 3 materiales diferentes, los cuales serán: papel Kraft, papel de estraza y el contenedor control (fibra sin pretratamiento) considerando que el equipo permite la determinación de diferencias en color proporcionando medios de referencia.

Evaluación sensorial

Se realizó una prueba de aceptación con jueces no entrenados: estudiantes y personal del Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca. Para lo cual se tomó una referencia de muestra de 300 personas, entre un rango de edad de entre 20 a 60 años. La prueba consistió evaluar aspectos físicos del plato, como: color, tamaño, peso, diseño, entre otros, utilizando una escala de Likert. La escala hedónica permitió evaluar el nivel de aceptabilidad de un producto, mediante la respuesta de los estímulos de los sentidos.

RESULTADOS

Caracterización fisicoquímica

Se realizó la caracterización en términos de humedad y sólidos a todos los constituyentes, los resultados se muestran a continuación en la Tabla 1. Como se puede ver en la tabla, los mayores porcentajes de humedad están en el control y coinciden con lo reportado por Vargas, Hernández, N. (2019) para fibra natural. Mientras que para el caso de los almidones de plátano y papa las características de humedad y sólidos fueron similares a los reportados por Bravo et al. (2020). Y Contreras Pérez et al (2018). Adicionalmente para amilosa y amilopectina en este trabajo se obtuvo valores superiores a los reportados por Covarrubias, Aguilar, L., M. (2020) para almidón de plátano; y similarmente mayores a los valores reportados por Ojogbo, Ewomazino, *et al.* (2020) para almidón de papa. Esto se atribuye a que la proporción de amilosa y amilopectina en los almidones varía según la fuente botánica, factores climáticos y geográficos.

TABLA 1. CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE LAS FIBRAS.

Muestra	Húmedad	Sólidos	AMILOSA	AMILOPECTINA
	(%)	(%)	(%)	(%)
Almidón de papa	13.433 ± 0.493	86.467 ± 0.416	36.361 ± 0.172	63.639 ± 0.172
Almidón de papa ^{a,b}	12.660 ± 0.001	87.340 ± 0.001	31.000 ± 0.500	69.000 ± 0.500
Almidón de plátano	9.233 ± 0.153	90.767 ± 0.153	29.714 ± 0.273	70.286 ± 0.273
Almidón de plátano ^{c,d}	9.280 ± 0.550	90.720 ± 0.550	27.900 ± 0.340	70.100 ± 0.340
Control	9.467 ± 0.115	90.733 ± 0.306	N.A.	N.A.
Fibra Natural ^e	11.85 ± 0.290	88.15 ± 0.290	N.A.	N.A.
FSE	5.533 ± 0.115	94.467 ± 0.115	N.A.	N.A.

N.A.= No aplica

^a Bravo, V. A., F. et al., 2020

^b Contreras, Pérez, R., K. et al., 2018.

^c Ojogbo, Ewomazino, et al., 2020.

^d Covarrubias, Aguilar, L., M. 2020.

^e Vargas, Hernández, N., 2020

Caracterización estructural de las fibras

Los resultados obtenidos de las propiedades estructurales en términos de la fracción lignocelulósica (celulosa, hemicelulosa y lignina) y CRA se muestran en la Tabla 2. Las fibras evaluadas tienen mayor porcentaje en su composición correspondiente a celulosa, seguido de hemicelulosa y lignina en menor cantidad. Mientras que las fibras tratadas muestran un efecto contrario y esto se atribuye principalmente a la fragmentación de la matriz lignocelulósica.

Adicionalmente esto pudo confirmarse con los valores de CRA, cuya reducción es alrededor del 45 % y esto se traduce en una mejora de las propiedades estructurales de las fibras

para su aplicación en la elaboración de contenedores biodegradables. En este contexto valores de CRA similares fueron Vargas, Hernández, N., 2019, para pseudotallo de plátano natural de la misma zona de influencia, mientras que Rasgado, et al., 2016 reportaron valores de CRA entre de 4.8 y 7.7 para fibras de piña.

TABLA 2- CARACTERIZACIÓN ESTRUCTURAL DE LAS FIBRAS.

Tratamiento	% p/p	% p/p	% p/p	CRA
	Celulosa	Hemicelulosa	Lignina	
Control	50.29 ± 0.79	26.18 ± 0.81	22.13 ± 0.92	8.42 ± 0.68
Natural^a	50.20 ± 0.93	26.38 ± 3.71	23.33 ± 3.12	7.89 ± 0.33
FSE	32.70 ± 1.27	18.73 ± 1.10	8.70 ± 1.11	4.57 ± 0.76

N.D. No determinado

^a Vargas, Hernández, N., 2020

Elaboración de los moldes

En la Tabla 3 se muestran las características físicas de los contenedores biodegradables obtenidos a base de los agro-residuos. Puede verse en la tabla que se lograron obtener contenedores biodegradables a partir del aprovechamiento de agro-residuos de la Cuenca del Papaloapan con dimensiones y características físicas similares a los contenedores comercialmente disponibles. Mientras que en la Figura 1 se puede observar la apariencia física de las materias primas renovables (agro-residuos) y del contenedor elaborado. Es importante mencionar que, aunque se logró una conformación estable sin fracturas, y con la firmeza necesaria para la adición de recubrimientos, aun es importante realizar esfuerzos para lograr disminuir el espesor en los contenedores del presente trabajo.



Figura 1. contenedores biodegradables obtenidos a base de agro-residuos de la cuenca del Papaloapan. a) fibras de psudotallo de plátano, b) almidón de plátano macho, c) almidón de papa, d) contenedor control, e) contenedor con fibra pretratada

TABLA 3.- CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS CONTENEDORES BIODEGRADABLES

Unidad	Contenedor Control	Contenedor comercial (ecoshell)	Contenedor de Cartón	Contenedor FSE
Peso (g)	28.50 ± 0.200	10.00 ± 0.001	8.56 ± 0.404	26.00 ± 0.01
Diámetro (cm)	15.00 ± 0.001	15.24 ± 0.001	13.20 ± 0.001	15.00 ± 0.001
Espesor (mm)	1.80 ± 0.001	0.050 ± 0.001	1.00 ± 0.001	1.40 ± 0.500

Evaluación de recubrimientos

En lo que respecta a los atributos evaluados en el contenedor biodegradables al aplicar los recubrimientos los resultados se muestran en la tabla 4. Puede verse en la Tabla 4 que entre los recubrimientos evaluados la cera de grado alimentario fue el recubrimiento que mejoró los atributos de adherencia, secado conformación y firmeza del contenedor, seguido de glicerol, mientras que, para sorbitol, se observó un efecto completamente contrario.

TABLA 4.- EFECTOS O ATRIBUTOS OCASIONADOS AL APLICAR EL RECUBRIMIENTO.

Contenedor	Recubrimiento	Adherencia	Secado	Conformación	Firmeza
Control	Glicerol	++	++	++	++
	Sorbitol	----	----	----	----
	Cera grado alimentario	+++	+++	+++	+++
FSE	Glicerol	+++	+++	+++	+++
	Sorbitol	---	---	---	---
	Cera grado alimentario	++++	++++	++++	++++

+ = Efecto positivo; - = Efecto negativo. Una mayor cantidad de signos indica una mayor intensidad positiva o negativa del atributo

Estos resultados fueron más evidentes y significativos en el contenedor elaborado con las fibras pretratadas (FSE), en comparación con el contenedor Control. E indican que el pretratamiento no sólo modificó las propiedades estructurales al reducir la capacidad de retención de agua, sino que además permitió la aplicación de recubrimientos, lo cual es deseable como una mejora en propiedades barrera para su aplicación en alimentos. Adicionalmente es importante mencionar que las propiedades estructurales son el soporte de las propiedades de barrera de los empaques y envases. Lo anterior considerando que, durante el almacenamiento y transporte de los alimentos, estas contribuyen mayormente en la seguridad e inocuidad del alimento, evitando así el deterioro del mismo y preservando la integridad de los consumidores

Evaluación de Color

Los resultados de la evaluación de color se muestran en la Tabla 5. Pueden verse en esta tabla la luminosidad (L), la tonalidad (a) y la pureza (b).

TABLA 5- EVALUACIÓN DE COLOR EN LOS CONTEEDORES BIODEGRADABLES.

BLANCO	L	a	b	-
Papel estruza	76.59 ±0.241	3.4 ± 0.52	18.11 ± 0.364	-
Muestra	ΔL	Δa	Δb	ΔE
FSE	-42.140 ± 0.357	6.307 ± .055	-0.957 ± 0.393	42.620 ± 0.344
Control*	-32.083 ± 1.010	8.027 ± 0.259	2.56 ± 0.197	33.170 ± 1.011
BLANCO	L	A	b	-
Papel Kraft	58.43 ± 0.214	8.15 ± 0.657	16.81± 0.358	-
Muestra	ΔL	Δa	Δb	ΔE
FSE	-23.987 ± 1.116	1.393 ± 0.681	0.320 ± 0.470	24.047 ± 1.074
Control *	-13.183 ± 1.514	2.917 ± 0.309	3.927 ± 0.307	14.063 ± 1.550
BLANCO	L	A	b	-
Control *	48.84 ± 0.675	10.13 ±0.035	20.3 ± 0.387	-
Muestra	ΔL	Δa	Δb	ΔE
FSE	-13.463 ± 1.013	-0.290 ± .351	-3.667 ± 0.021	13.960 ± 0.975

*(CONTROL)= Fibra sin tratamiento.

Adicionalmente se tomaron al papel Kraft, al papel de estruza y al control como referentes o blancos para calibración. Y finalmente estos valores fueron comparados con el contenedor elaborado con las fibras pretratadas. Para la interpretación de los datos obtenidos en la medición del color de las muestras se consideró un plano cartesiano con la intensidad de color en el eje Z, tal como se muestra en la figura 2. Puede verse también en la Tabla 5 que, a diferencia del control, en las muestras tratadas (FSE) se observa una disminución en la luminosidad (L). Un efecto similar puede observarse para la pigmentación rojiza (a) y amarillenta (b) en este contenedor con respecto al contenedor control como blanco, el cual

corresponde a las fibras sin tratamiento de explosión por vapor.

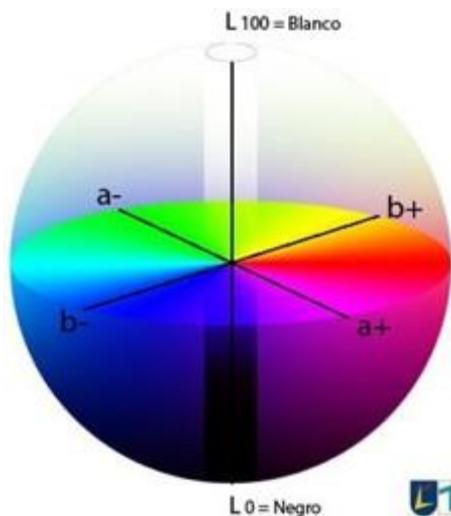


Figura 2.- Plano cartesiano del color.

Una comparación numérica de color de la muestra tratada (FSE) con la muestra control se realizó en base a la diferencia en las coordenadas con Delta (Δ). De esta forma se muestran en la Tabla 5 resultados ya sea positivos o negativos, como un ejemplo se indican valores de Luminosidad como $\Delta L+$ = más luminoso, $\Delta L-$ = más oscuro, o menos luminoso. Para Δa corresponde una diferencia en rojo y verde como $\Delta a+$ = más rojo, $\Delta a-$ = más verde. Y para Δb corresponde una diferencia en amarillo y azul como $\Delta b+$ = más amarillo, $\Delta b-$ = más azul. Los valores negativos obtenidos en la Tabla 5 además muestran que en los contenedores con el recubrimiento se disminuyó la luminosidad, considerando que $-L$ y $\Delta L-$ = más oscuro, o menos luminoso. Adicionalmente se puede mencionar que el contenedor elaborado con la fibra pretratada (FSE) mostró el color más oscuro, en sus 3 mediciones con todos los blancos, aunque el mayor valor de oscurecimiento se obtuvo cuando se utilizó como blanco de referencia al de estraza. El oscurecimiento en el contenedor con tratamiento en explosión por vapor (FSE) podría atribuirse al fraccionamiento de la matriz lignocelulósica y a la cantidad de azúcares liberados por el pretratamiento.

Evaluación sensorial

Las variables de los moldes que se evaluaron fueron: color, diseño, tamaño y grosor. En esta prueba hedónica se reflejó las preferencias o la aceptación de los consumidores, indicaron sus observaciones en cuanto los aspectos físicos del producto, los cuales se muestran a continuación. El producto mostró tener una agradable presentación y es práctico, ya que el 100% de los consumidores aceptaron que les gustaría consumir el producto. Asimismo, en la variable de tamaño, los evaluadores indicaron que el producto puede cambiar a un contenedor de mayor tamaño de tal manera que se pueda utilizar para servir y consumir sus alimentos.

En cuanto el atributo de color, el producto mejor evaluado fue el contenedor control con recubrimiento y el producto con la menor aprobación fue el contenedor FSE con recubrimiento, esto debido a que el recubrimiento y la naturaleza del color de este material lo vuelven opaco y oscuro. las figuras 3 y 4 muestran estos resultados. Como se puede observar en la figura 3, el contenedor control presenta mayor aceptabilidad de color ya teniendo recubrimiento. Sin embargo, la FSE es la de menor aceptación en la encuesta. Esto es debido a que la muestra presenta un color oscuro y cuando se le aplica el recubrimiento la muestra se torna más opaca y oscura. Mientras que en la figura 4, las muestras evaluadas fueron sin aplicación del recubrimiento, estos mostraron resultados similares a los de la figura anterior. Al aplicarles recubrimiento a los contenedores estos sufren una variación en el color, debido a que la cera de grado alimentario tiene una tonalidad transparente-opaca lo cual torna a los contenedores opacos, por lo tanto, su color natural tiende a oscurecerse o concentrarse oscureciéndose. Sin embargo, el potencial de aplicación de estos contenedores es amplio considerando que es una opción sustentable y minimiza el impacto ambiental.

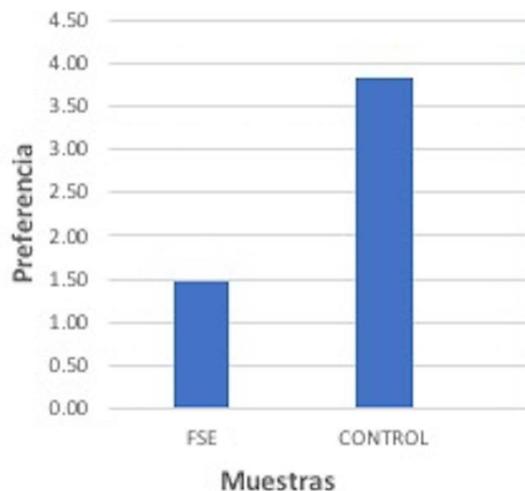


Figura 3. Evaluación del molde con recubrimiento

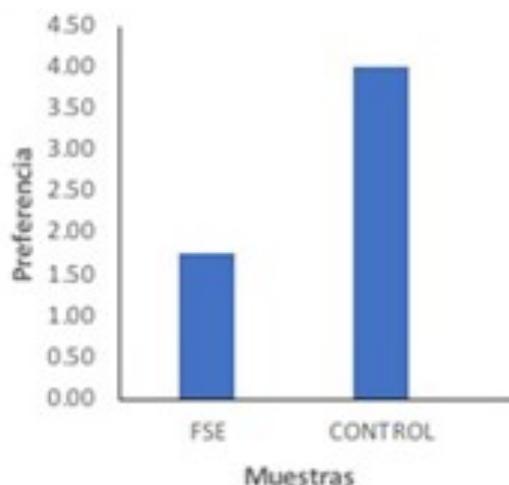


Figura 4.- Evaluación del molde sin recubrimiento

CONCLUSIONES

En este trabajo fue posible obtener contenedores biodegradables a partir del aprovechamiento de agro-residuos de la cuenca del Papaloapan con dimensiones y características físicas similares a los contenedores comercialmente disponibles. El uso del pretratamiento por explosión con vapor en las fibras de pseudotallo de plátano permitió el fraccionamiento del material lignocelulósico (celulosa, hemicelulosa y lignina); la reducción en la capacidad de retención de agua y con ello la aplicación de recubrimientos convencionales y de grado alimentario sobre los moldes.

El desarrollo de este trabajo puntualizó además que es posible el desarrollo de contenedores biodegradables de bajo costo derivado del aprovechamiento de residuos agroindustriales, ya que son funcionales como bloque de construcción biopolimérica. Adicionalmente los resultados de este trabajo sugieren que el aprovechamiento de agro-residuos y la intensificación de procesos emergentes como una propuesta de valor es una alternativa promisorio para el uso sostenible de estas materias primas renovables en el desarrollo de contenedores biodegradables, lo anterior en contexto con los objetivos de la agenda 2030. Los contenedores biodegradables con pretratamiento podrían superar el potencial de aplicación de contenedores comerciales plásticos; así como de los contenedores biodegradables comerciales actualmente; generando una propuesta de valor sostenible.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al TecNM por el financiamiento del proyecto de investigación: Uso de explosión por vapor en la modificación de propiedades estructurales de contenedores biodegradables a base de agro-residuos. Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) y al Consejo Veracruzano de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico (COVEICYDET) por el apoyo otorgado para la publicación del presente trabajo de investigación. Marina Colorado Guzmán agradece al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) por la beca para sus estudios de Maestría en Ciencias de los Alimentos y Biotecnología en el TecNM campus Tierra Blanca.

BIBLIOGRAFÍAS

- Andrade-Mahecha, M. M., Tapia-BIÁ, D. R., Menegalli, F. C., & Pelissari, F. M. (2015). Achira as a source of biodegradable materials: Isolation and characterization of nanofibers. *Carbohydrate polymers*
- Atarés, L.; Chiralt, A. 2016. Essential oils as additives in biodegradable films and coatings for active food packaging. *Trends in Food Science and Technology*, 48, 51-62.
- Birania, S., Kumar, S., Kumar, N., Attkan, A. K., Panghal, A., Rohilla, P., & Kumar, R. (2022). Advances in development of biodegradable food packaging material from agricultural and agro-industry waste. *Journal of Food Process Engineering*, 45(1), e13930.

CAPITULO IV

- Bravo, A. F. V., & Chavarría, M. A. C. (2020). Extracción y caracterización del almidón de papa (*solanum tuberosum*) variedad leona blanca. *Revista Ciencia y Tecnología El Higo*, 10(2), 26-34.
- Bilo, F., Pandini, S., Sartore, L., Depero, L. E., Gargiulo, G., Bonassi, A., ... & Bontempi, E. (2018). A sustainable bioplastic obtained from rice straw. *Journal of cleaner production*, 200, 357-368
- Cazón, P., Velazquez, G., Ramírez, J. A., & Vázquez, M. (2017). Polysaccharide- based films and coatings for food packaging: A review. *Food Hydrocolloids*, 68, 136-148.
- Chantawee, K., & Riyajan, S. A. (2018). Carboxylated styrene-butadiene rubber adhesion for biopolymer product-based from cassava starch and sugarcane leaves fiber. *Industrial Crops and Products*, 125, 639-647.
- Contreras-Pérez, R., K.; De la Torre-Gutiérrez, L.; González-Cortés, N.; Jiménez- Vera, R. 2018. Caracterización funcional de almidones de plátano cuadrado (*Musa balbisiana* Colla). *European Scientific Journal* October 2018. Vol.14, No.30. 1-16.
- Covarrubias, A., L. M. 2020. Síntesis de recubrimientos comestibles en base a plátano macho (*musa balbisiana*) enriquecido con extracto natural de moringa(*moringa oleífera* lam) y su evaluación en la calidad postcosecha de papaya maradol(*Carica papaya* L).25-33.
- de Bogotá, C. D. C. (2018). La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo SostenibleUna oportunidad para América Latina y el Caribe
- do Val Siqueira, L., Arias, C. I. L. F., Maniglia, B. C., & Tadini, C. C. (2021). Starch- based biodegradable plastics: Methods of production, challenges and future perspectives. *Current Opinion in Food Science*, 38, 122-130
- Escobar, D., Sala, A., Silvera, C., Harsipe, R., & Márquez, R. (2009). Películas biodegradables y comestibles desarrolladas en base a aislado de proteínas de suero lácteo: estudio de dos métodos de elaboración y del uso de sorbato de potasio como conservador. *Innotec*, (4 ene-dic), 33-36
- Figueroa-Torres, L.A., Lizardi-Jiménez, M.A., López-Ramírez, N., Varela-Santos, E.C., Hernandez-Rosas, F., Favela-Torres, E., Hernandez-Martinez R. (2020). Saccharification of water hyacinth biomass by a combination of steam explosion with enzymatic technologies for bioethanol production. *Biotech* 10, 432.
- Méité, N., Konan, L. K., Tognonvi, M. T., Doubi, B. I. H. G., Gomina, M., & Oyetola, S. (2021). Properties of hydric and biodegradability of cassava starch-based bioplastics

CAPITULO IV

reinforced with thermally modified kaolin. *Carbohydrate Polymers*, 254, 117322.

- Méndez Naranjo, K. C., Caicedo Palacios, M. L., Bedoya Correa, S. M., Ríos Mesa, A., Zuluaga Gallego, R., & Giraldo Ramírez, D. P. (2014). Tendencias investigativas de la nanotecnología en empaques y envases para alimentos. *Revista Lasallista de investigación*, 11(2), 18-2.
- Montero, B., Rico, M., Rodríguez-Llamazares, S., Barral, L., & Bouza, R. (2017). Effect of nanocellulose as a filler on biodegradable thermoplastic starch films from tuber, cereal and legume. *Carbohydrate polymers*, 157, 1094-1104.
- Ocampo, M., & Santa Catarina, C. (2019). Plásticos en los océanos. Oficina de Información Científica y Tecnológica para el Congreso de la Unión
- Ojogbo, E., Ogunsona, E. O., & Mekonnen, T. H. (2020). Chemical and physical modifications of starch for renewable polymeric materials. *Materials today sustainability*, 7, 100028
- Riera, M. A., & Palma, R. R. (2018). Obtención de bioplásticos a partir de desechos agrícolas. Una revisión de las potencialidades en Ecuador. *Avances en Química*, 13(3), 69-78.
- Romero-García, J. M., Lama-Muñoz, A., Rodríguez-Gutiérrez, G., Moya, M., Ruiz, E., Fernández-Bolaños, J., & Castro, E. (2016). Obtaining sugars and natural antioxidants from olive leaves by steam-explosion. *Food chemistry*, 210, 457-465
- Sarastry, M., O., S. 2017. Aprovechamiento de las propiedades aglutinantes del arrozillo (*Oryza sativa*) y fibras vegetales en la elaboración de empaques alimentarios ecológicos. Tesis para obtener grado de Ingeniero Agroindustrial y de Alimentos. Universidad de las Américas. Facultad de Ingeniería y Ciencias Aplicadas. 1-81.
- Scaffaro, R., Maio, A., Gulino, E. F., & Megna, B. (2019). Structure-property relationship of PLA-Opuntia Ficus Indica biocomposites. *Composites Part B: Engineering*, 167, 199-206.
- Vargas, H., N. 2020. Evaluación del efecto del sustrato y las condiciones de secado sobre el contenido de proteína y las propiedades funcionales en la obtención de un polvo proteico a partir de *Pleurotus ostreatus*. 25-47

Evaluación invitro de inhibición fúngica de extracto de moringa (*Moringa Oleífera Lam*) en aislamientos de frutos de papaya (*Carica Papaya L*)

Luis Manuel Covarrubias Aguilar^a, Karina Bustos Ramírez^a, Ángel Cárdenas Cágál^b, Verónica Saucedo Rivalcoba^a.

^aTecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca.

^bColegio de Postgraduados Campus Córdoba.

Autor de correspondencia: COVA_80@hotmail.com

RESUMEN

El fruto de papaya es altamente delicado en su manejo en huerto como en su postcosecha, realizando así el aislamiento de microorganismos de fruto de papaya en el Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca (ITSTB) sembrando en cajas Petri en medio Papa Dextrosa Agar (PDA) incubando a 28 ° C por 5 días. Se secó hojas de Moringa por radiación solar por 20h a 32±2 °C, molido en molino de martillos, tamizado a 18US, maceración con etanol al 70% 1:35 (m/v), 60rpm a 35 °C por 48h, separación de etanol y obtención de extracto acuoso. Por cultivo envenenado y bajo 4 concentraciones de extracto vegetal v/v se determinó el diámetro micelial desarrollado, se emplearon concentraciones de 50 ppm para T1, 100 ppm para T2, 200 ppm para T3, 400 ppm para T4. El extracto vegetal de Moringa fue adicionado en campana de flujo a medio de cultivo PDA en cajas Petri. Los resultados de inhibición fueron T1=52.25 %, T2=52.75%, T3=31.25% y T4=15.5%. Estos datos fueron directamente proporcionales a la concentración del extracto donde la mayor inhibición presentada fue en la máxima concentración evaluada de 400µL permitiendo una inhibición de 7.65±1.23mm de halo con extractos etanoicos de hojas de *Moringa oleífera Lam*. Concluimos que la susceptibilidad del microorganismo aislado tentativamente *Colletotrichum gloesporioides* ante extractos de *Moringa oleífera Lam* demuestra que el uso de esta planta como antagónico de enfermedades fúngicas presenta resultados de gran beneficio para el control biológico. Esto atribuido a fitoquímicos como polifenoles, taninos y flavonoides.

INTRODUCCIÓN

La papaya maradol es un fruto susceptible al manejo postcosecha por lo que requiere cuidados para evitar pérdidas y mermas de un alto costo económico (Suárez Quiroz *et al.* 2013). México es el principal exportador de papaya y quinto productor mundial de papaya donde de 2013 a 2016, la producción pasó, con base en estadísticas del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), de 734.5 mil toneladas a 957.4 mil toneladas, donde los cinco principales estados productores son Oaxaca, Colima, Chiapas, Veracruz y Michoacán, estados que aportan el 81.1 por ciento del volumen total nacional, lo que asciende a 776.6 mil toneladas. En el Estado de Veracruz destacan en su producción los municipios de Cotaxtla, Tierra Blanca, Paso de Ovejas (SIAP SAGARPA 2017). La papaya es susceptible a enfermedades postcosecha como la Antracnosis causada por *Colletotrichum gloeosporioides* donde una de las alteraciones más comunes se manifiesta con síntomas de manchas chocolate y negras. El manejo con fungicidas sintéticos generó resistencia y residualidad en los frutos (Maqsool M. *et al.*; 2011) donde la Organización Mundial de la Salud (OMS) cita provocan cáncer y problemas en sistemas reproductivo, nervioso e inmunitario (OMS 2019). Una de las tendencias biotecnológicas es el uso de extractos naturales con altos contenidos de inhibidores fúngicos, estos pueden ser aplicados en campo o bien en recubrimientos en fruto en el manejo postcosecha para el incremento de la vida de anaquel.

Diversos productos derivados de las plantas han mostrado un efecto antimicrobiano. Entre estos compuestos destacan los flavonoides, fenoles, terpenos, aceites esenciales, alcaloides, lectinas y polipéptidos donde sus mecanismos de acción son variables (Hernández-Lauzardo *et al.*;2007).

Estudios de extractos acuosos de plantas, obtenidos por distintos métodos, ya se han utilizado recientemente para la producción de fungicidas alimentarios, incluyendo extractos de pino (*Pinus sylvestris*) abeto rojo (*Picea abies*), ajo (*Allium sativum*), albahaca, romero, laurel entre otros (Ozcan *et al.*; 2011).

El árbol de Moringa es multifuncional al tener una amplia gama de compuestos bioactivos que se pueden obtener de diferentes partes vegetativas como lo son hojas, flores, semillas,

tallos y cáscara de vainas. Estas moléculas bioactivas incluyen carbohidratos, compuestos fenólicos, aceites y ácidos grasos, proteínas y péptidos funcionales teniendo así un gran potencial en el uso de formulaciones de productos alimenticios (Saucedo-Pompa *et al*; 2018).

Se reporta inhibición fúngica de extractos etanoicos de moringa en especies que pertenecen a nueve géneros y se clasificaron como *Alternaria*. *Alternata*, *Aspergillus candidus*, *A. flavus*, *A. niger*, *A.regulosus* y *Rhizopus nigricans* (FarahatSahab *et al*; 2015)y *Aspergillus fumigatus* (Maqsood *et al*; 2017).

La hoja de *Moringa oleifera* están presentes cinco flavonoides glicósidos cuyas estructuras determinadas son compuestos fenólicos a los cuales se les atribuye la actividad antimicrobiana de la hoja (Olson y Fahey 2011).

El aislamiento de una proteína (Mo-CBP3) termoestable de unión a quitina (14.3 kDa) de semillas de Moringa demostró actividad antifúngica siendo una glucoproteína con 2.5% de azúcar sin actividad de hemaglutinación quitinosa o β -glucanos. Mo-CBP3 posee actividad antifúngica in vitro contra los hongos fitopatógenos *Fusarium solani*, *F. oxysporum*, *Colletotrichum musae* y *C. gloesporioides* (Gifoni *et al*; 2012). El historial de uso en seguridad alimentaria de la proteína Mo-CBP3 es seguro, el modo de acción y los resultados para la homología de la secuencia de aminoácidos utilizando las secuencias de aminoácidos contiguas cortas y de longitud completa indican un bajo riesgo asociado con esta proteína (Pinto *et al*; 2015). El análisis estructural en *F. Solani* revelo alteraciones en presencia de Mo-CBP3 donde se observó condensación en el contenido de citosol, vacilación y contracción de la pared celular (Batista *et al*; 2014).

METODOLOGÍA

Aislamiento de fitopatógenos.

En el laboratorio de microbiología los microorganismos fitopatógenos se aislaron de frutos con características propias de enfermedades fúngicas cosechados del huerto de papayo del ITSTB, posteriormente se lavaron con agua destilada y puestos en etanol al 70% por un

CAPITULO V

minuto, posteriormente bajo condiciones de asepsia en campana de flujo laminar se realizó por siembra directa en cajas Petri con la técnica de raspado por agotamiento en medio Papa Dextrosa Agar (PDA) ajustando pH a 3.5 con ácido tartárico, posteriormente fueron colocadas en incubación a 28 ° C por 5 días para el desarrollo esporular de hongos.

Una vez obtenidos los hongos se procedió a realizar una segunda siembra a partir de los hongos obtenidos del aislamiento del fruto en donde se toca ligeramente con un asa de platino la superficie de la capa de hongos presentes en la caja Petri y se coloca el producto raspado en otra caja Petri con PDA estéril. Se realiza una tercera siembra de depuración por técnica de punta de hifa en medio PDA.

Extracto de Moringa

Se recolecto follaje joven de árboles de Moringa del banco de germoplasma del Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca para su posterior pesado en balanza analítica, secado a temperatura ambiente en túnel malla sombra 2 días con radiación solar de 7 a 17 horas (20 Hr) a $32\pm 2^{\circ}\text{C}$, se trasladó al laboratorio de alimentos para molido en molino de martillos para su tamizado en poros de 18 US y almacenaje en bolsas de polietileno. Los extractos se obtuvieron por maceración con etanol al 70% 1:35 (m/v), agitación 60 rpm a 35°C 48 horas en incubadora de agitación Innova 43, filtración con embudo Fisher en matraz Kitasato con bomba de vacío, separación de etanol y muestra acuosa con uso de rotavapor para posterior almacenaje a 6 °C en refrigerador convencional Daewoo Electronics.

Evaluación de inhibición fúngica

Por medio de la técnica de cultivo envenenado y bajo 4 concentraciones de extracto vegetal v/v se determinó el diámetro micelial desarrollado como variable de respuesta, se emplearon concentraciones de 50 ppm para T1, 100 ppm para T2, 200 ppm para T3, 400 ppm para T4. El extracto vegetal de Moringa fue adicionado en campana de flujo a medio de cultivo PDA previamente esterilizado y colocado en cajas Petri, posterior a la solidificación del medio se realizó la siembra en la parte central de la caja Petri los aislamientos de hongos purificados con la ayuda de un sacabocado y colocando rodajas de 6 mm de diámetro para su posterior evaluación de crecimiento micelial midiendo el radio de su

crecimiento en un periodo de 10 días, todo esto en 3 repeticiones por tratamiento. Cabe señalar que se utilizó el diseño estadístico completamente al azar teniendo como variable de respuesta y factor el porcentaje de desarrollo micelial y cuatro concentraciones de extracto como niveles los cuales fueron analizados con prueba de análisis de suma de cuadrados y prueba de Tukey con el programa estadístico SAS.

RESULTADOS

De la selección de frutos con presencia de enfermedades fúngicas (figura 1) se secciono únicamente el área con lesiones fúngicas (figura 2) y su posterior aislamiento de ellas (figura 3) se puede atribuir por características morfológicas a presencia de *Colletotrichum gloesporioides*. La inhibición fúngica fue directamente proporcional a la concentración del extracto (figura 4) donde la mayor inhibición presentada fue en la máxima concentración evaluada de 400 μ L (figura 5) permitiendo una inhibición de 7.65 ± 1.23 mm de halo con extractos etanólicos de hojas de *Moringa oleífera Lam*. Bajo el programa estadístico SAS y realizando prueba de Tukey se determinó que con base a que medias con la misma letra no son significativamente diferentes y al no haber duplicidad de las mismas se puede determinar si existe diferencia significativa entre los tratamientos evaluados.



Figura 1.- Papaya enferma de antracnosis.



Figura 2.- Selección de lesión fúngica para aislamiento de microorganismos.

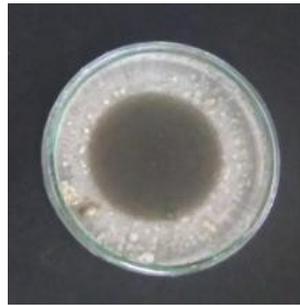


Figura 3.- Aislamiento de microorganismo en caja de Petri.



Figura 4.- Inhibición fúngica con diferentes concentraciones de extracto.

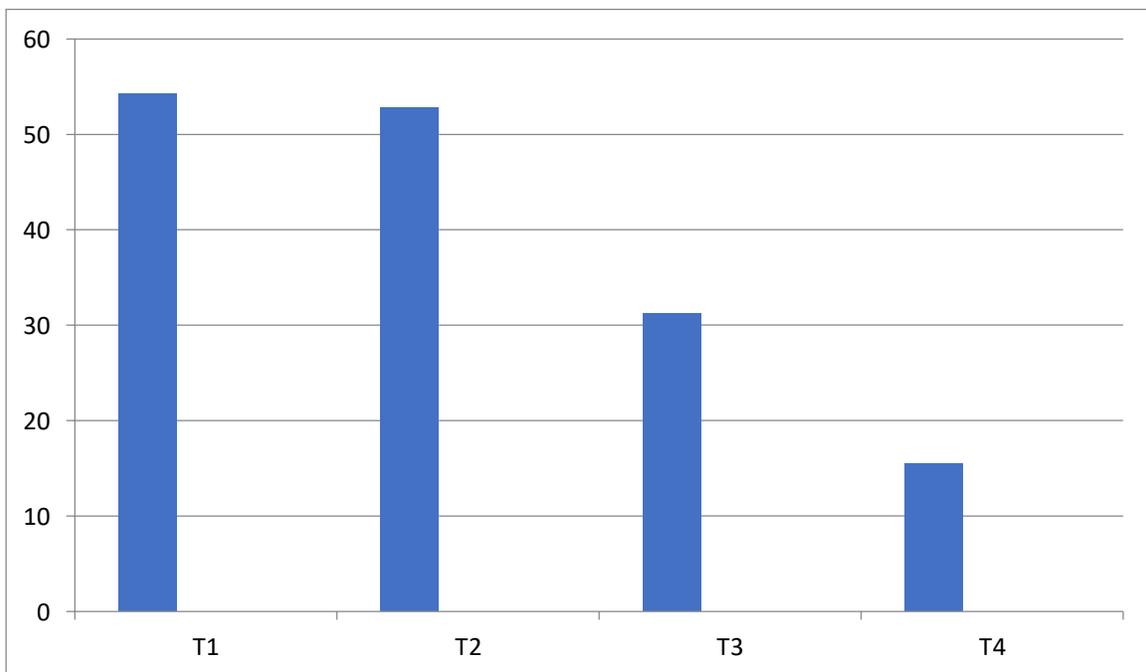


Figura 5.- Porcentaje de desarrollo micelial a diferentes concentraciones de extracto.

Tabla 1.- Prueba de Tukey con programa estadístico SAS.

TUKEY AGRUPAMIENTO	MEDIA	N	TRATAMIENTO
A	54.25	4	T1
B	52.75	4	T2
C	31.25	4	T3
D	15.5	4	T4

CONCLUSIONES

La susceptibilidad del microorganismo aislado tentativamente *Colletotrichum gloesporioides* ante extractos de *Moringa oleífera Lam* nos demuestra que el uso de esta planta como antagonico de enfermedades fúngicas presenta resultados de gran beneficio para el control biológico. Esto se atribuye a lo reportado por diversos autores que determinaron en extractos etanoicos de Moringa diversos compuestos fitoquímicos como polifenoles, taninos y flavonoides.

BIBLIOGRAFÍA

- Batista Adelina B, Oliveira José T.A, Gifoni Juliana M, Pereira Mirella L, Almeida Marina G.G, Gomes Valdirene N, Da Cunha Maura, Ribeiro Suzzana F.F, Dias Germana B, Beltramini Leila M, Lopes José Luiz S, Granjeiro Thalles B, Vasconcelos Ilka M. (2014). - Nuevos conocimientos sobre la 71 estructura y modo de acción de Mo. CBP3, una proteína antifúngica de unión a quitina de semillas de Moringa oleífera Lam
- Gifoni Juliana M, Oliveira José T.A, Oliveira Hermogenes D, Batista Adelina B, Pereira Mirella L, Gomes Antoniella S, Oliveira Henrique P. (2012). -Una nueva proteína de unión a la quitinade la semilla de Moringa oleífera con potencial para el control de enfermedades de las plantas.
- Hernández Lauzardo Ana Niurka, Bautista Baños Silvia y Velásquez del Valle MiguelGerardo. (2007). - Prospectiva de extractos vegetales para controlar enfermedades postcosecha hortofrutícolas.
- Maqsood Muhammad, Qureshi Rahmatullah, Arshad Muhammad, Sheeraz Ahmed Muhammad y Ikram Masroor. (2017). - Examen fitoquímico preliminar antifúngico y actividades citotóxicas de hojas de extracto de Moringa oleífera Lam de Salt Range PakistanMaqsool Mehdi, Ali Asgar, Alderson, Muda Mohamed Mahmud Tengku, Siddqui Yasmmen, Zahid Noosheen. (2011)-

CAPITULO V

Aplicación poscosecha de goma arábica y aceites esenciales para el control de antracnosis y calidad de plátano y papaya durante el almacenamiento en frío.

- Olson Mark E. y Fahey Jed W. (2011). - Moringa oleifera: Un árbol multiusos para las zonas tropicales secas.
- Organización Mundial de la Salud (OMS) 2019. <https://www.who.int/features/qa/87/es/>
- Ozcan MM, Fahad Y, AL Juhaimi. (2011). - Actividad antifúngica y antioxidante de extractos de plantas aromáticas.
- Pinto C.E, Farias D.F, Carvalho A.F, Oliveira J.T, Pereira M.L, Granjeiro TB, Freire JE, Viana DA, Vasconcelos IM. (2015). - Evaluación de la seguridad alimentaria de una proteína antifúngica de semillas de Moringa oleifera Lam y una perspectiva biotecnológica en la agricultura.
- Saucedo Pompa S, Torres Castillo J.A, Castro López C, Rojas R, Sánchez Alejo E.J, Ngangyo Heya M, Martínez Ávila G.C.G. (2018). - Planta de Moringa: Compuestos bioactivos y prometedoras aplicaciones en productos alimenticios.
- SIAP (2017). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, MÉXICO. Producción de plátano en México y el mundo. Consultada 15 enero 2018. Disponible en <http://www.siap.gob.mx>
- Suárez--Quiroz, Mirna L.; Mendoza--Bautista, Irma; Monroy--Rivera, J. Alberto; de la Cruz--Medina, Javier; Angulo--Guerrero, Ofelia; González--Ríos, Oscar. Aislamiento, identificación y sensibilidad a antifúngicos de hongos fitopatógenos de papaya cv. maradol (Carica papaya L.) Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, vol. 14, núm. 2, 2013, pp. 115-124 Asociación Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, S.C. Hermosillo, México.

Tratamiento térmico como alternativa de regeneración de un convertidor catalítico

Raúl Enrique Contreras Bermúdez^{a,b}, Lizeth Ríos Velasco^a, Alejandra Velasco Pérez^c, José Vicente Martínez^c, Susana Astrid López García^d, Heriberto Esteban Benito^d, Eduardo Solís Pérez^a.

^aFacultad de Ciencias Químicas de la Universidad Veracruzana.

^bDivisión De Estudios de Posgrado del ITCM.

^cFacultad de Ciencias Químicas de la Universidad Veracruzana, Sección Córdoba - Orizaba.

^d Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Naranjos.

Autor de correspondencia: raucontreras@uv.mx

RESUMEN

En este trabajo se llevó a cabo la regeneración del catalizador de un convertidor catalítico automotriz mediante un tratamiento térmico a 450 °C y una presión de 14.7 PSI. Se determinó la eficiencia del método mediante un análisis de verificación vehicular. Esto se lleva cabo mediante resultados preliminares, el tratamiento térmico mediante pruebas de verificación, todo con la finalidad de convertir los gases nocivos de hidrocarburos sin quemar y monóxido de carbono en gases no dañinos de bióxido de carbono, vapor de agua y oxígeno. Los resultados obtenidos se encuentran en los parámetros de cumplimiento de la norma NOM-041-SEMARNAT-2006.

INTRODUCCIÓN

Existen millones de automóviles en las calles de nuestro país y cada uno de ellos es una fuente potencial de contaminación ambiental. En especial en las grandes ciudades, la contaminación que producen todos los automóviles puede generar grandes problemas. Para cumplir con las leyes de aire limpio, los fabricantes han hecho diversos ajustes a los motores de los automóviles y a los sistemas de combustible. Para reducir aún más las emisiones, han desarrollado un interesante dispositivo denominado convertidor catalítico que trata los gases del escape antes de que salgan del vehículo y reduce así las emisiones liberadas a la atmósfera, minimizando los efectos adversos que produce la contaminación. Para reducir las emisiones de gases contaminantes a la atmósfera, desde hace poco

CAPITULO VI

tiempo, se incorpora el convertidor catalítico al tubo de escape de los automóviles. El convertidor catalítico es considerado como un dispositivo eficiente para el tratamiento de los gases de combustión, ya que reduce las emisiones contaminantes de monóxido de carbono en dióxido de carbono, hidrocarburos no quemados en vapor de agua y dióxido de carbono; así como óxidos de nitrógeno en nitrógeno. El objetivo del trabajo es lograr la regeneración del catalizador que se encuentra en un convertidor catalítico automotriz cuyas capacidades por el uso han sido disminuidas para continuar su utilización, esto debido a la deposición de carbones en los sitios activos del catalizador ocasionado un mal funcionamiento y la disminución de su actividad catalítica.

METODOLOGÍA

Se utilizó un convertidor catalítico de tres vías de un Volkswagen Sedan 1993, se realizó la prueba de precertificación vehicular para poder realizar la regeneración del catalizador contenido en el convertidor catalítico. La regeneración del convertidor consistirá en aplicar una corriente de aire seco a una temperatura ideal de 450 °C, a una presión de 10-14.7 PSI, con un flujo de aire de 20- 50 mL/min, por lapsos de tiempo de 1 hora. Tomando datos cada hora para monitorear el cambio en la cantidad de emisiones liberadas a la atmósfera en un ciclo de pruebas. En la figura 1 se muestra el diagrama del proceso de regeneración del convertidor catalítico automotriz en el cual se realizó el tratamiento térmico.

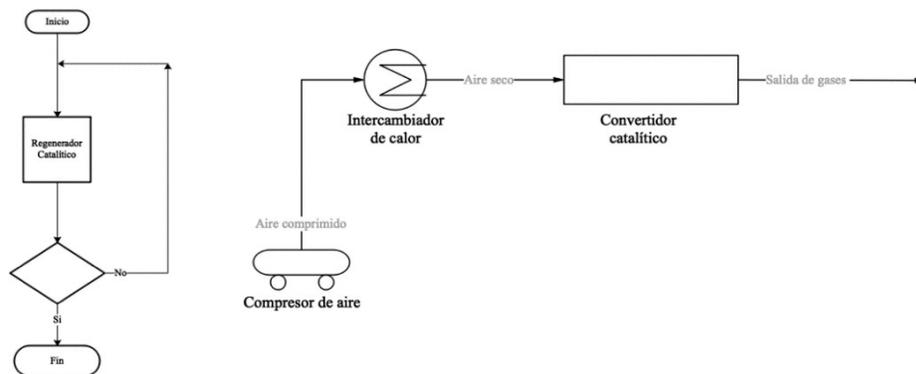


Figura 1. Diagrama del proceso de regeneración

RESULTADOS

De acuerdo a los datos preliminares los resultados de las emisiones a la salida del escape se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Rechazo de la prueba de precertificación (sin tratamiento)

	HC ppm Máx: 400	CO % Vol. Máx: 3	O ₂ % Vol. Max: 6	NO _x ppm Máx: 0	CO ₂ % Vol. Mín: 11.5	A/F Rango 14.7: 1	L Rango: 1.00
Prueba en Alta	482.8235	0.590	8.19	0	8.70	22.27	1.533
Prueba en Baja	518.7059	0.624	3.24	0	12.24	16.43	1.127

De acuerdo a los resultados reportados en la prueba de precertificación, se observa que la cantidad de emisiones arrojadas al aire libre exceden los parámetros de la norma NOM-041-SEMARNAT-2006 con lo cual se establece que el convertidor ha perdido su efectividad catalítica, motivo por el cual se realizó las pruebas de regeneración sobre el convertidor catalítico de muestra.

Tratamiento Térmico:

Prueba de precertificación No. 1

Esta prueba fue realizada bajo las siguientes condiciones de operación: Temperatura a la entrada convertidor catalítico 379.6 °C. Temperatura a la salida del convertidor catalítico 578.3 °C, Presión 14 PSI, Caudal de la corriente gaseosa 50 mL/min, intervalo de medición 3 horas. Los resultados se muestran en la tabla 2.

Tabla 2. Rechazo de prueba de precertificación No. 1, Primer tratamiento térmico.

	HC ppm Máx: 400	CO % Vol. Máx: 3	O ₂ % Vol. Max: 6	NO _x ppm Máx: 0	CO ₂ % Vol. Mín: 11.5	A/F Rango 14.7: 1	L Rango: 1.00
Prueba en Alta	482.8235	0.590	8.19	0	8.70	22.27	1.533
Prueba en Baja	518.7059	0.624	3.24	0	12.24	16.43	1.127

Observando que el tratamiento si está siendo efectivo, ya que han mejorado algunas propiedades.

CAPITULO VI

Prueba de verificación No. 2

Esta prueba fue realizada bajo las siguientes condiciones de operación: Temperatura a la entrada convertidor catalítico 610 °C, Temperatura a la salida del convertidor catalítico 450 °C, Presión 14 PSI, Caudal de la corriente gaseosa 50 mL/min, Intervalo de medición 3 horas. Aplicando un barrido con aire seco y caliente a 450 °C, durante 3 horas continuas.

Tabla 3. Prueba de precertificación No. 2, Segundo tratamiento térmico.

	HC ppm Máx: 400	CO % Vol. Máx: 3	O ₂ % Vol. Max: 6	NO _x ppm Máx: 0	CO ₂ % Vol. Mín: 11.5	A/F Rango 14.7: 1	L Rango: 1.00
Prueba en Alta	154.6471	0.443	1.52	0	13.78	15.40	1.055
Prueba en Baja	234.3529	0.659	1.79	0	13.72	15.43	1.057

El tratamiento térmico ha dado resultados satisfactorios, ya que los parámetros máximos permisibles en la NOM-041-SEMARNAT-2006, permanecen dentro del rango.

Prueba de Verificación

Los resultados emitidos en el centro de verificación como se observan en la tabla 4, indican que las emisiones en las pruebas de alta y baja velocidad, permanecen dentro de los parámetros máximos aplicables a la norma mexicana. Al estar las emisiones dentro de los parámetros, se expide satisfactoriamente la verificación vehicular del móvil como se observa en la tabla 4.

Tabla 4. Prueba de Verificación

	HC ppm Máx: 400	CO % Vol. Máx: 3	O ₂ % Vol. Max: 6	NO _x ppm Máx: 0	CO ₂ % Vol. Mín: 11.5	A/F Rango 14.7: 1	L Rango: 1.00
Prueba en Alta	154	0.44	1.52	N/A	13.78	N/A	N/A
Prueba en Baja	234	0.65	1.79	N/A	13.72	N/A	N/A

CONCLUSIONES

Se logró regenerar el catalizador de un convertidor catalítico automotriz mediante el uso de un tratamiento térmico a 450 °C y una presión de 14.7 PSI. El empleo de este método de regeneración proporciona una nueva alternativa para contrarrestar la inactivación del catalizador y sobre todo dar más vida útil después del tratamiento. Se determinó la eficiencia del método mediante un análisis de verificación vehicular de acuerdo a las normas oficiales mexicanas NOM-041-SEMARNAT-2006 de un organismo certificado, el cual validó las emisiones antes y después de las pruebas cumpliendo con los requerimientos de la norma para emisiones de gases liberadas a la atmósfera.

BIBLIOGRAFÍA

- Gamas, E.D. Díaz, L. Schifter I. Métodos de Evaluación de Convertidores Catalíticos. Gerencia de transformación de energéticos, SPA, Instituto Mexicano del Petróleo
- Gamas, E.D. Díaz, L. Schifter I. Estudios de la Influencia del Azufre sobre la Actividad de Convertidores de tres vías. Gerencia de Transformación de energéticos, SPA, Instituto Mexicano del Petróleo.
- Beato S.P., Bishop G., Stedman, D. 1992. Emission Charactertics of Mexico City vehicles. Journal of airWaste

**CIENCIAS SOCIALES Y
ECONÓMICO
ADMINISTRATIVO**

Análisis de la conducta de consumo de la generación Z vía internet: caso de estudio Chetumal Quintana Roo

Nancy Angelina Quintal García^a, Luis Germán Sánchez Méndez^a, Jacqueline Ganzo Olivares^a, Cecilia Miguelina Feltrín Castillo^a, Cristel Guadalupe Osorio Chi^a

Universidad Autónoma de Quintana Roo
Autor de correspondencia: nanquin@uqroo.edu.mx

RESUMEN

Obtener ideas sobre la conducta del consumidor puede resultar agotador y más si se trata de adecuar a una generación en específico. Con este objetivo se realizan estudios sobre el comportamiento del consumidor, abarcando ciertas características que los hacen específicas para entender y adecuar la conducta de compra en tiempos modernos.

En la actualidad existe una generación que ha causado gran interés en la sociedad han sido la generación Z puesto que estos al haber crecido junto a la era digital su manera de comportamiento, expresión, influencias y gustos ha cambiado drásticamente.

La generación Z es el conjunto de personas nacidas entre los años 1994 y 2016, que están acostumbradas a las interacciones sociales mediante medios virtuales y de igual forma están acostumbrados a las interacciones sociales reales, las cuales en la práctica representan un desafío para muchos.

Así, las compras vía internet se han convertido en algo esencial y cotidiano que no le dan la importancia necesaria.

Sin embargo, las compras vía internet son un medio controlable y medible gracias a diversos algoritmos los cuales pueden predecir compras futuras con saber datos generales de la persona.

Por lo consiguiente, a través de la presente investigación fue posible conocer, a partir de una pesquisa cuantitativa con un criterio metodológico de naturaleza exploratoria no estructurada, el perfil de conducta de consumo vía internet de los jóvenes centennials chetumaleños, identificar qué productos consumen, así como las razones que orientan su decisión de consumo al adquirir productos en línea

Palabras clave: Consumo, Generación Z, internet, era digital.

INTRODUCCIÓN

Con el nacimiento de la era digital muchas cosas de las actividades que realizamos día a día han cambiado. Algo tan simple como ir de compras se volvió una actividad casi nula de las nuevas generaciones, ya que prefieren hacerlo en la comodidad de sus casas por medio de sus computadoras o dispositivos móviles.

En la actualidad, las compras por internet han aumentado porcentualmente gracias a la modernización y al nuevo modelo de negocios que las empresas se han ido adaptando para poder seguir en el mercado no solo físico sino en línea.

La generación Z busca informarse antes de comprar, les gusta comparar precios y sobre todo dejarse llevar por los comentarios que la gente tiene que decir con respecto a cierto producto o cierta marca en específico. Al ser una generación tecnología es obvio que se encuentren identificados con las comunidades online.

Para el caso, debe decirse que la Generación Z, también conocida como la Generación-i, se trata de individuos nacidos después del año 94. Se están empezando a graduar y comprenden hasta 23 millones de personas en todo el mundo. Dicho esto, muchos de estos 23 millones están todavía en el colegio o en la universidad. Pero en poco tiempo entrarán más y más a la fuerza laboral.

Los nacidos dentro de la generación Z se han desarrollado en plena crisis, esto les ha hecho ser una generación muy madura, autosuficiente y creativa. Están fuertemente ligados a la cultura del DIY (Do it yourself), por eso son muy autodidactas especialmente de manera online (Campo, 2018).

Ahora bien, el problema principal con su comportamiento de conducta se deriva a que no les gusta la publicidad tradicional, y que no siguen el patrón de conducta de compra respecto a sus padres.

Por ello, en el presente trabajo se pretende investigar la conducta de compra vía internet de los jóvenes centennials en la ciudad de Chetumal. Determinar cuáles son sus motivos y deseos de compra, y conocer qué o quiénes los impulsan para adquirir los diversos productos y servicios que tiene el mercado para ofrecer.

CAPITULO VII

También se pretende conocer los factores que influyen a la también llamada generación Z, a la adquisición de productos para que con base a esos factores se puedan diseñar diferentes estrategias de mercadotecnia, y que las empresas locales que no se encuentran en esta generación, puedan encontrar un nicho de mercado, adecuando la venta y distribución a esta nueva generación, la cual se dice que es una de las más grande hasta el momento.

La Generación Z es parte de una generación que es global, social, visual y tecnológica. Son la generación más conectada, educada y sofisticada de la historia. Son los mayores, con influencia más allá de sus años. Son los preadolescentes, los adolescentes, los jóvenes y los adultos jóvenes de nuestra sociedad global. Son los primeros en adoptar, los influyentes de la marca, los impulsores de las redes sociales, los líderes de la cultura popular. Comprenden a casi 2 mil millones de personas en todo el mundo, y no solo representan el futuro, sino que lo están creando. La generación Z ha nacido en el período de crisis del terrorismo, la recesión mundial y el cambio climático. Se prevé que pasen sus años de adulto joven en un momento de renovación económica y social. También viven en una era de estructuras domésticas cambiantes, y son estudiantes de hoy y graduados universitarios, empleados y consumidores del mañana (Generation Z, 2019).

- 1.- Son emprendedores por naturaleza. Tienen una gran iniciativa para los negocios.
- 2.- Cuidan el ambiente. Les molesta que la gente no tenga cultura ecológica y no entienden a los cazadores de animales.
- 3.- Les preocupa la estabilidad económica. Saben el valor del dinero desde una edad muy temprana.
- 4.- Prefiere comprar en las tiendas virtuales. Les es más fácil y cómodo comprar a través de una computadora que ir a la tienda por un artículo.
- 5.- Influyen en más de 60 por ciento en las decisiones de compra para comida, viajes, dispositivos tecnológicos y automóviles.
- 6.- Son muy activos, por lo que desde temprana edad tienen su primer empleo, algunos de ellos también se sienten presionados por sus padres para ganar experiencia profesional, por lo que comienzan a trabajar desde que estudian la preparatoria.
- 7.- No concibe la vida sin internet. Para ellos es una pieza fundamental para la vida, ya que

CAPITULO VII

buscan en la web alguna página para resolver algún problema escolar, toman clases por este medio y más de la mitad utiliza las redes sociales como apoyo para proyectos escolares.

8.- Los dispositivos móviles y las aplicaciones forman parte de sus vidas y pueden utilizar hasta 5 artefactos al mismo tiempo, como televisión, smartphones, lap tops, tabletas y consolas.

9.- Esta generación piensa en cuarta dimensión, aunado a su preferencia a las imágenes, “emoticonos” y “emojis” al utilizar de manera mínima los textos.

10.- Los representantes de la Generación Z se distraen cada 8 segundos en algo nuevo, pues según estudios médicos, un 11 por ciento de este segmento fue diagnosticado con Trastorno por Déficit de Atención (TDA).

11.- Es una generación sana. Muchos de estos chicos prefieren ahorrar dinero que gastarlo en alcohol o drogas.

12.- Son muy abiertos. Al vivir en una época multirracial, toman como normal la diversidad sexual, con normas y roles de género que se difuminan, son menos activos comparados con otras generaciones y algunos ven en los deportes una manera de estar saludables, no como juego o recreación (Vanguardia, 2015).

En otro orden de ideas, hoy en día no basta con tener una tienda física, ya que si como empresario lo que se busca es tener un éxito rotundo, debe conocer el manejo de la publicidad y venta por medio de internet.

En este sentido es importante destacar que una tienda virtual (o tienda online) es un espacio dentro de un sitio web, en el que se ofrecen artículos a la venta. En un sentido amplio se puede describir a una tienda virtual como a una plataforma de comercio convencional que se vale de un sitio web para realizar sus ventas y transacciones (headways, 2018).

Los vendedores de productos y servicios ponen a disposición de sus clientes un sitio web en el cual pueden observar imágenes de los productos, leer sus especificaciones y finalmente adquirirlos. Este servicio le da al cliente rapidez en la compra, la posibilidad de hacerlo desde cualquier lugar y a cualquier hora. Algunas tiendas en línea incluyen dentro de la propia página del producto los manuales de usuario de manera que el cliente puede darse una idea de antemano de lo que está adquiriendo; igualmente incluyen la facilidad

CAPITULO VII

para que compradores previos califiquen y evalúen el producto.

Típicamente estos productos se pagan mediante tarjeta de crédito y se le envían al cliente por correo o agencia de transporte, aunque según el país y la tienda puede haber otras opciones, como PayPal (A&J&G, MICH México, 2018).

La inmensa mayoría de tiendas en línea requieren la creación de un usuario en el sitio web a partir de datos como nombre, dirección y correo electrónico. Este último a veces es utilizado como medio de validación (Web GDL, 2018).

Las tiendas virtuales son páginas web, cuyo objetivo es la venta a terceros de productos o servicios. El conjunto de la actividad de las tiendas online o tiendas virtuales se conoce como comercio electrónico y sus ventas se consideran, legalmente, ventas a distancia. A través de estas tiendas pueden consultar, comprar y adquirir los productos de manera mucho más rápida que en las tiendas físicas y, lo más importante, pueden hacerlo desde cualquier lugar del mundo y las veinticuatro horas del día.

Cualquier persona o empresa que tenga uno o varios productos y quiera extender sus fronteras, puede vender sus productos en cualquier parte del mundo a través de la red (Fernández, 2014)

En la actualidad el comercio electrónico es considerado “toda transacción comercial (producción, publicidad, distribución y venta de bienes y servicios) realizada tanto por personas, empresas o agentes electrónicos a través de medios digitales de comunicación, en un mercado virtual que carece de límites geográficos y temporales” (Garibaldi, 1999).

Existen muchas opciones para la creación de plataformas de comercio electrónico. Algunas de las más importantes son:

- Paypal: no es una tienda online en sí misma, sino un botón de compra. Tiene la ventaja de que es rápido y fácil implementar. Es una buena alternativa para los empresarios individuales y personas particulares.
- Woo Commerce: es una app de wordpress, ideal para gestionar la compra-venta de artículos a través de un blog.
- OpenCart: es uno de los sistemas más sencillos que existen para crear una pequeña tienda online con pocos artículos y secciones
- Shopify: permite incluir imágenes y fotos de productos, vender en Facebook o

CAPITULO VII

anunciar una tienda en un blog.

- Prestashop: es un paquete open source que se puede instalar directamente en el servidor. Su desarrollo técnico es más complicado que el de las anteriores y ofrece posibilidades. Es una buena opción para una tienda convencional que quiera utilizar internet como nuevo canal de venta
- Magento: es un sistema completo que permite la venta de productos físicos y digitales, ventas cruzadas, varias categorías, etc. Es el ideal para medianas y grandes empresas con un amplio catálogo de producto y alto volumen de ventas. (Fernández, 2014).

Por otro lado, es importante decir que los estudios e indicadores comentados pueden leerse en función de las políticas, medidas y factores que fomentan el desarrollo del comercio electrónico.

La identificación los elementos presentes en países con índices favorables permite contrastar los respectivos niveles en los países de América Latina estudiados. Dada las diferentes aproximaciones metodológicas y coberturas de estos índices, no es sorprendente que sus resultados sean muy distintos, poniendo el énfasis cada uno en variables diferentes.

Según el EIU (2014) Australia es el país mejor preparado para desarrollar el comercio electrónico internacional por tener acceso a internet a costos razonables, un marco regulatorio profundo sobre comercio electrónico, amplia utilización de medios de pago electrónicos, y alta penetración de teléfonos inteligentes.

Los tres países latinoamericanos incluidos en este índice están por debajo de la mitad de la tabla: México decimosegundo, Brasil decimotercero y Argentina última. México y Argentina se destacan solo en el aspecto de pagos electrónicos, y Brasil en clima de inversión.

Muchas veces las compras por internet resultan mucho mejor que las compras en las tiendas físicas puesto que en internet se pueden encontrar ofertas exclusivas, promociones, disponibilidad de productos, entregas a domicilio o incluso el poder adquirir productos que no se encuentran en el país.

METODOLOGÍA

Esta investigación es de tipo cuantitativa la cual es de naturaleza exploratoria no estructurada, se basa en pequeñas muestras de técnicas cualitativas como las sesiones de grupo, asociación de palabras, entrevistas de profundidad, encuestas piloto y estudios de casos. (Malhotra, 2014).

Para determinar el tamaño de la muestra utilizaremos la fórmula de población finita, ya que nuestro universo es contable. Para la realización de la encuesta se tomaron datos del INEGI correspondiendo al año 2015:

Edades correspondiendo al INEGI 2015 (Quintana Roo Gob, 2019)

2015	TOTAL	Actualidad (2020)
5-9 años	23071	11-14 años
10-14 años	23398	15-19 años
15-19 años	25224	20-24 años
71693 GENERACIÓN Z		

Fórmula de población finita

$$n = \frac{Z^2(N)(P)(Q)}{[(E^2)(N - 1)] + [Z^2PQ]}$$

SOLUCIÓN

$$n = \frac{(1.96)^2(71963)(0.5)(0.5)}{[(0.5)^2(71963 - 1)] + [(1.96)^2(0.5)(0.5)]}$$

Donde:

n= incógnita
 N= número total de la población
 Z=nivel de seguridad
 P=probabilidad a favor
 Q=probabilidad en contra
 E= nivel de precisión

n = 382 Encuestas a aplicar

n	?	
N	71693	
Z	95%	1.96
P	50%	0.5
Q	50%	0.5
E	5%	0.05

Para el análisis de los datos se realizó una muestra aleatoria en secundarias, preparatorias y universidades de la ciudad de Chetumal, Quintana Roo, para así poder obtener datos de estudio sobre la generación Z.

CAPITULO VII

OBJETIVO GENERAL

Analizar los factores que afectan las decisiones de consumo que adoptan los jóvenes centennials chetumaleños a la hora de realizar compras vía internet.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conocer la evolución del comercio en la ciudad de Chetumal.
- Investigar el surgimiento del comercio electrónico.
- Definir las características que identifican a la generación Z.
- Categorizar los diversos artículos que adquieren por medio de internet.
- Analizar los factores que afectan las decisiones de consumo que adoptan los jóvenes centennials al adquirir productos en línea.

HIPÓTESIS

H1: La Generación Z se deja influenciar por los comentarios de otros para adquirir un producto.

H2: Los centennials no son fieles a una marca.

H3: Los productos más adquiridos son ropa y calzado.

H4: Los centennials prefieren comprar en internet que en tiendas físicas.

RESULTADOS

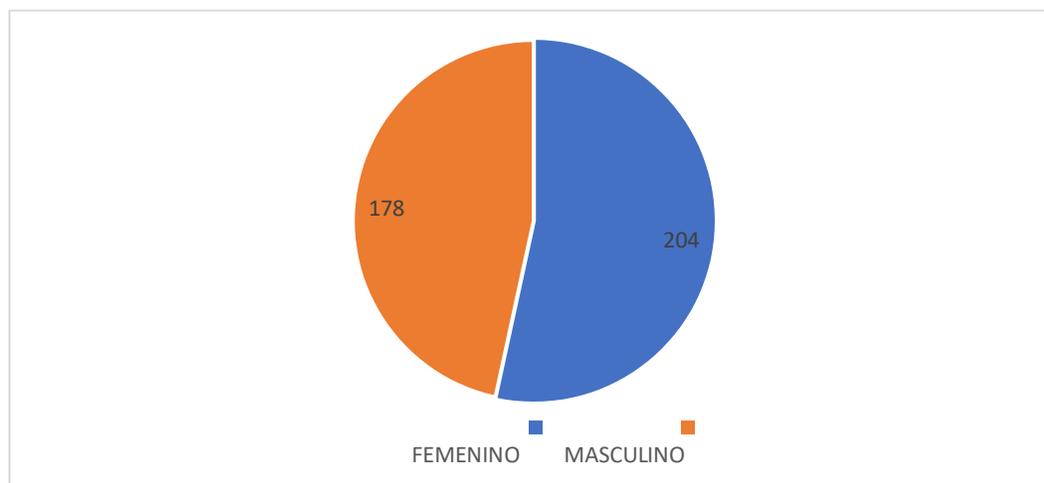
Los resultados obtenidos en este proceso se determinan a partir de los siguientes apartados.

ANÁLISIS DE DATOS

Para el análisis de datos realizamos una muestra aleatoria en secundarias, preparatorias y universidades de la ciudad de Chetumal para así poder obtener datos de estudio sobre la generación Z.

SEXO DE LOS ENCUESTADOS

Obtuvimos 382 encuestas del total de nuestra muestra. Al realizar el estudio 204 personas encuestadas eran mujeres y 178 corresponden al sexo masculino. Véase tabla 1.



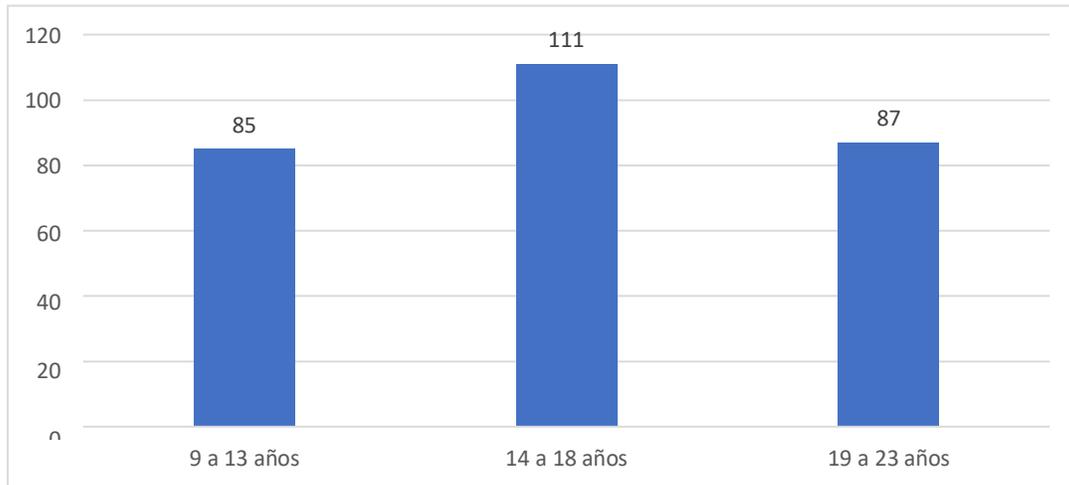
Decidimos agrupar las edades de los encuestados para poder hacer un mayor análisis, debido a que el primer grupo corresponden a personas que cursan la secundaria, en el segundo grupo observamos a quienes cursan la preparatoria y por último a aquellos que ya se encuentran en la universidad.

Obtuvimos 85 personas encuestadas en el rango de 9 a 13 años.

111 personas encuestadas en el rango de 14 a 18 años y 87 personas en el rango de 19 a 23 años.

La generación Z es la que hasta ahora ha abarcado más territorio entre generaciones por ello que un diverso los datos obtenidos para su estudio. Véase tabla 2.

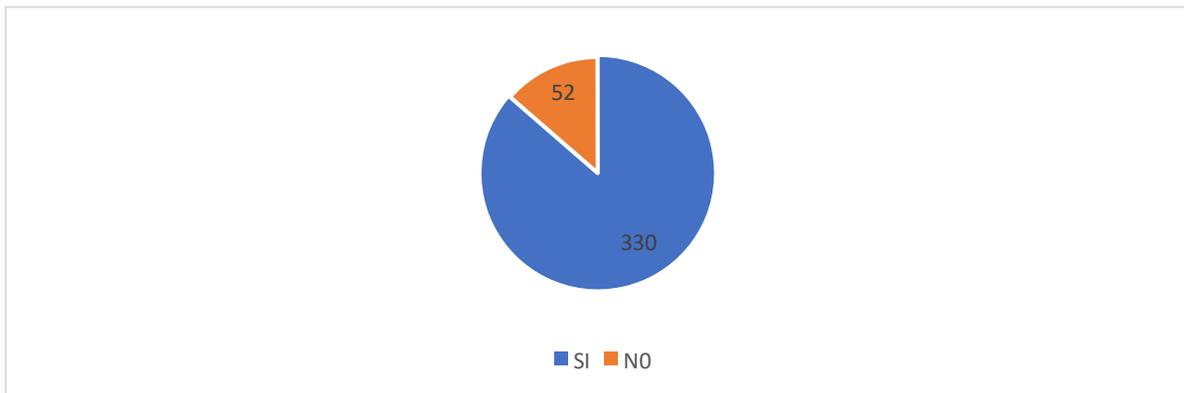
TABLA 2.- EDADES



1.- ¿Utiliza o ha utilizado el internet para realizar una compra?

Del total de encuestados solo 52 personas no han realizado compras por internet, estas mismas se encontraron en el rango de edad de 9 a 13 años, quienes eran las personas que estudiaban en la secundaria. Véase tabla 3.v

TABLA 3 UTILIZACIÓN DE INTERNET PARA COMPRAS

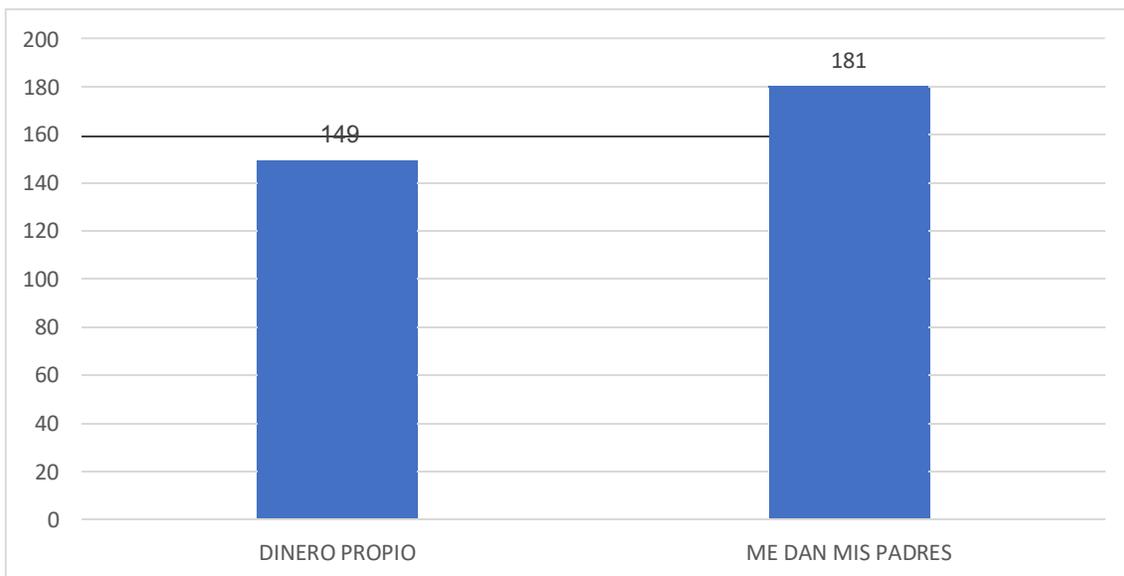


2.- ¿Para adquirir productos en internet, ¿usas dinero propio (trabajo) o te dan tus padres?

A pesar de que solo existe una pequeña diferencia de 32 personas entre ambas opciones, nos pudimos percatar que los encuestados utilizan casi a la par dinero propio o de sus padres para poder realizar compras por internet. Obteniendo que casi la mitad de la muestra

ya se encuentran laborando, ya sea en empleos formales, emprendiendo o vendiendo productos que traen de otros lados. A diferencia de otras generaciones, la generación Z está comenzando su vida laboral en su mayoría de edad, mientras que en generaciones antiguas la vida laboral comenzaba desde muy temprana edad. Sigue siendo mayoría quienes utilizan el dinero de sus padres para poder adquirir un producto no solo en internet si no en cualquier lado. Por otra parte, esta generación es la que le es más difícil poder conseguir un empleo es por ello que la mayoría de ellos deciden emprender nuevos negocios, mientras que otra parte de la muestra prefiere continuar con sus estudios y seguir recibiendo dinero de los padres. Véase tabla 4.

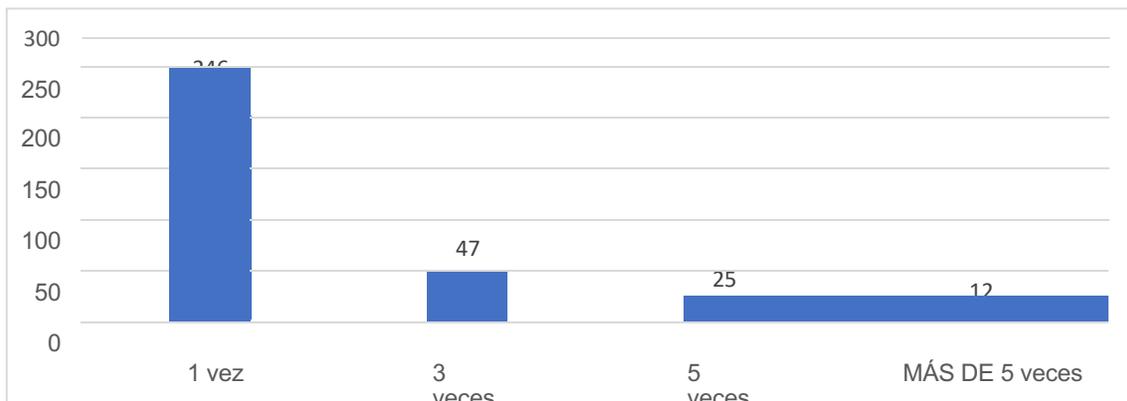
TABLA 4.-DINERO PROPIO O DE PADRES PARA COMPRAR PRODUCTOS.



3.- ¿Cuántas veces al mes compras o adquiere artículos por internet?

Al realizar información previa e informarnos que la generación Z es la generación digitalizada, esperábamos que la cantidad de veces que compran por internet fuera más de 3 veces por mes, sin embargo, nos llevamos con la sorpresa que más de la mitad de los encuestados solo realizan compras por internet una vez al mes, mientras que solo 84 personas compran más de 1 vez por mes. Tan solo obtuvimos que 12 personas compran más de 5 veces al mes. Véase tabla 5.

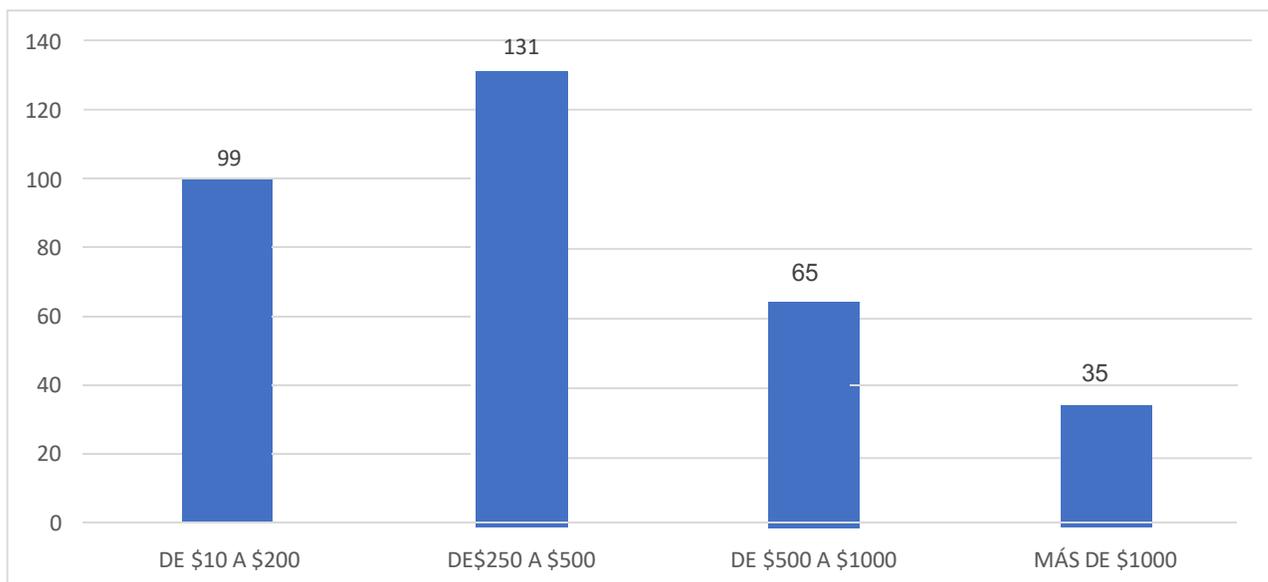
TABLA 5.- COMPRAS AL MES.



4.- ¿Cuánto gastas aproximadamente al momento de comprar algo por internet?

Generalmente el monto estimado de compra por internet de la generación Z se encuentra en el rango de \$250 a 500 pesos, siendo esta una cantidad considerable para todos los encuestados debido a que la mayoría de los productos de cualquier tipo oscila entre esas cifras de precios. De ahí encontramos que 99 personas realizan compras mínimas por internet, mientras que aproximadamente 100 personas realizan compras arriba de \$500 pesos. Véase tabla 6.

TABLA 6 RESULTADOS COMPRAS

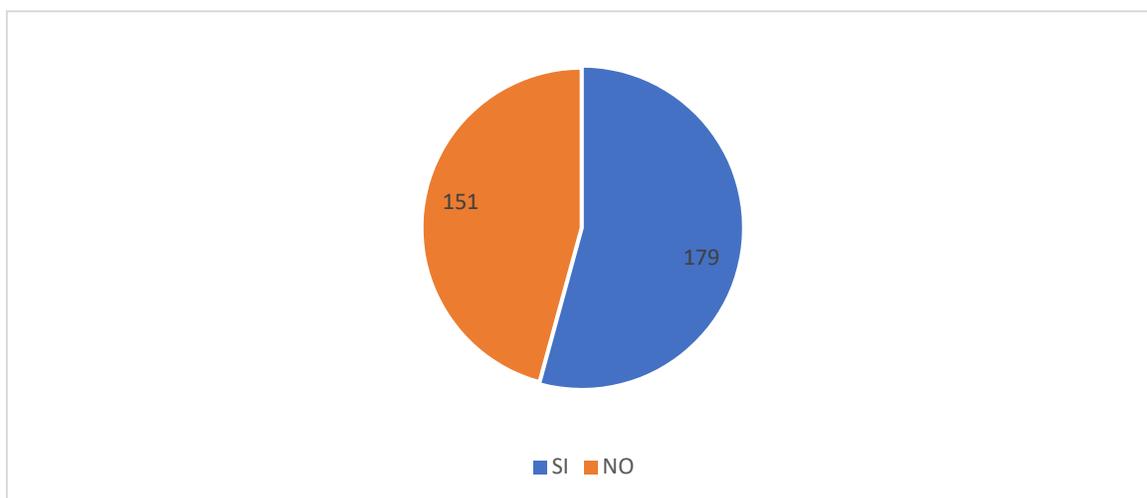


5.-Cuando decidiste comprar por internet ¿buscaste sí algún comerciante aquí en la ciudad tenía el producto en existencia?

Con una tan solo una diferencia de 28 personas obtuvimos que la mayoría de los encuestados recurre a buscar el producto deseado en la ciudad, dependiendo del artículo deseado es el lugar al que recurren para su búsqueda, puede ser el centro, las plazas, o incluso tiendas departamentales.

Otro parte representado por el 46% de la población no realizan una búsqueda del artículo en la ciudad y recurren directamente a plataformas en línea o tiendas departamentales en línea. Véase tabla 7.

TABLA 7 BÚSQUEDA DE PRODUCTOS.



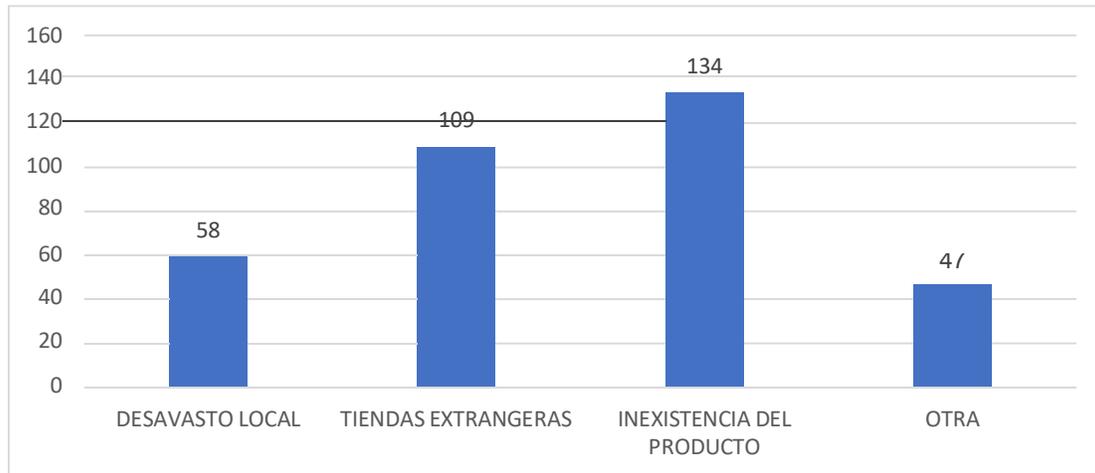
6.- ¿Qué le motivo a realizar la compra por internet?

La inexistencia de productos y las tiendas extranjeras son los principales motivos por los que la generación Z deciden realizar compras por internet, ya que no encuentran sus artículos deseados, las variantes resultan ser infinitas, es por ello que recurren a internet en búsqueda de su artículo ideal puesto que en muchas plataformas y tiendas departamentales ofrecen a los clientes personalización del producto, cosa que muchas tiendas locales no ofrecen.

Además, existen tiendas extranjeras que no existen en la ciudad en las cuales les gustan comprar, ya sean por las tallas ofrecidas, diseños, métodos de pago, entre otros.

Las 47 personas que eligieron la opción de otros mencionaron que lo que los motivó a realizar las compras por internet fue simple ocio, curiosidad o por un artículo que habían visto en específico y que si venta era mediante internet. Véase tabla 8.

TABLA 8 MOTIVOS DE COMPRA



7.- ¿Qué tipo de productos has comprado por internet?

Entre las respuestas más comunes encontramos que lo que más compran por internet son artículos de electrónica, ropa y calzado.

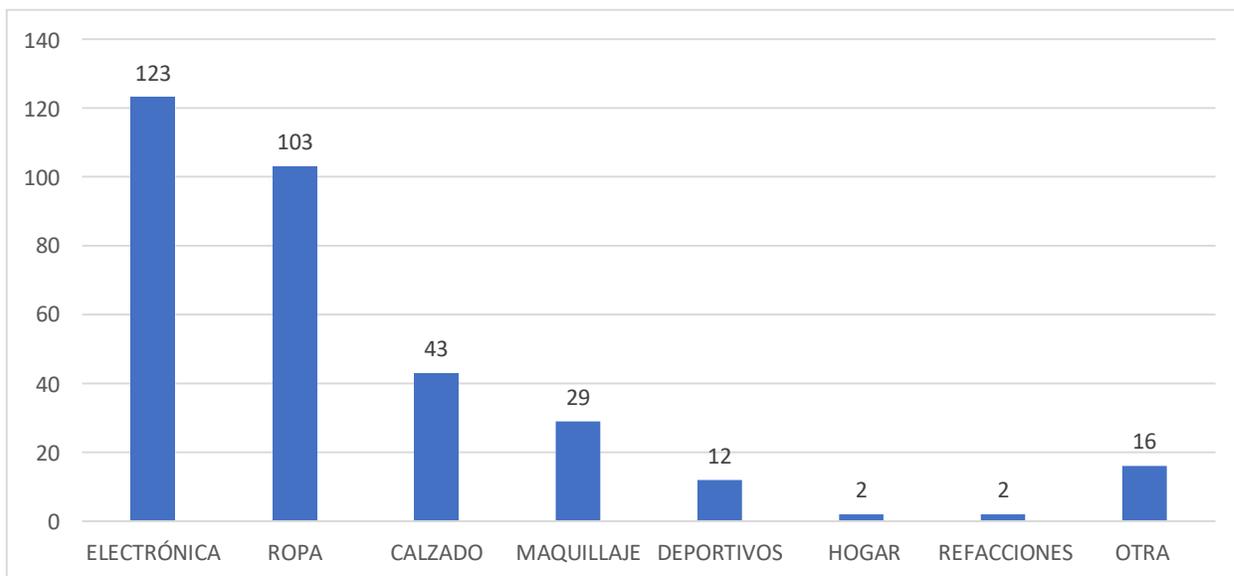
Aunque en la ciudad contamos con muchas zapaterías, tiendas de electrónica y tiendas de ropa, no siempre existe una gran variedad, lamentablemente lo que se vende son artículos con diseños muy similares y en muy pocas tiendas tanto de ropa como de calzado existen las tallas extra.

Internet ofrece diversas plataformas e incluso en algunas tiendas departamentales ofrecen artículos que exclusivamente se encuentran en pedidos por internet los cuales te pueden llegar a tu casa por paquetería o bien puedes pasar a la tienda por ellos.

Es por ello que hoy en día es muy común que estos artículos sean de los más buscados para la compra en internet.

Por otra parte, los que seleccionaron la opción de otra respondieron que compraban libros, material escolar y ropa y/o artículos para bebé. Véase tabla 9.

TABLA 9 PRODUCTOS COMPRADOS.

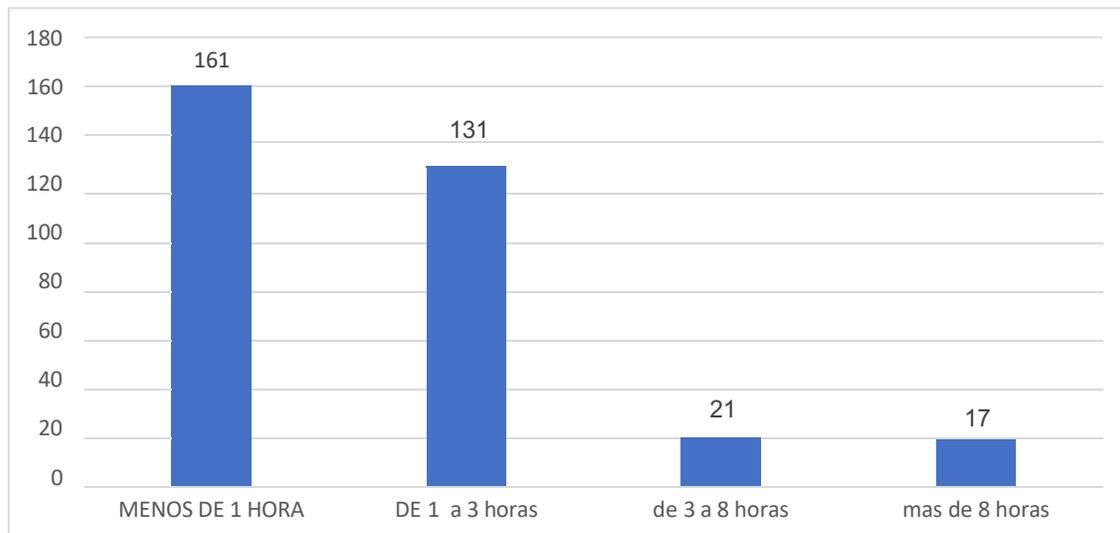


8.- ¿Cuánto tarda en elegir un producto de internet? (desde que busca un producto hasta que realizó la acción de comprar)

Para algunas personas realizar una compra es algo para pensar detenidamente, pero este no es el caso de la generación Z puesto que el estudio nos arrojó que en menos de unas tres horas la mayoría de los encuestados deciden realizar su compra. Ya que solo 161 personas tardan menos de una hora y 131 personas tardan entre 1 y 3 horas eligiendo sus compras. Queremos pensar que menos de tres horas es el tiempo estimado en el que buscan sus artículos por diversas plataformas comparando precios, métodos de pago, envíos, etc.

Solo 17 piensa detenidamente su compra más de 8 horas. Véase tabla 10.

TABLA 10.- TIEMPO DE ELECCIÓN DE PRODUCTOS



9.- ¿Algunos de los productos que ha comprado en internet han sido por recomendación de alguien más?

Más de la mitad de los encuestados han realizado compras por internet porque alguien más se los recomendó, la persona a la quien más hacen caso para una recomendación son los amigos seguido de la familia.

Generalmente, cuando alguien realiza una compra suele compartir y/o recomendar dicho producto con amigos y familiares, en este caso el más popular fueron recomendaciones por parte de amigos, solo una pequeña parte realizó una compra porque lo vio en la televisión. Véase tabla 11 y 12.

TABLA 11.-RECIBIÓ RECOMENDACIÓN

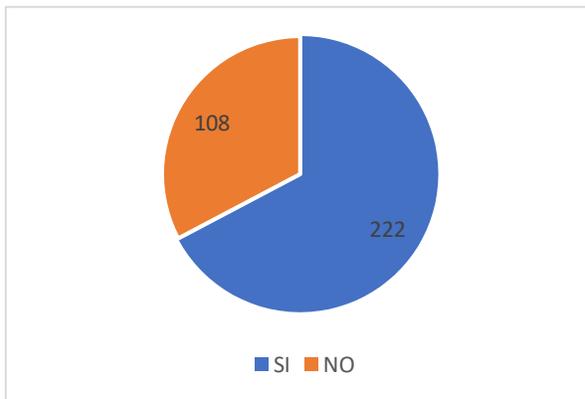
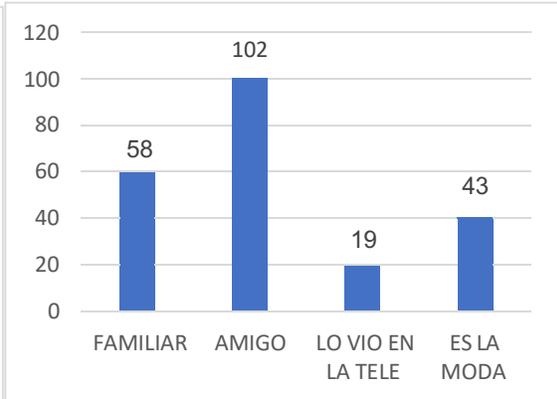


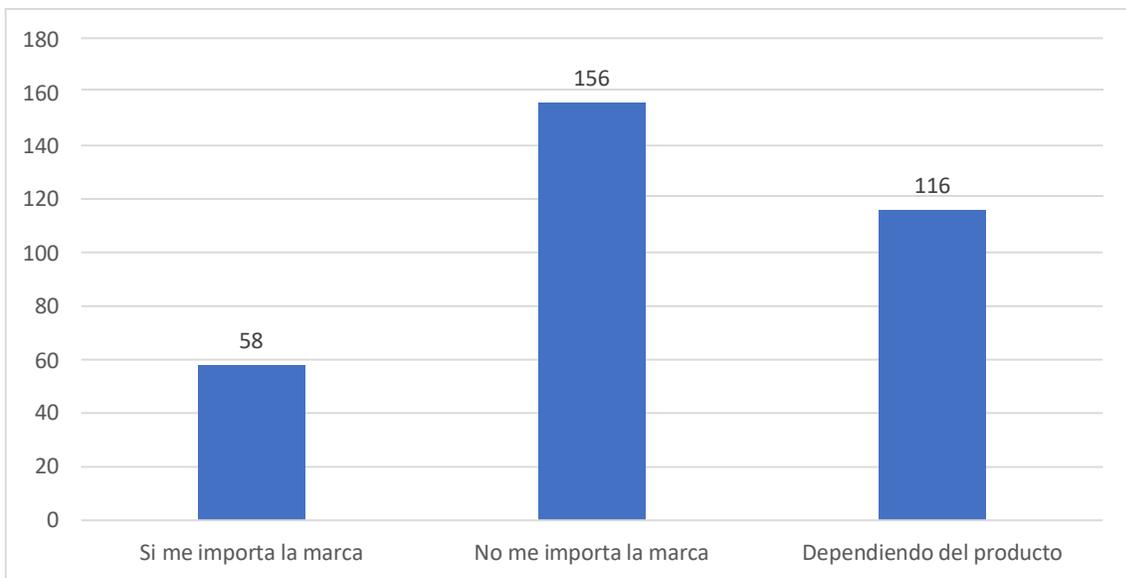
TABLA.- 12 QUIENES RECOMIENDAN



10._ Al realizar alguna compra, ¿Tomas tu decisión por la marca o la marca no es importante para ti?

Para 156 personas no es importante la marca, les gusta más buscar los productos con respecto a su calidad y precio. Por otra parte, 156 piensan que es importante la marca para ciertos productos, sobre todo aquellos que son de cuidado personal. Increíblemente solo 58 eligen sus productos por la marca. Véase tabla 13

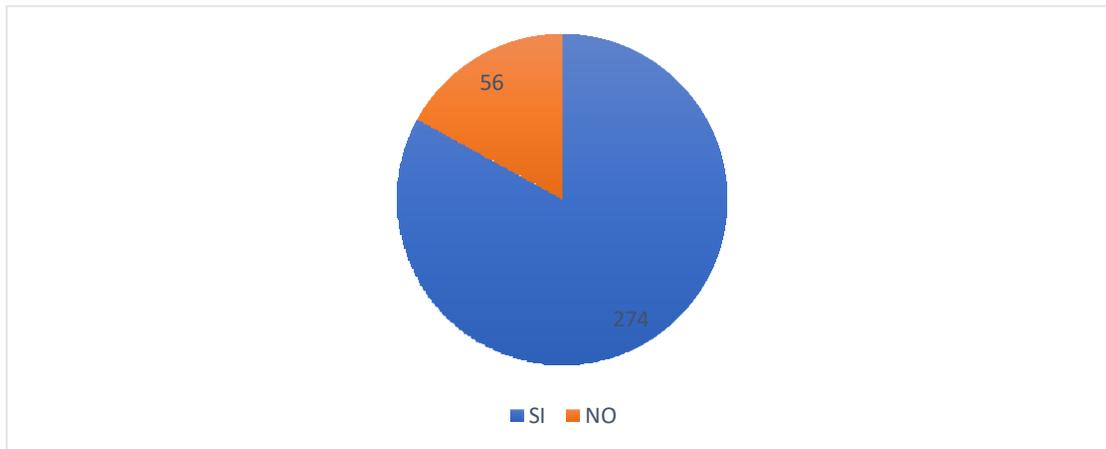
TABLA 13.- IMPORTANCIA DE LA MARCA.



11._ ¿Considera que los productos que ha comprado en línea son de buena calidad?

Más de la mitad de los encuestados consideran que las compras en internet son de buena calidad, ya que los productos que han recibido han sido tan buenos como describían en las características. Solo 56 personas consideran que en internet no pueden encontrar cosas de calidad, consideran que los artículos adquiridos por este medio no son buenos porque les han dicho. Véase tabla 14.

TABLA 14.- CONSIDERACIÓN DE PRODUCTOS.



12.-¿Ha tenido malas experiencias comprando algo por internet?

Tan solo 124 personas del total de encuestados han tenido malas experiencias comprando en internet.

Entre las respuestas más comunes relacionadas con sus mañas experiencias nos encontramos con que generalmente la mala experiencia deriva del envío y problemas con el vendedor debido a que llegan los pedidos fuera del tiempo estimado y el pedido no llega en las condiciones establecidas, es decir, no es lo que se pidió, llegó roto, o simplemente no es lo que se esperaba.

Para aquellos que eligieron la opción de otro decían que simplemente no era lo que esperaban, o era más pequeño de lo que decía, no era la talla indicada, o se equivocaban de envío. Véase tablas 15 y 16.

TABLA 15 .-MALAS EXPERIENCIAS.

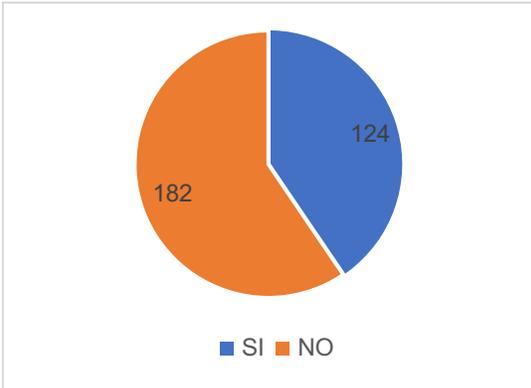
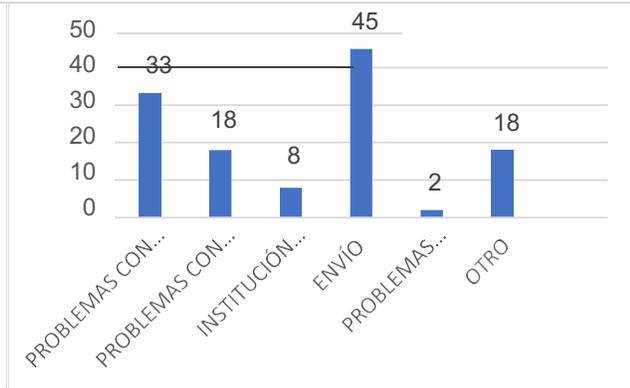


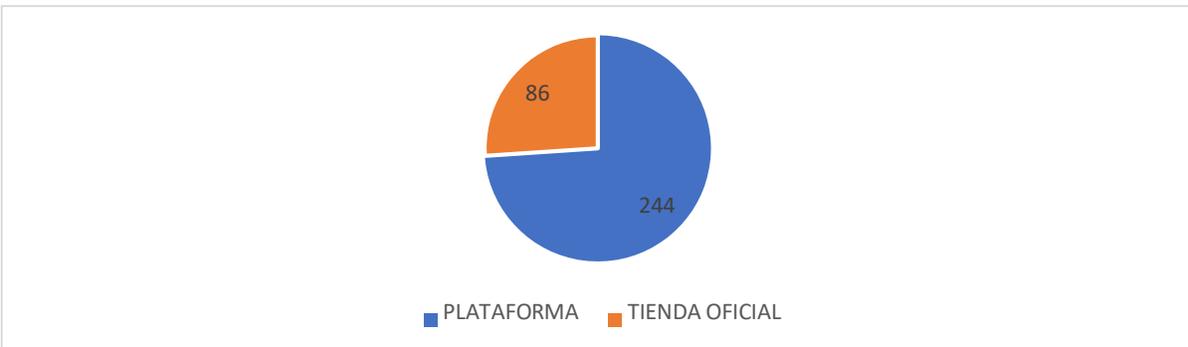
TABLA 16.- ESPECIFICACIÓN DE EXPERIENCIAS.



13.-Cuando compra por internet ¿utiliza alguna plataforma en línea?

224 del total de encuestados recurren a plataformas en línea para realizar compras por internet, ya que son un poco más fáciles de utilizar y se puede encontrar una gran variedad de un mismo producto, comparando precios, diseños, colores, etc. Véase tabla 17.

TABLA 17.- MEDIOS DE COMPRA.

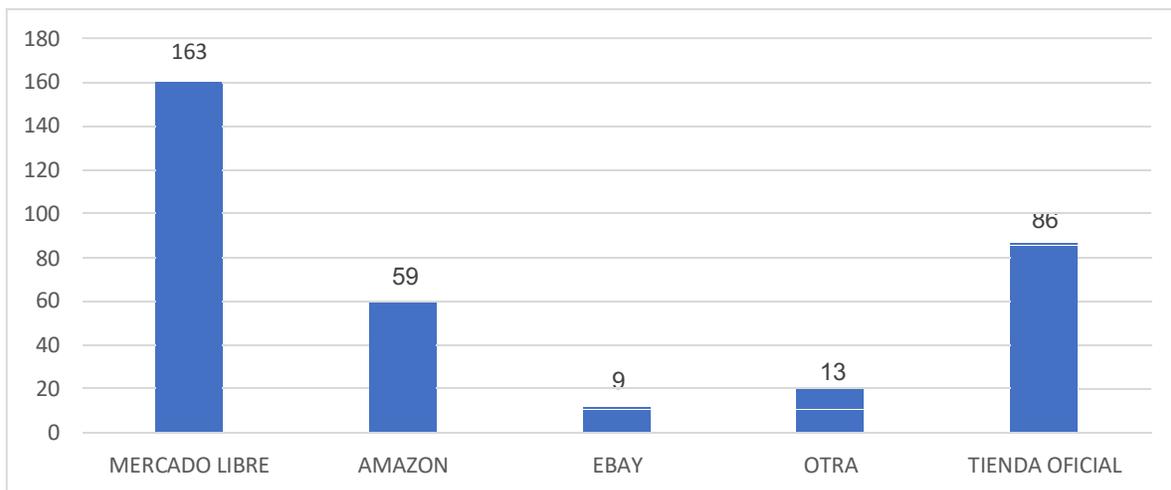


14.- ¿Cuál de las siguientes plataformas utilizas con más frecuencia al realizar suscomprar?

La plataforma de uso común entre la generación Z es Mercado libre seguida de Amazon. En otra las 13 personas pusieron la plataforma de WISH, esta no es tan común ya que su tiempo de envío es más de 3 meses.

Mercado libre se encuentra entre la más popular debido a que cuenta con una gran cantidad de tiendas departamentales, tiendas nuevas, o tiendas locales de muchos países es por ello que hasta ahora es la plataforma con más variedad de artículos de todo tipo. Véase tabla 18.

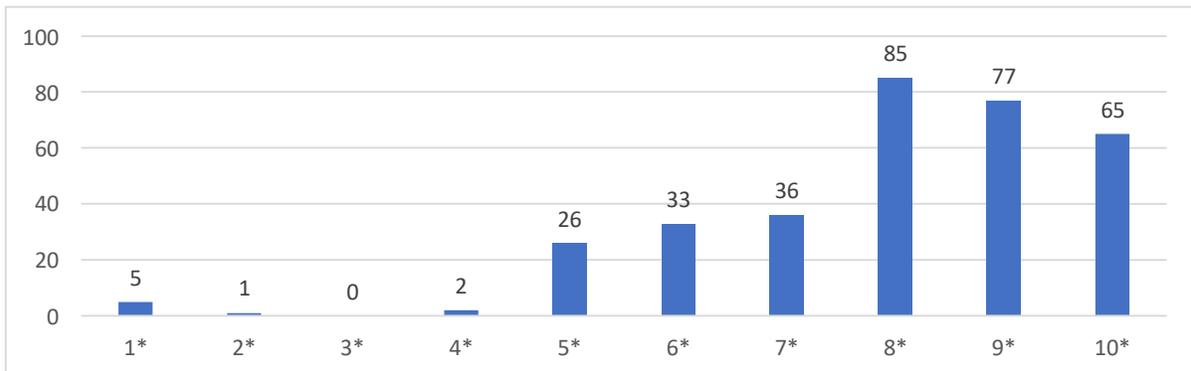
TABLA 18.- PLATAFORMAS



15.- Del 1 (siendo el valor de menor importancia) al 10 (siendo el valor de mayor importancia) ¿cuánto recomienda a alguien que realice una compra por internet?

En promedio las personas encuestadas si recomiendan realizar compras por internet, debido a que han tenido buenas experiencias de compra y consideran que todos los productos que han adquirido son de buena calidad. Más de la mitad de los encuestados si recomiendan las compras por internet. Véase tabla 19.

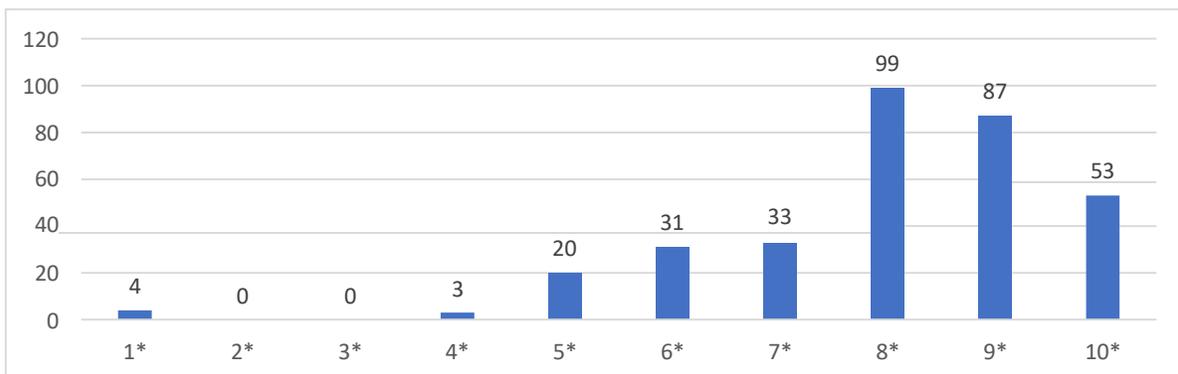
TABLA 19.- RECOMENDACIÓN DE COMPRA.



16.- Considerando todos los aspectos (comodidad, precio, agilidad, variedad de productos, etc.) ¿cómo calificaría del 1 (siendo el valor de menor importancia) al 10 (siendo el valor de mayor importancia) el uso del internet para realizar una compra?

Para la generación Z es muy importante la compra por medio de internet debido a que es muy cómodo, pueden encontrar variedad de productos e incluso hacer que sus productos sean personalizados. Véase tabla 20.

TABLA 20.- IMPORTANCIA DEL USO DEL INTERNET PARA REALIZAR COMPRAS.



RESPUESTAS A HIPÓTESIS.

H1: De acuerdo a nuestra primera hipótesis en la cual se hace mención que la generación Z se deja influir para realizar sus compras, encontramos que la hipótesis se cumple, ya que las principales personas que influyen sobre ellos a la hora de realizar una compra son

amigos y la familia.

H2: Nuestra segunda hipótesis mencionamos que la generación Z no son fieles a la marca. Esta hipótesis también resulta acertada, ya que más de la mitad piensan en calidad y precio del producto, antes que la marca; y aunque algunos tienen algunas marcas preferentes, si encuentran alguna otra que le ofrezca el mismo producto a menor precio y con igual o mejor calidad, no dudarán en cambiarla de inmediato.

H3: La tercera hipótesis también es correcta con base a la pregunta número 7 podemos determinar que los productos más comprados vía online son ropa, calzado y electrónica.

H4: Esta hipótesis no se cumple, debido a que la mayoría de los encuestados solo realizan compras por vía online una vez al mes, contrario a lo que pensábamos puesto que pensábamos que la generación Z prefiere realizar compras en internet.

CONCLUSIONES

Después de realizar la presente investigación, podemos concluir que el ochenta por ciento de las hipótesis fueron acertadas, ya que, de cinco, cuatro fueron correctas.

La muestra de nuestra población fue de trescientos ochenta y dos encuestados, de los cuales solo trescientos treinta han realizado compras vía internet. El sesenta por ciento utiliza dinero que sus padres les proporcionan y ahorran para realizar sus compras, y el treinta por ciento utiliza dinero propio, que tiene su origen en ingresos que obtienen con empleos de medio tiempo, y algunos con becas recibidas.

Aunque deducimos que la generación Z es la generación de la era de la tecnología, nos encontramos en la presente investigación que son personas cuyos hábitos de compra no son frecuentes por internet. Sí realizan compras en línea, pero solamente lo hacen una vez al mes, y solo un grupo reducido de jóvenes realizan más de cinco compras al mes.

Observamos que, para esta generación es muy importante que los artículos sean recomendados por amigos y familiares, ya que mediante ellos pueden saber la experiencia de compra y la efectividad y calidad de cierto producto.

Los artículos más comprados son electrónica, ropa y calzado los cuales oscilan entre doscientos cincuenta pesos (\$250) y quinientos pesos (\$500) pesos, tan solo el diez por

ciento de los encuestados gasta más de mil pesos (\$1,000) en sus compras, que seguramente son aquellos pocos quienes realizan más de cinco compras al mes.

Para esta generación de jóvenes chetumaleños de entre 9 y 24 años, es muy importante y necesario realizar compras por internet, ya que no existen tiendas extranjeras en la ciudad, o muchas veces no se encuentran los productos requeridos, por ello es más fácil para ellos acceder a plataformas virtuales como Mercado Libre, quien resultó ser la favorita de esta generación para su consumo, o bien optan por buscar directamente en la tienda oficial de la marca del producto que quieren adquirir.

El tiempo estimado de búsqueda por las plataformas antes de decidir una compra es menor a tres horas, por lo que podemos deducir que no se toman tanto tiempo en verificar y comparar productos o buscar más opciones.

Observamos que la generación Z no se deja influenciar por la marca, ésta no es importante para ellos y solo toman en cuenta aquellas marcas que son especiales para el cuidado personal, en cuanto a los demás productos que utilizan, no les interesa la marca, siempre van a buscar lo que les ofrezca una buena calidad y un buen precio.

Finalizamos concluyendo que las compras vía internet se han vuelto algo viable y necesario para los jóvenes centennials ya que al no existir tiendas extranjeras ni mucho menos una variedad de productos, recurren a buscar por internet, puesto que en las diferentes plataformas o tiendas en línea pueden encontrar los productos deseados e incluso personalizados para cada gusto.

Casi siempre, la experiencia de compra es buena, la calidad, el precio y la comodidad de poder realizar los encargos desde cualquier tipo de dispositivo hacen que la experiencia de compra se vuelva placentera y satisfactoria.

BIBLIOGRAFÍA

- Campo, A. M. (29 de mayo de 2018). marketing Digital. Obtenido de <https://www.iebschool.com/blog/millennials-xennials-generacion-marketing-digital/>
- Fernández, S. C. (2014). Ventas Online. España: Ediciones Novel.
- Garibaldi, G (1999). Comercio Electrónico: Conceptos y Reflexiones básicas. Buenos Aires: BIT DNTAL
- Generation Z. (15 de 04 de 2019). Obtenido de <https://generationz.com.au/>

CAPITULO VII

- headways. (noviembre de 2018). Obtenido de <https://headways.com.mx/glosario-mercadotecnia/palabra/tienda-virtual/>
- Malhotra, N. (2014). Investigación de mercados. Prentice Hall.
- Vanguardia. (21 de diciembre de 2015). Obtenido de <https://vanguardia.com.mx/articulo/caracteristicas-de-la-generacion-z>
- Web GDL. (2018). Obtenido de <https://web-gdl.com/servicios/que-es-una-tienda-en-linea/>

EDUCACIÓN

Sistema integral con gamificación para aprendizaje de las matemáticas en sexto grado de primaria.

Selene García Nieves^a, José Alfonso Gómez Sánchez^a, María de la Luz Sánchez Mundo^a, Sebastián León Contreras^b, Sergio Roberto Martín Martín^b.

^aTecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Las Choapas

^bEstudiante del Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Las Choapas

Autor de correspondencia: s-garcianchoapas.tecnm.mx

RESUMEN

Las deficiencias en el aprendizaje de Matemáticas en México son alarmantes ya que como menciona el último informe del Plan Nacional para la Evaluación de los Aprendizajes (PLANEA), el 77% de los estudiantes se encuentran en niveles bajos de aprendizaje (Niveles I y II), estos problemas de aprendizaje se complicaron aún más durante y después de la pandemia presentada por el virus COVID-19. Por lo anterior, el objetivo de este artículo es desarrollar y evaluar un sistema integral (aplicación móvil y sitio web) con gamificación para el aprendizaje de las matemáticas en alumnado de sexto grado de primaria. Para lograr el objetivo, primero se obtuvieron los requerimientos basándose en libros de sexto grado, así como en encuestas y entrevistas con el alumnado y con docentes. Posteriormente, se analizó la información de la obtención de los requerimientos y se definieron las estrategias de gamificación mediante el método Octopus, se diseñó una arquitectura tecnológica mediante un diagrama UML de despliegue y se desarrolló el sistema integral con gamificación. Finalmente, se diseñó una evaluación del sistema integral mediante la Metodología de Aceptación de la Tecnología - TAM, con el alumnado y docentes, en donde se obtuvieron resultados favorables en los factores de utilidad, facilidad de uso e intención de uso del sistema integral.

INTRODUCCIÓN

El Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación en México (INEE), mediante el Plan Nacional para la Evaluación de los Aprendizajes (PLANEA) realiza una evaluación al alumnado de sexto grado de primaria y tercer grado de secundaria en los campos disciplinares de Lenguaje y Comunicación y Matemáticas. El propósito de PLANEA es conocer la medida en que los estudiantes logran el dominio de un conjunto de aprendizajes esenciales en diferentes momentos de la educación obligatoria.

PLANEA clasifica el conjunto de aprendizajes esenciales mediante 4 niveles, el nivel 1 es el más bajo y el nivel 4 el más alto; de acuerdo con los últimos resultados emitidos en el año 2018 (previo a la pandemia del virus COVID-19) en sexto grado de primaria se observaron grandes deficiencias de aprendizaje de las matemáticas, identificando que los estudiantes se ubican en los siguientes niveles de logro (INEE, 2018):

Nivel I dominio insuficiente 59%. Los alumnos resuelven operaciones básicas con números naturales, calculan perímetros de figuras regulares e interpretan gráficas de barras.

Nivel II dominio básico 18%. Los alumnos dominan el nivel I y también resuelven problemas con operaciones básicas con números decimales, calculan perímetros de figuras irregulares y calculan porcentajes.

Nivel III dominio satisfactorio 15%. Los estudiantes dominan el nivel II y también multiplican una fracción por un número natural, resuelven situaciones con áreas y perímetros.

Nivel IV dominio sobresaliente 8%. Los estudiantes dominan el nivel III y también resuelven problemas con números naturales, decimales y fraccionarios, resuelven situaciones con áreas y perímetros de figuras regulares e irregulares, saben calcular estadísticos descriptivos.

De acuerdo a los resultados presentados, el 77% de los alumnos se encuentran en niveles insuficiente y básico de aprendizaje (nivel I el 59 % y nivel II el 18%), considerándose niveles bajos, con deficiencias de aprendizaje alarmantes, estos problemas de aprendizaje se complicaron aún más durante y después de la pandemia presentada por el virus COVID-19, ya de acuerdo con datos de la Unesco (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 2020), en respuesta a la pandemia, 188 países, incluido

México, tuvieron la necesidad de cerrar instituciones educativas, provocando que los

CAPITULO VIII

alumnos no asistieran a clases presenciales.

Se realizó una búsqueda de los trabajos relacionados que han contribuido en la solución de la deficiencia del aprendizaje de las matemáticas a nivel primaria, esto con el objetivo de identificar las áreas de oportunidad en que se pudiera trabajar, destacándose los siguientes trabajos:

En el trabajo Mobile Learning y gamificación en el área de matemáticas en 6° grado de primaria, se presentó a los docentes una propuesta para que mediante la gamificación y el Mobile Learning, se realice un cambio metodológico que permita motivar al alumnado en aprender matemáticas. Este proyecto solo fue una propuesta documental de una implementación metodológica, no se implementó la propuesta ni tampoco se utilizó alguna tecnología que mejorara el aprendizaje de los alumnos (García-Caro, 2020).

Otro de los trabajos analizados fue el presentado por García (2019), con su proyecto Escape Room, el principal objetivo de este trabajo es que el docente de manera anticipada a la clase, diseñe las tareas que van a realizar los alumnos, pero centrándose en las características de cada uno de ellos. Otro aporte es que presenta los beneficios tanto para el alumnado como para el docente, de utilizar la gamificación en el aula.

Por otra parte, Holguín et. al. (2020) realizó proyectos educativos de videojuegos con gamificación para desarrollar el pensamiento matemático, la población de estudio fueron los estudiantes de contextos vulnerables. De acuerdo con los resultados presentados si existió diferencia de mejora entre los alumnos previo a utilizar los videojuegos y después de utilizarlos.

Pinzón-Muñoz (2021), propuso en su fase I el diseño de una aplicación móvil como estrategia de gamificación en la educación para la salud oral de niños escolares. Lo interesante de la propuesta es que se pretende realizar una prueba piloto empleando herramientas de la investigación cualitativa, diseñando elementos audiovisuales como personajes y escenarios e interfaz, presentando los resultados de manera interactiva, la debilidad del proyecto es que desde el año 2021 que se propuso a la fecha actual, no ha cambiado el estatus del proyecto, solo se quedó en una propuesta en papel.

Se encontró también que durante el virus COVID-19, en educación secundaria también se utilizó la gamificación para motivar las clases. La Guía de observación de gamificación de

CAPITULO VIII

García (2020) y el Cuestionario de motivación MSLQ fueron utilizados para recolectar los datos. Lo llamativo de los resultados es que no se encontró una relación en la motivación de los alumnos con el uso de la gamificación, como si sucede en los estudios presentados a nivel primaria. Se detectó también que la mayoría de los docentes no emplean herramientas digitales durante la impartición de sus clases, contraponiéndose a la necesidad tecnológica ocasionada por el virus COVID-19 (Villarroel, 2021).

Previo a la pandemia, se encontró que ya se había buscado la forma de colaborar con tecnología para impactar de manera positiva en el aprendizaje de las matemáticas, por ejemplo, Capell (2017), utilizó el multimedia educativo, Jcllic, y el videojuego Hearthstone, como herramientas de apoyo al desarrollo del cálculo mental y la resolución de problemas, con dos aulas de primaria, tercero y cuarto grado. La motivación fue uno de los elementos destacados en los resultados de la prueba piloto, llamó la atención en los alumnos que los retos eran más complejos a como avanzaban de nivel en el videojuego. Se destacan los resultados positivos desde el punto de vista del desarrollo cognitivo como social y personal como en el uso del videojuego como herramienta de aprendizaje. Por otra parte, Macías (2017), también propuso el uso de juegos con gamificación como estrategia para el aprendizaje de las matemáticas, la idea principal es que el alumno resuelva problemas de la vida real, sin embargo, no se realizó algún estudio para conocer los resultados de la propuesta.

De acuerdo con los principales trabajos presentados, se puede analizar que sí han existido iniciativas para reducir las deficiencias en el aprendizaje de las matemáticas, sin embargo, mientras algunos proyectos se centran en propuestas documentales, otros proyectos no realizan algún experimento de evaluación que permita obtener resultados de percepciones de la tecnología o del impacto en los índices de aprendizaje, por lo cual, se determinó que existe un área de oportunidad para desarrollar tecnología que contribuya a incrementar los índices de aprovechamiento en la materia de matemáticas.

Por lo anterior el objetivo de este artículo es “desarrollar y evaluar un sistema integral con gamificación para el aprendizaje de las matemáticas en alumnos de sexto grado de primaria”.

Es importante mencionar que mediante la gamificación se busca motivar a los participantes en el logro de sus objetivos, superando los retos que se presentan en cada nivel de un

juego. Como menciona Teixes (2015) el impacto de la motivación en la productividad resulta positivo ya que la motivación es el factor individual más importante en el aprendizaje y en los cambios del comportamiento.

METODOLOGÍA

Es importante definir la metodología de trabajo ya que de esta depende el éxito y control del proyecto, se decidió trabajar con la metodología Rational Unified Process (RUP) que es una metodología clásica, que documenta cada etapa del proyecto de manera detallada, utiliza el Lenguaje de Modelado Unificado (UML) como su eje central en cada una de las etapas, además adopta un enfoque iterativo orientado a los requisitos (Kruchten,2004).

En conjunto con la metodología elegida, se trabajó con el modelo de desarrollo incremental, este modelo divide el sistema en subsistemas o incrementos, de tal manera que en cada determinada fecha se entrega un incremento del sistema hasta concluir con el último incremento que en automático completa el proyecto final, haciendo que el sistema magno pueda trabajarse en partes más pequeñas y con objetivos bien definidos (Pressman, 2010).

Obtención de los requerimientos

La base fundamental para que un proyecto cumpla con las especificaciones requeridas, es obtener los requerimientos tomando en cuenta los normativos vigentes e interactuando directamente con los usuarios finales, de esta manera cuando el sistema final es utilizado en un ambiente real, las probabilidades de éxito se incrementan. Por tal motivo, en este proyecto los requerimientos del sistema se obtuvieron tomando como base los libros de sexto grado de primaria proporcionados por la Secretaría de Educación Pública, así mismo se obtuvieron con los usuarios finales que en este caso fueron los docentes y el alumnado, se tuvieron reuniones y se utilizaron las técnicas de entrevistas y lluvia de ideas, con lo cual se fueron fortaleciendo los requerimientos. Los requerimientos se plasmaron en el formato del estándar IEEE 830 de especificación de requerimientos de software.

Análisis de la información

El siguiente paso fue analizar la información obtenida en la especificación de requerimientos, se concluyó que se debía realizar el sistema integral que incluyera un sitio web y una aplicación móvil que trabajaran en conjunto, resumiendo el siguiente análisis:

CAPITULO VIII

- Una base de datos de la información del alumnado que permita administrar los datos personales y los elementos (puntaje, insignias, etc.) obtenidos en los diferentes niveles de gamificación.
- El sitio web contendrá la sección de “aprendizaje”, en donde se aprenderán los temas mediante videos.
- Por cada sección del temario visualizado en el sitio web, se deberá incluir un cuestionario de preguntas, con felicitaciones cuando se conteste correctamente y con retroalimentación cuando se conteste de manera incorrecta.
- En la aplicación móvil se debe desarrollar un escenario atractivo y animado.
- La aplicación móvil contendrá una trivía de preguntas y respuestas, de igual manera que en el sitio web, con felicitaciones cuando se conteste correctamente y con retroalimentación cuando se conteste de manera incorrecta.
- Para las estrategias de gamificación se utiliza el método Octopus de 8 pasos.
 - Paso 1: Preparativos. Identificar qué se va ramificar.
 - Paso 2: Jugadores. Clasificar a los participantes.
 - Paso 3: Estructura. Configurar las estrategias.
 - Paso 4: Tema. Definir la temática.
 - Paso 5: Reglas. Diseñar e integrar las instrucciones y reglas.
 - Paso 6: Puntos. Establecer el sistema de puntos, premios y retroalimentación.
 - Paso 7: Toques Finales. Preparar el inicio de la estrategia.
 - Paso 8: Hitos. Definir los hitos.

Diseño de la arquitectura

Se diseñó la arquitectura tecnológica del sistema mediante un diagrama de despliegue UML, en el diagrama se representan con prismas los nodos de hardware y con rectángulos los componentes de software, el diagrama se realizó en el software StarUML (Figura 1).

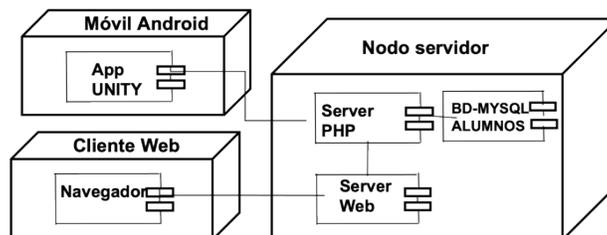


Figura 1 Arquitectura tecnológica del sistema.

Como se observa en la Figura 1, la arquitectura tecnológica consta de 3 nodos que representan físicamente a los siguientes elementos:

Móvil Android: este nodo puede ser cualquier dispositivo móvil como un celular o una tableta que contenga el sistema operativo Android, el componente de software app UNITY es una aplicación móvil nativa desarrollada en el software Unity, que es un entorno que se utiliza para realizar videojuegos.

Cliente web: este nodo puede ser cualquier computadora que tenga acceso a internet, el componente de software que se utiliza es un navegador web.

Nodo servidor: este nodo es la computadora que fungirá como servidor, se integra por los componentes en software que son el Server PHP, el server Web que en este proyecto se utilizó HTTP Apache y el Sistema Gestor de Base de Datos MySQL que permitirá almacenar los datos personales del alumno y los elementos de gamificación.

Desarrollo del sistema integral

Primero se diseñó la base de datos del alumnado: se creó una base de datos del alumnado en el Sistema Gestor de Base de Datos MYSQL, utilizando PHPmyAdmin.

Desarrollo de la aplicación móvil: esta aplicación se desarrolló utilizando el entorno de desarrollo Unity. De la figura 2 a 5 se presentan algunas de las pantallas más representativas. En la Figura 2 se muestra el menú principal de la aplicación.



Figura 2 Menú principal de la aplicación móvil.

CAPITULO VIII

Si el usuario elige “Iniciar”, se presenta un universo basado en el antiguo Egipto, en el cual el jugador busca llegar a las pirámides del desierto y revelar los secretos que hay dentro de ellas, para lograrlo deberá resolver una serie de acertijos que serán precisamente problemas de matemáticas, cada acertijo será más complicado que el anterior, esto se muestra en la Figura 3.



Figura 3 Universo del antiguo Egipto.

En la Figura 4 se muestra una pregunta de la sección de la trivia, si la respuesta es correcta se ilumina el botón seleccionado en color verde; si la respuesta seleccionada es incorrecta, el botón seleccionado se ilumina en color rojo y se manda retroalimentación, tal como lo indica la gamificación.



Figura 4 Presentación de una respuesta correcta.



Figura 5 Presentación de una respuesta incorrecta.

CAPITULO VIII

Desarrollo del sitio web: el sitio se desarrolló utilizando el lenguaje de programación PHP. Se optó por usar palabras e imágenes graciosas para llamar la atención del alumnado, se usaron videos de terceros para el aprendizaje, ya que hay que recordar que la gamificación no es solo jugar, sino que es un método para obtener resultados favorables. De la figura 6 a 8 se presentan algunas de las pantallas más representativas. En la Figura 6 se muestra la interfaz principal del sitio web.



Figura 6 Intefaz principal del sitio web

En la Figura 7 se muestra la interfaz de la sección de aprendizaje con videos.

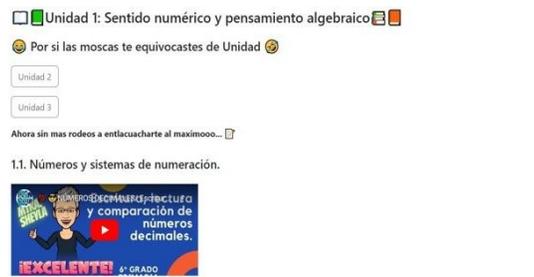


Figura 7 Interfaz de la sección de aprendizaje con videos

En la Figura 8 se visualiza uno de los cuestionarios que se utilizan en el sitio web.

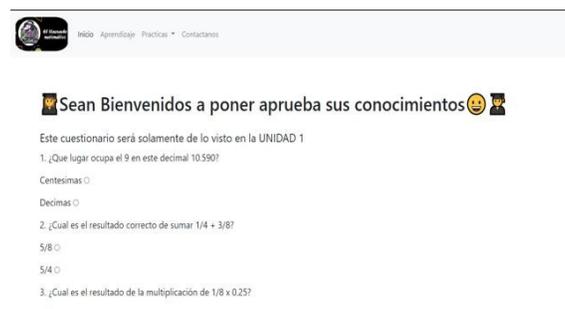


Figura 8 Cuestionario desde el sitio web

Evaluación del sistema integral.

Se realizó un experimento de evaluación basándose en la Metodología de Aceptación de la Tecnología — TAM, para conocer las percepciones del sistema integral en base a los factores de utilidad, facilidad de uso e intención de uso. Para la evaluación, se trabajó con 50 niños y niñas de sexto grado de primaria y con 4 docentes que les imparten clases.

Primeramente, se les proporcionó una capacitación sobre el uso de la aplicación móvil y el sitio web. Al finalizar las actividades se aplicó una encuesta evaluativa de la aplicación a cada participante, con una duración aproximada de 10 minutos. Las respuestas de cada una de las preguntas se realizaron con una escala Likert de 5 niveles (completamente de acuerdo, de acuerdo, neutral, en desacuerdo, completamente en desacuerdo), se eligió la escala Likert por ser una de las herramientas más utilizadas por los investigadores cuando desean evaluar las opiniones y actitudes de una población o muestra seleccionada.

RESULTADOS

Los resultados de las encuestas se capturaron en el software estadístico SPSS. A continuación, se presentan los resultados de cada factor evaluado.

Resultados por parte del alumnado.

En las Figuras 9 y 10 se presentan los gráficos de la evaluación realizada por el alumnado participante, respecto al sitio web para el factor de utilidad se obtuvo un promedio de 4.56, para el factor de facilidad de uso un promedio de 4.74 y para el factor de intención de uso un promedio de 4.84, mientras que, respecto a la aplicación móvil para el factor de utilidad se obtuvo un promedio de 4.88, para el factor de facilidad de uso un promedio de 4.93 y para el factor de intención de uso un promedio de 4.79, los cuales hacen referencia a que se encuentran en el rango de 4 (de acuerdo) y 5 (totalmente de acuerdo), con coeficientes de variación relativamente bajos respecto al promedio, por lo cual podría decirse que de manera general el alumnado considera útil, fácil de usar y tienen la intención de usar el sitio web y la aplicación móvil como herramientas de apoyo para aprender matemáticas. También, se puede observar en los gráficos que el alumnado tiene mayor preferencia por la aplicación móvil que por el sitio web, es importante resaltar que la facilidad de uso de la aplicación móvil alcanzó un promedio de 4.93, casi llegando a 5 que es el máximo.

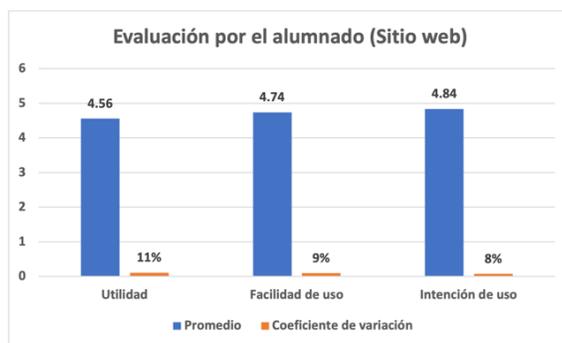


Figura 9 Estadísticos de evaluación por parte del alumnado respecto al sitio web.

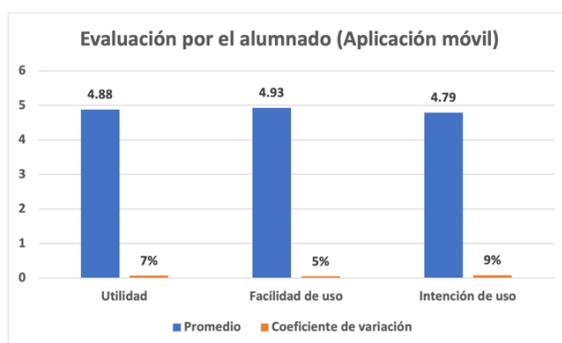


Figura 10 Estadísticos de evaluación por parte del alumnado respecto a la aplicación móvil.

Resultados por parte de los docentes.

En la Figura 11 y 12 se presentan los gráficos de la evaluación realizada por los 4 docentes participantes, respecto al sitio web para el factor de utilidad se obtuvo un promedio de 4.95, para el factor de facilidad de uso un promedio de 4.9 y para el factor de intención de uso un promedio de 4.95, mientras que respecto a la aplicación móvil para el factor de utilidad se obtuvo un promedio de 4.59, para el factor de facilidad de uso un promedio de 4.11 y para el factor de intención de uso un promedio de 4.74, los resultados también hacen referencia a que se encuentran en el rango de 4 (de acuerdo) y 5 (totalmente de acuerdo), con coeficientes de variación pequeños respecto al promedio, por lo cual podría decirse que de manera general los docentes consideran útil, fácil de usar y tienen la intención de usar el sitio web y la aplicación móvil como herramienta de apoyo para enseñar matemáticas. Es importante resaltar que, de acuerdo con los gráficos, los docentes tienen mayor preferencia por el sitio web que por la aplicación móvil.

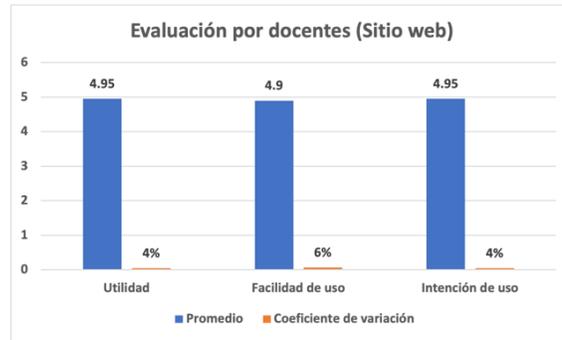


Figura 11 Estadísticos de evaluación por parte de los docentes respecto al sitio web.

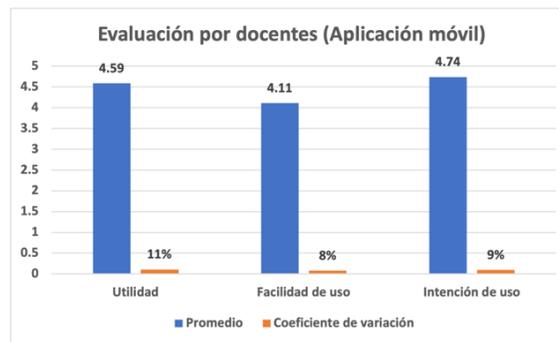


Figura 11 Estadísticos de evaluación por parte de los docentes respecto a la aplicación móvil.

CONCLUSIONES

Se desarrolló y evaluó un sistema integral (sitio web y aplicación móvil) con gamificación para el aprendizaje de matemáticas en sexto grado de primaria utilizando Unity, Vuforia, el lenguaje PHP y una base de datos de información del alumnado. De acuerdo con la evaluación en cuanto a los factores de utilidad, facilidad de uso e intención de uso, los resultados fueron alentadores por lo que podría decirse que el sistema integral puede contribuir como herramienta de apoyo en el aprendizaje de las matemáticas.

Es importante mencionar que los resultados presentados en esta investigación son de una evaluación realizada durante una prueba piloto en una sesión de uso tanto del alumnado como de los docentes, por lo cual se recomienda que el experimento de evaluación se realice en un periodo largo de tiempo.

BIBLIOGRAFÍA

- Capell, N., Tejada, J. y Bosco, A. Píxel-Bit. (2017). Revista de Medios y Educación. N° 51 Julio 2017. ISSN: 1133-8482. e-ISSN: 2171-7966. doi:<http://dx.doi.org/10.12795/pixelbit.2017.i51.09>. Sitio web:<https://www.redalyc.org/pdf/368/36853361010.pdf>
- García-Lázaro, I. (2019). Escape Room como propuesta de gamificación en educación. Revista Educativa HEKADEMOS, (27), 71-79. Sitio Web: <https://hekademos.com/index.php/hekademos/article/view/17>
- García-Caro, I. (2020). Mobile Learning y gamificación en el área de matemáticas en 6º grado de primaria. Tesis de Maestría, Universidad Internacional de la Rioja, España. Sitio Web: <https://reunir.unir.net/handle/123456789/10606>
- García-Puig, M.E. (2019). Gamificación aplicada a la Educación para la Salud de adolescentes con el diagnóstico de Diabetes Mellitus tipo 1, Tesis doctoral, Universidad de Valencia, Facultad de Enfermería y Podología, España, 2019. <https://roderic.uv.es/bitstream/handle/10550/71696/Tesis%20Elena%20Garcia.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Holguin, J., Taxa, F., Flores, R., y Olaya, S. (2020) Proyectos educativos de gamificación por videojuegos: desarrollo del pensamiento numérico y razonamiento escolar en contextos vulnerables. EDMETIC, Revista de Educación Mediática y TIC, 9(1), 80-103 doi: <https://doi.org/10.21071/edmetic.v9i1.12222>
- INEE. (2018). Plan Nacional Para la Evaluación de los Aprendizajes. Ciudad de México: Textos de Divulgación. <https://www.inee.edu.mx/evaluaciones/planea/resultados-planea/>.
- Kruchten, P (2004) The Rational Unified Process: An Introduction, Addison-Wesley, Upper Saddle River, NJ.
- Macías-Espinales, A.V. (2017). La Gamificación como estrategia para el desarrollo de la competencia matemática: plantear y resolver problemas. Trabajo final para la obtención del título de Magíster en Tecnología e Innovación Educativa. Universidad Casa Grande. Departamento de Posgrado, Guayaquil. 156 p.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura(UNESCO) (2020). Impacto de covid-19 en educación. Recuperado de <https://es.unesco.org/covid19/educationresponse>
- Pressman, R. S. (2010). Ingeniería del Software: un enfoque practico (7a. ed.). Madrid: McGraw-Hill Interamericana.
- Pinzón-Muñoz, M.P. (2021). Diseño de una aplicación móvil como estrategia de gamificación en la educación para la salud oral de niños escolares fase I, Tesis de grado de Odontología, Universidad del Bosque, Colombia, 2021. <https://repositorio.unbosque.edu.co/handle/20.500.12495/5955>
- Teixes, F. (2015). Gamificación Motivar jugando. Barcelona: UOC. Villarroel, R., Santa María, H., Quispe, V., & Ventosilla, D. (2021). La gamificación como respuesta desafiante para motivar las clases en educación secundaria en el contexto de COVID-19. Revista Innova Educación, 3(1), 6-19. <https://doi.org/10.35622/j.rie.2021.01.001>

Impactos del desarrollo turístico en Xul-ha, Quintana Roo

Jacqueline Ganzo Olivares^a, Luis Germán Sánchez Méndez^a, Nancy
Angelina Quintal García^a

^aUniversidad Autónoma del Estado de Quintana Roo

Autor de correspondencia: luis.sanchez@uqroo.edu.mx

RESUMEN

El turismo es una actividad que todas las personas pueden realizar de manera libre en sus diferentes modalidades, y cambia de acuerdo con las necesidades y motivaciones de cada individuo, sin embargo, a pesar de existir diferentes puntos de vista a veces no se considera la percepción de las personas receptoras que habitan en estos espacios tienen sobre dicha actividad, y de qué manera se están preservando los recursos de los cuales disfrutaban los turistas y las empresas.

En la presente investigación el tema central fue el enfoque relacionado a los efectos que tiene el turismo al establecerse en un espacio determinado, donde el objetivo fue analizar los impactos del desarrollo turístico dentro de una comunidad, específicamente en Xul-Ha, población que se encuentra en el municipio de Othón. P. Blanco, al sur del Estado de Quintana Roo, México. Esto, debido al continuo crecimiento de la actividad turística donde se ha identificado una problemática desde las particularidades sociales y ambientales.

Para el cumplimiento cabal del proceso determinado en la investigación, se empleó un enfoque mixto para la determinación cualitativa y cuantitativa, donde se abordaron diversos discursos de sujetos de estudio que habitan en el entorno lo cual, permitió identificar que debe de establecerse un turismo con enfoque sustentable, comunitario y natural como lo es el turismo alternativo.

Palabras clave: Turismo, sustentabilidad, recursos naturales, desarrollo comunitario.

INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años, en la comunidad de Xul-Ha localizada en el sur del estado, dentro del municipio de Othón P. Blanco, se ha identificado un continuo incremento de la actividad

CAPITULO IX

turística debido al desarrollo de servicios de alojamiento y restaurantes, esto principalmente por la laguna que representa un gran atractivo natural, cabe resaltar que esta forma parte del sistema lagunar de Bacalar, está situación, ha incidido en el aumento de la privatización de espacios libres para la comunidad residente a lo largo del litoral, creando disconformidad entre los pobladores, las autoridades y propietarios de los establecimientos que son indiferentes ante la situación, además se desconoce quiénes son los sujetos que han vendido los espacios públicos.

Por lo anterior, la comunidad ha tenido que realizar manifestaciones, y recurrir a diferentes sitios Web de noticias y medios de comunicación en redes sociales para dar a conocer el caso desde el punto de vista de los pobladores, no obstante, no se les ha brindado una solución por parte de la autoridad correspondiente, que le brinde un seguimiento a la problemática.

Los principales afectados son los habitantes de la comunidad, que paulatinamente han sido desplazados de la laguna y en un futuro se generarían consecuencias irreversibles. En el aspecto social, la imposibilidad de acceder libremente a espacios de la laguna sin pagar por ello, lo que disminuiría las visitas por parte de la comunidad al recurso, en el ambiental, especialmente la contaminación del recurso natural, ya que se desconoce si los establecimientos mencionados cuentan con una planificación turística para no generar impactos negativos.

El autor Castillo reafirma lo siguiente:

Recientemente, el sistema lagunar, principalmente en Bacalar, ha sido objeto de creciente interés por su elevado potencial ecoturístico y científico, debido a la presencia de microbialitas (trombolitos y estromatolitos). Sin embargo, las actividades turísticas y agrícolas circundantes representan potenciales riesgos de contaminación que ameritan atención. El lago está a punto de convertirse en uno de los lagos más amenazados del mundo. Recientemente descubierto por la industria del turismo, la construcción de nuevos alojamientos se está acelerando rápidamente, sin embargo, no hay esfuerzos concomitantes para la protección ambiental. (2017, p.35).

En el caso de Bacalar, que se encuentra a solo 15 minutos de distancia de la comunidad

CAPITULO IX

de Xul-Ha, hoy en día presenta un impacto negativo en su comunidad y alrededores, puesto que se ha privatizado su litoral por diversas empresas turísticas extranjeras con el fin de generar un ingreso, los espacios de libre acceso para los pobladores se han reducido notablemente, además la llegada masiva de turistas ha generado contaminación en su Laguna, provocado una pérdida de su estado original.

Par el caso que nos ocupa, resulta fundamental identificar factores definitorios del turismo. Al respecto, debe decirse que el turismo a lo largo del tiempo ha sido catalogado como una fuente de ingreso para los destinos que cuentan con variedad de recursos naturales/culturales, visto como opción de desarrollo de estos en cuanto a infraestructura, mejora de calidad de vida por la urbanización que origina, sin embargo, la sociedad carece de conocimiento en cuanto a lo que realmente es la actividad turística.

Las definiciones del turismo son muy variadas, sin embargo, coinciden en el entendido de aspectos socioeconómicos. En relación con ello, a través de la historia se ha manifestado que el turismo se considera como: “Desplazamientos cortos y temporales de la gente hacia destinos fuera del lugar de residencia de trabajo, y las actividades emprendidas durante la estancia en esos destinos”. (Burkat y Medlik, 1981, como se citó en Buhalis etc al. 2018, p.45)

El concepto anterior se ha establecido como uno de los básicos y ha evolucionado a lo largo de los años, por lo que la actualidad se consideran otros aspectos importantes, como el tiempo de viaje, motivaciones de este, el tipo de actividades que realizar, además de las tipologías.

La OMT que lo define como: “El turismo comprende las actividades que realizan las personas durante sus viajes y estancias en lugares distintos al de su entorno habitual, por un período de tiempo consecutivo inferior a un año con fines de ocio, por negocios y otros” (1994, citado por Buhalis et al. 2018, p.46). Dicho fenómeno, se distingue de cuatro elementos básicos de acuerdo con Buhalis, (2018) y otros autores:

La oferta: Conjunto de consumidores, o posibles consumidores de bienes y servicios turísticos.

La demanda: Conjunto de productos, servicios y organizaciones involucrados activamente en la experiencia turística.

CAPITULO IX

El espacio geográfico: Base física donde tiene lugar la conjugación o encuentro entre la oferta y demanda, en donde se sitúa la población residente, que bien si no es la misma un elemento turístico, se considera importante factor de cohesión o disgregación, según se haya tenido en cuenta o no la hora de planificar la actividad turística.

Los operadores de mercado: Aquellas empresas y organismos cuya función principal es facilitar la interrelación entre la oferta y demanda. Entran en consideración las agencias de viaje, las compañías de transporte regular y aquellos organismos públicos y privados que, mediante su labor profesional, son artífices de la ordenación y/o promoción del turismo. (2018, p.47)

Estos siendo de suma importancia, debido a que se complementan para el desarrollo del turismo en los diversos destinos.

Ante la expansión del turismo en la vida diaria se puede llegar a definir como una serie de actividades que quiere realizar o que va a realizar el turista, también se puede decir que el turista puede llegar a viajar de manera express para realizar dicha actividad. Es por esto que las actividades pueden ser muy diferentes, según donde vaya la persona o que actividad se pueda realizar en el destino donde desea viajar.

Turismo masivo.

De acuerdo con Acerenza, menciona que el turismo masivo es:

Recibe esta denominación por el volumen de turistas que participan en él y el alto grado de concentración espacial que caracteriza a la actividad turística en el lugar de destino, la cual puede llegar a superar, en muchos casos, la capacidad soportante de los recursos naturales o culturales allí existentes. (2010).

En cuanto a lo que menciona este autor, esta tipología de turismo, es la que más se desarrolla en los espacios.

Ante esto Gordon menciona que:

El enorme aumento del turismo desde finales del siglo XX ha llevado a que algunos observadores lo hayan calificado como «turismo de masas», Como

término, «turismo de masas», se popularizó entre los años 1950 y 1970 cuando los turistas internacionales doblaban en número cada siete años, Una mirada en perspectiva sobre la historia del turismo, sin embargo, nos muestra que el turismo del siglo veinte tiene un largo alcance y que el uso del término «masas» para describirlo es problemático. (Gordon, 2002, p.125)

Este tipo de turismo es también llamado turismo convencional y es realizado en grandes cantidades de gentes, pues se mantiene predominante entre los individuos que realizan viajes sin importar el gasto que este conlleva.

Teniendo en cuenta al autor Acerenza sobre los efectos negativos enfatiza lo siguiente:

No hay dudas de que el turismo masivo descontrolado ha tenido efectos negativos sobre el medio ambiente en muchos destinos turísticos, pero dichos efectos no pueden ser atribuidos al turismo ni a los turistas, sino al modelo de desarrollo turístico de “rentabilidad económica” que adoptaron las autoridades de los propios países para obtener del turismo sólo beneficios económicos, sin considerar los efectos sociales y culturales asociados a ese modelo de desarrollo, ni los posibles impactos ambientales resultantes de la destrucción de los ecosistemas como consecuencia del uso descontrolado de los recursos naturales. (2010. parr.9)

A pesar de que en muchos países perciben los impactos negativos del turismo de masas en los destinos de mayor afluencia directamente en los recursos naturales y culturales, este sigue desarrollándose sin interrupción, debido a que las grandes empresas se benefician del mismo sin pensar en las consecuencias a largo plazo.

Turismo sostenible.

El turismo sostenible es definido como “todas las formas de desarrollo turístico, gestión, y actividad que mantienen la integridad ambiental, social y económica, así como el bienestar de los recursos naturales y culturales a perpetuidad “(Federación de Parques de Nacionales y Naturales, 1993, citado por Blasco, 2005).

Esta es una forma viable de generar la actividad turística dentro de los destinos, donde diferentes factores son contemplados y no se genera un impacto negativo significativo.

De acuerdo con Blasco (2005), en la mayoría de las definiciones se menciona lo siguiente:

CAPITULO IX

- Sostenibilidad ecológica. Es decir, que el desarrollo del turismo no cause cambios irreversibles en los ecosistemas de los diferentes destinos.
- Sostenibilidad social. Refiriéndose a la capacidad de una comunidad para absorber el turismo.
- Sostenibilidad cultural. Una comunidad ha de ser capaz de retener o adoptar sus propias características culturales distintivas ante la cultura del turista.
- Sostenibilidad económica. Que asegure el nivel de ganancia económica que requiere el sector, para que sea viable. (p.1).

Se busca el beneficio de las partes involucradas, tanto la comunidad, el cuidado del medio ambiente y un ingreso por parte de los establecimientos turísticos.

Blasco (2005), menciona algunos de los beneficios identificados en el desarrollo del turismo sostenible como:

- Facilita la comprensión de los impactos que genera el turismo en el medio natural, cultural y humano.
- Asegura un adecuado equilibrio entre beneficios y costos.
- Genera empleo local de manera directa en el sector servicios.
- Estimula la rentabilidad de las industrias domésticas locales.
- Genera entrada de divisas en el país e inversiones en la economía local.
- Diversifica la economía local, particularmente en áreas rurales donde el empleo agrario puede ser esporádico e insuficiente.
- Procura el entendimiento y la toma de decisiones entre todos los colectivos sociales para su coexistencia con otros recursos.
- Incorpora una planificación que asegura un desarrollo turístico adecuado a la capacidad de carga del ecosistema.
- Estimula la mejora de los transportes locales, las comunicaciones y las infraestructuras básicas.
- Oferta actividades que pueden ser disfrutadas tanto por la comunidad local como por los turistas.
- Ayuda a la preservación del patrimonio histórico y cultural. (p.5)

Teniendo en consideración la importancia del desarrollo turístico de manera sostenible se puede interpretar de una manera amplia de la cual cuenta con una rentabilidad y entendimiento.

Turismo Alternativo.

Entre las variadas tipologías de la actividad turística, se encuentra una del Turismo Alternativo, enfocada en la conservación de la naturaleza y preservación de la cultura, buscando el disfrute del turista principalmente mediante actividades que no afecten en gran medida los recursos que se encuentran en el entorno, la Secretaría de Turismo (SECTUR, 2002) lo define como:

Los viajes que tienen como fin el realizar actividades recreativas en contacto directo con la naturaleza y las expresiones culturales que le envuelven, con una actitud y compromiso de conocer, respetar, disfrutar y participar en la conservación de los recursos naturales y culturales. (p.15)

Con base a ello se ha dividido en tres segmentos diferentes, donde destaca el contacto directo con la naturaleza y expresiones de carácter cultural, a continuación se presentan estas: Ecoturismo: “Aquellos viajes que tienen como fin el realizar actividades recreativas de apreciación y conocimiento de la naturaleza a través del contacto con la misma” (SECTUR, 2002, p.17). Asimismo, algunas de las actividades que se pueden realizar y son clasificadas como ecoturismo son la observación de flora y fauna, senderismo interpretativo, safari fotográfico, talleres de educación ambiental entre otros, además de que se puede llevar a cabo por un gran segmento de personas, siendo desde niños hasta personas de la tercera edad, debido al bajo esfuerzo físico que se emplea en las mismas.

Turismo de aventura: “Los viajes que tienen como fin el realizar actividades recreativas deportivas, asociadas a desafíos impuestos por la naturaleza”. (SECTUR, 2002, p.19). Así pues, las actividades que se realizan y son clasificadas como turismo de aventura se dividen en tres elementos, primeramente, en agua se desarrolla el kаяquismo, pesca recreativa, buceo libre y descenso en ríos, después en tierra, rappel, cabalgata, ciclismo de montaña y escalada y posteriormente en aire el vuelo en globo, parapente y paracaidismo, por mencionar algunos. A diferencia del ecoturismo, el de aventura es para un público reducido por la dificultad y mayor esfuerzo físico que se necesita en cada una de las actividades.

Turismo rural.

“Los viajes que tienen como fin el realizar actividades de convivencia e interacción con una comunidad rural, en todas aquellas expresiones sociales culturales y productivas cotidianas

de la misma” (SECTUR, 2002, p.23).

Dentro de las actividades que se realizan y son clasificadas como turismo rural, se encuentran los talleres artesanales, agroturismo, vivencias místicas, fotografía rural y preparación y uso de medicina tradicional por mencionar algunos, en este segmento el turista se adapta al estilo de vida de la comunidad y se vuelve parte de ella.

METODOLOGÍA

A continuación, se describe la metodología con respecto a la investigación “Impactos del Desarrollo Turístico en la Comunidad de Xul-Ha, Quintana Roo” mostrando el contenido de forma resumida, se describen los aspectos abordados a lo largo de la investigación, los instrumentos para formular los resultados y su análisis. La metodología que se utiliza es hecha por el autor Pairumani Ajacopa.

De acuerdo con Balestrini el menciona lo siguiente:

El marco metodológico está referido al conjunto de procedimientos lógicos, tecno-operacionales, implícitos en todo proceso de investigación, con el objeto de ponerlos de manifiesto y sistematizarlos; a propósito de permitir descubrir y analizar los supuestos del estudio y de reconstruir los datos, a partir de conceptos teóricos convencionalmente operacionalizados. (2006, p.125 citado por Consuelo, 2011)

En otras palabras, es el conjunto de pasos, procedimientos y técnicas que se emplean en un trabajo de investigación para formular y resolver problemas. Para ilustrar lo anterior, se comparte la Figura 1.

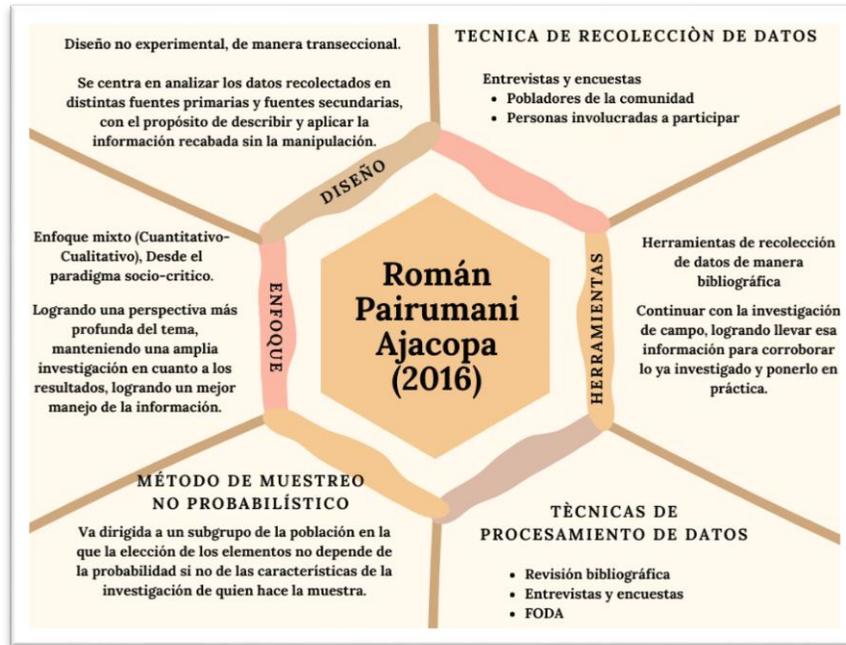


Figura 1. Esquema de metodología.

Dado que el objetivo del estudio será analizar los impactos socioambientales generados en la comunidad de Xul-Ha, Quintana Roo, por su incorporación en el turismo, se recurrió a un diseño no experimental, que se aplicará de manera de transeccional esto porque la investigación se centra en analizar los datos recolectados en distintas fuentes primarias y fuentes secundarias, con el propósito de describir y aplicar la información recabada. Desde el punto de vista de Hernández, Fernández y Baptista mencionan que “La investigación no experimental, consiste en estudios que se realizan sin la manipulación deliberada de variables y en los que sólo se observan los fenómenos en su ambiente natural para después analizarlos”. (2010, p.149 citado por Takarai, 2013, p.245).

El siguiente método se aplicó en la realización de las encuestas a los pobladores, como al delegado y comisariado de la comunidad, se decidieron aplicar las encuestas de manera digital, teniendo un control de la información, las preguntas se realizaron de manera personal, al ser una investigación no experimental no se realizó ningún tipo de impacto negativo en la comunidad. Así mismo, se utilizaron las herramientas de recolección de datos de manera bibliográfica, teniendo como principal investigar sobre los impactos que prevalecen en la comunidad, para así continuar con la investigación de campo, logrando llevar esa información para corroborar lo ya investigado y ponerlo en práctica.

CAPITULO IX

Huaire, señala que los distintos diseños de investigación transeccional “recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único. Su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado”. (2019, p.17).

En este sentido la investigación presentada demuestra una forma de recolectar información de manera pacífica, teniendo como objetivo la recolección de datos sin crear un impacto directo con la naturaleza, de una forma visual y de boca en boca, esta información se adquiere de los mismos pobladores, quienes se encuentran alrededor de la laguna, siendo esta la principal atracción de la comunidad.

Lo antes expuesto determina que la pesquisa se realizó bajo el planteamiento metodológico del enfoque mixto (Cuantitativo-Cualitativo).

Además, se desarrolló el paradigma socio-crítico. Teniendo en cuenta a Arnal, se reconoce que “adopta la idea de que la teoría crítica es una ciencia social que no es puramente empírica ni solo interpretativa; sus contribuciones, se originan “de los estudios comunicativos y de la investigación participante”. (1992, p.98, citado por Alvarado & García 2008, p.190).

Debe señalarse que se dio uso al método de muestreo no probabilístico, en el cual, de acuerdo con Gómez explica que “va dirigida a un subgrupo de la población en la que la elección de los elementos no depende de la probabilidad si no de las características de la investigación de quien hace la muestra”. (2017, p.24).

Puesto que se realizarán encuestas de manera directa con la población y personas involucradas en la laguna de Xul-Há. De la misma forma se solicitará a los pobladores su participación en la investigación, la muestra se conformará por aquellos que decidan participar en dicha encuesta.

Respecto a la muestra, se tomó en cuenta la población finita, la cual, está conformada por un número limitado de elementos, teniendo por expresado a todos los habitantes de la comunidad, logrando obtener un porcentaje de muestra finita para la aplicación de encuestas a distintos pobladores. Para su comprensión se comparte la Figura 2.

Figura 2. Formula de población finita.

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

Fuente: Elaborado por Bomba, F. (2018).

n = Tamaño de muestra buscado

Este contaría como el número de elementos o sujetos extraídos de la comunidad de Xul-Há.

N = Tamaño de Población o Universo

Son los individuos o elementos en los cuales se pueden presentar distintas características susceptibles al a ser estudiadas.

Z = Parámetro estadístico que depende el Nivel de Confianza (NC)

Es el nivel de confianza con el que se presenta la investigación, sería el grado de certeza (o probabilidad), este nivel de confianza lo agrega el investigador en porcentaje.

e = Error de estimación máximo aceptado.

El margen de error de muestreo aleatorio es el resultado de la elaboración de la investigación, de la misma manera el investigador asigna este resultado esto con el criterio de certeza que requerimos.

p = Probabilidad de que ocurra el evento estudiado (éxito)

Es la probabilidad de éxito, o proporción esperada, para la obtención de P se deben tener investigaciones pasadas.

q = (1-p) = Probabilidad de que no ocurra el evento estudiado

Mientras que existe la probabilidad de obtener un fracaso.

Ante esto se realizó el cálculo tamaño de muestra finita, obteniendo el siguiente resultado presentado en la Figura 3:

Figura 3. Cálculo de tamaño muestra infinita.

Parametro	Insertar Valor
N	2,341
Z	0.674
P	50.00%
Q	50.00%
e	3.00%

Tamaño de muestra

"n" =

119.78

Fuente: Elaboración propia con base a Bomba, F. (2018)

Ante la realización de la fórmula de muestra finita se enfocó en el tamaño de población (**N**) un total de 2,341 habitantes en la comunidad de Xu-Há, logrando un nivel de confianza (**Z**) del 50% el cual sería 0.674, mientras que en la probabilidad que ocurra el evento estudiado (**p**) se planteó el 50% contando también con el otro 50% en la otra probabilidad de que no ocurra el evento (**q**), por lo cual al margen de error (**e**) se pudo observar la obtención del 3.00%.

Esto teniendo por logrado un total del tamaño de muestra (**n**) de 119.78, el cual se cierra en 120 personas de la comunidad para realizar las encuestas de investigación.

OBJETIVO GENERAL

Analizar los impactos socioambientales generados en la comunidad de Xul-Há, Quintana Roo, generados por el desarrollo de la actividad turística.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Desarrollar una investigación que analice los impactos que conlleva la privatización la laguna desde la percepción de la comunidad.
- Reconocer quienes son los actores involucrados en repartir los espacios públicos.
- Identificar el impacto turístico en la laguna de acuerdo con la legislación ambiental, para su conservación.
- Describir la percepción de los residentes locales y su calidad de vida, puesto que es de utilidad para el diseño de políticas y planes de apoyo local para el desarrollo turístico donde haya una involucración interna y constante de los pobladores.

RESULTADOS

Como parte de la investigación se tomó en cuenta el perfil y comportamiento del turista, para conocer qué tipo de visitante se tiene en el área de estudio, no obstante, al no contar con datos directamente de Xul-Ha, se optó por un destino cercado a este, siendo la ciudad de Chetumal, Quintana Roo con datos de enero-marzo 2018, que son los más recientes.

Los turistas, “procedieron de México, sobresaliendo la Ciudad de México con un 67.4% y otros puntos de Quintana Roo, seguidos por Europa con un 15.8% del total”. (SECTUR, 2018, p.2). Además de contar con visitantes de Canadá, EUA destacando el estado de Washington y New York, América Latina y del resto del mundo.

Respecto al segmento de edad el “predominante fue de 20 a 39 años que concentra el 62.3% del total de turistas” (SEDETUR, 2018, p.2), por lo cual se mantiene un rango de gentes de jóvenes/adultos.

En cuanto a la estancia en el destino “los turistas que se hospedaron en Chetumal manifestaron una estancia de 7.2 días en la región, no solamente en Chetumal, si no que en varios destinos del sur de Quintana Roo, Belice e incluso Guatemala y Chiapas” (SEDETUR, 2018, p.2), de tal forma que estos podrían desplazarse brevemente a otros destinos turísticos en su estadía como Xul-Ha, Bacalar y Ribera del Río Hondo.

Por otra parte, en las actividades realizadas en su viaje, primeramente, se encuentran acuáticas con un 36.2%, después en naturaleza con 34%, siguiendo con zonas arqueológicas con 33% y cenotes y cavernas con 14.6%, lo que incide en actividades relacionadas al turismo alternativo.

Encuestas y entrevistas a la comunidad y personas involucradas.

Ante esto se procede a realizar una revisión minuciosa de la problemática en la comunidad de Xul-Ha, a través de encuestas a efectuar a los pobladores, esto con el propósito de lograr identificar su posición en cuanto al fenómeno identificado.

Para ello, se asignaron preguntas con respuestas alternas para facilitar la tabulación, logrando un ágil manejo de los datos. Se aplicación a gentes de un rango de edad de 30 años en adelante, puesto que son personas que llevan más tiempo viviendo en la

comunidad y han estado presentes en el cambio que esta ha tenido a través de los años, esto con el propósito de obtener información y resultados favorables.

Para la realización de las encuestas a la comunidad se partió de una prueba piloto, teniendo como objetivo determinar si la ejecución de cada pregunta y el proceso del censo eran los adecuados. De acuerdo con esto, se determinó la modificación de la muestra a un porcentaje menor, ya que un número mínimo de personas estuvieron interesadas en responderla.

Por otro lado, se contó con un formato de entrevista con preguntas abiertas para las autoridades de la comunidad, esto para mantener la opinión libre de los mismos.

Interpretación de resultados.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos luego del análisis de la información extraída del trabajo de campo en la comunidad de Xul-Há, iniciando con la entrevista al delegado y Comisariado Ejidal de la comunidad.

Entrevista al delegado.

El día 27 de noviembre del 2022 se realizó la entrevista al delegado el C. Rogelio Aguirre Arango, quien con 15 años de residencia en la comunidad decidió postularse a dicho cargo, con el objetivo de ayudar al pueblo a progresar, este desempeña actividades a su cargo como lo es mantener la compostura de la comunidad, en cuanto al alumbrado, pavimentación en la laguna y las calles de la población. Respecto a la actividad turística considera que Xul-Ha se ha vuelto un destino turístico y que este está generando beneficios positivos a la población, pues por la llegada de nuevos hoteles han incrementado los empleos para la comunidad, en cuanto a los procedimientos legales, reglamentos y presentación de permisos para el cuidado de la laguna y construcción de infraestructura turística, el delegado desconoce cuáles son los que se deben presentar, y expreso que a él, estos no le deben presentar alguno.

Por otro lado, menciono que en su mayoría las visitas son de turistas extranjeros con el interés de visitar la laguna, siendo este su principal atractivo. En cuanto a registros de las visitas de los turistas para conocer la afluencia de los mismos, dio a conocer que por el momento no cuentan con datos estadísticos de ello.

Entrevista al Comisariado Ejidal.

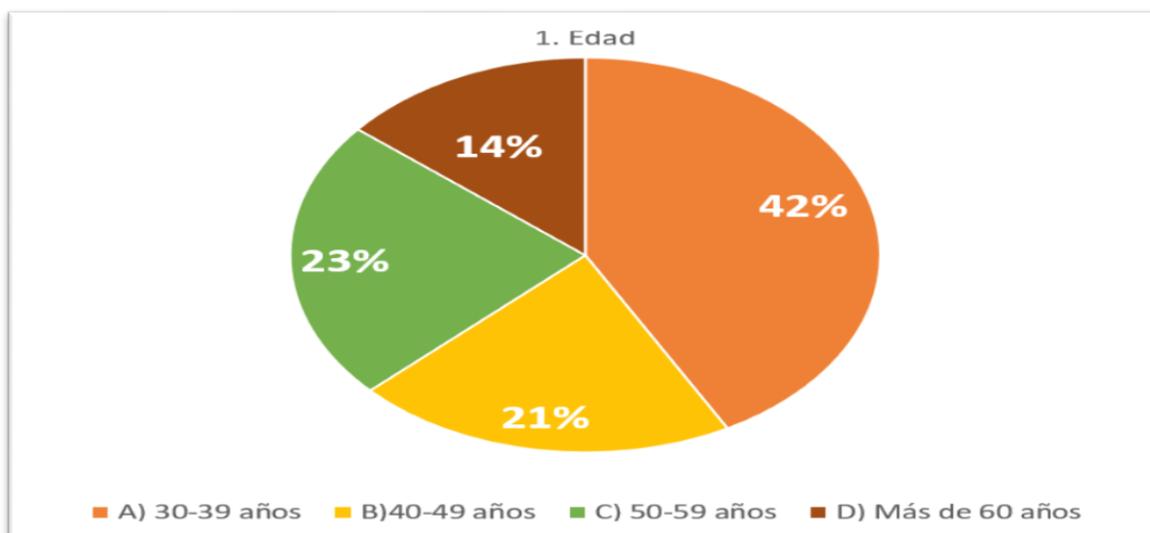
El día 09 de diciembre del 2022 se realizó la entrevista al Comisariado Ejidal el C. José Lauro Cantú Galindo, quien, teniendo 35 años de vivir en la comunidad, decidió postularse como una de las autoridades que representan tanto a la comunidad de Xul-Ha como a Juan Sarabia, esto con motivo de consolidar a los ejidatarios, entre las actividades que realiza se encuentra representar intereses jurídicos y económicos de los ejidatarios. En cuanto a la actividad turística, considera que la comunidad se ha logrado convertir en un sitio turístico debido a la llegada de turistas de diferentes destinos tanto nacionales e internacionales, que se interesan en conocer la laguna pues es su principal atractivo.

También, manifestó que existen aspectos negativos que han aumentado con el turismo resaltando que el principal es la inseguridad, sin embargo, que se encuentran más los beneficios positivos de esta actividad como son la mejora de la economía y el empleo para los campesinos.

Asimismo, dio a conocer que tiempo atrás se habían manifestado desacuerdos con la población por la actividad turística, y estos fueron atendidos, no obstante que la gran parte de la comunidad está de acuerdo con la llegada de esta. En cuanto a los permisos, el comisariado comenta que los procedimientos legales, reglamentos y presentación de permisos para el cuidado de la laguna y construcción de infraestructura turística, solo aplica para áreas de uso común, cuando es una propiedad privada no se le presenta ninguno. Finalmente, de acuerdo con las medidas que toman las empresas turísticas para el cuidado de la laguna menciona que se ve con las instituciones a cargo de ello, como SEMARNAT e instituciones externas, y no es una de las actividades que se encuentren a su cargo.

Encuesta de investigación dirigida a la comunidad de Xul-Ha.

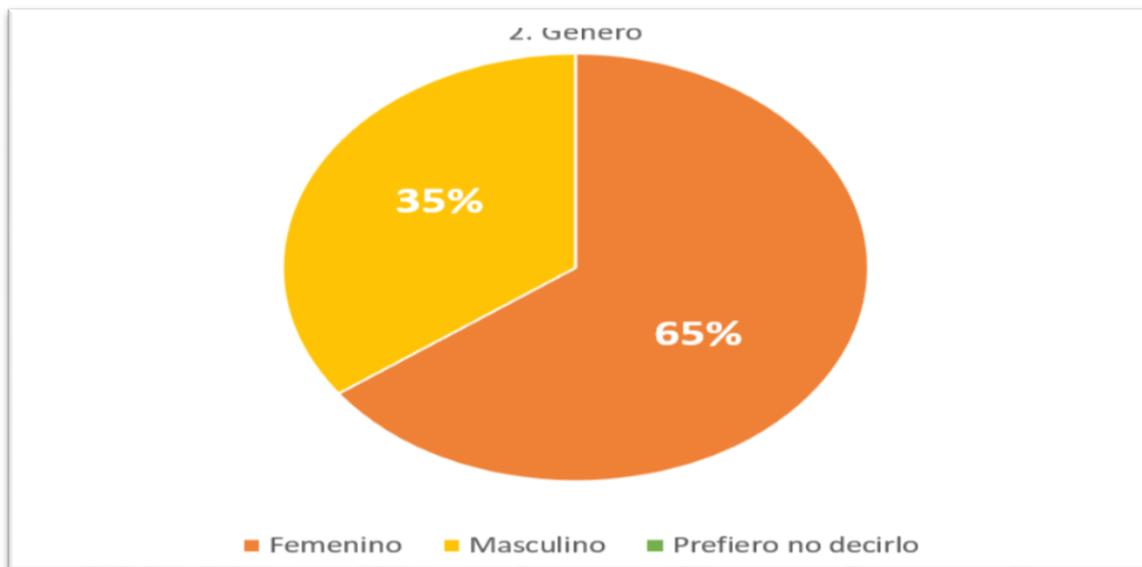
Las encuestas realizadas a pobladores de la comunidad de Xul-Ha, fueron presentadas de manera electrónica por medio la plataforma digital Forms, lo cual facilitó la recopilación de respuestas, en base a ello se obtuvieron las siguientes gráficas con los resultados: Gráfica 1. Edad.



En la Gráfica 1. Edad se observa que el 42% se encuentra en el rango de 30 a 39 años, 23% de 50 a 59 años, el 21% de 40 a 49 años y el 14% de más de 60 años.

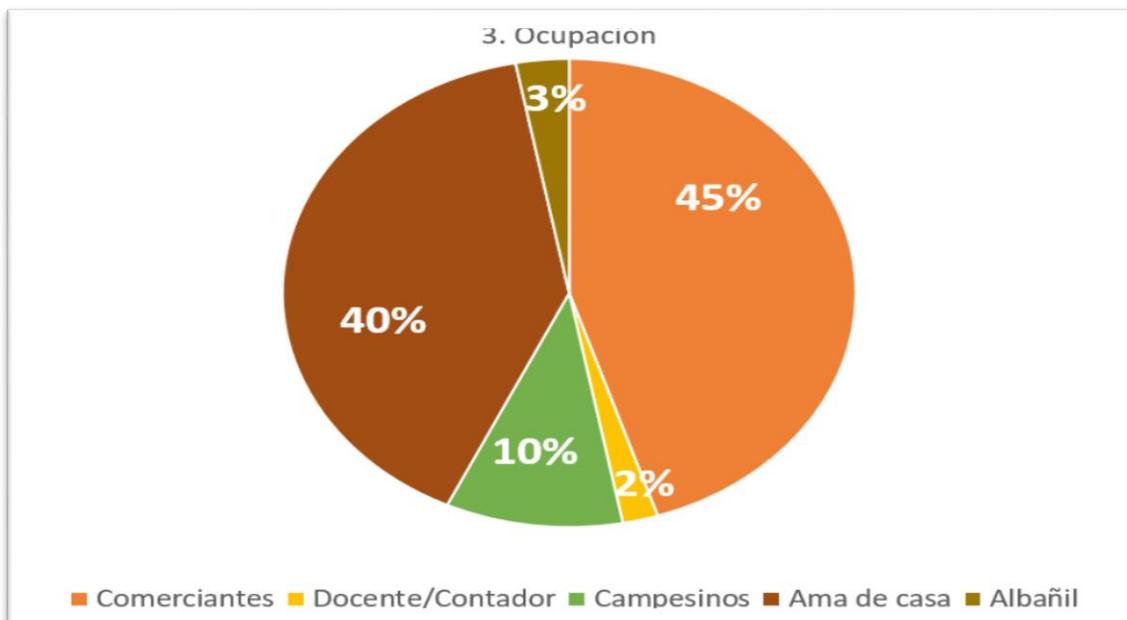
CAPITULO IX

Gráfica 2. Genero.



En la Gráfica 2. Genero se obtuvo el 65% femenino y el 35% masculino.

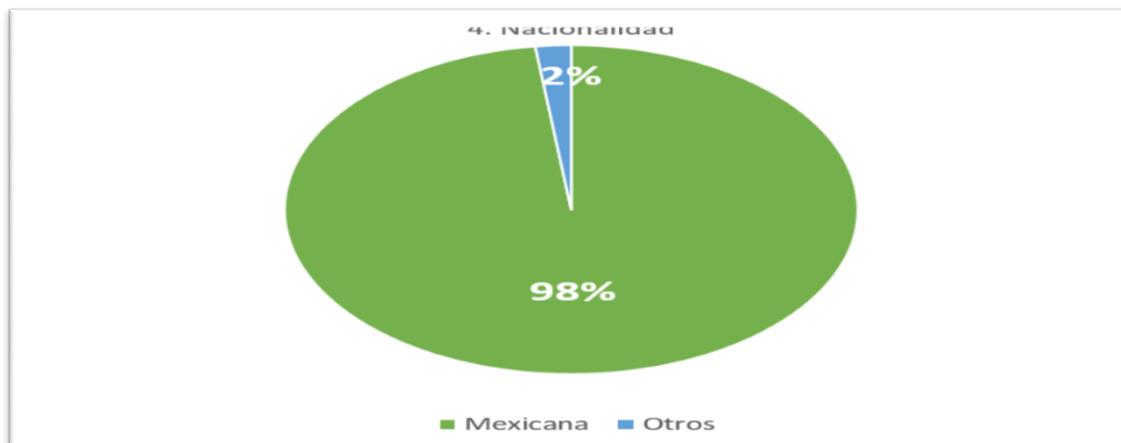
Gráfica 3. Ocupación.



En la Gráfica 3. Ocupación se observa 45% comerciantes, 40% amas de casa, 10%campesinos, 3% albañil y 2% docentes/contador.

CAPITULO IX

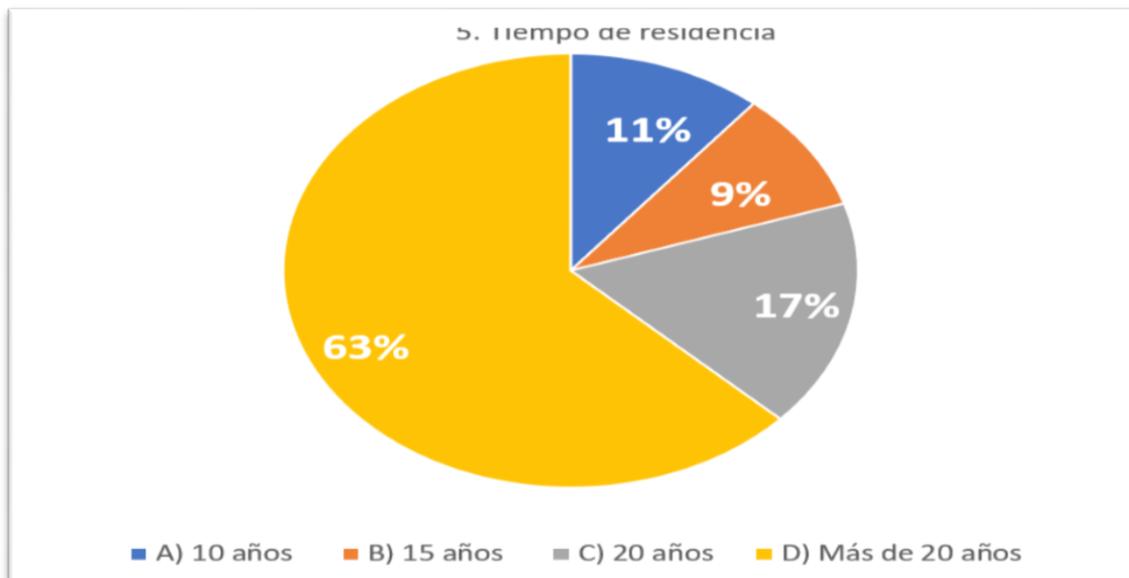
Gráfica 4. Nacionalidad.



En la Gráfica 4. Nacionalidad se observa el 98% mexicana y el 2% otros.

Gráfica 5. Tiempo de residencia.

¿Cuánto tiempo lleva viviendo en la comunidad de Xul-Há, Quintana Roo?

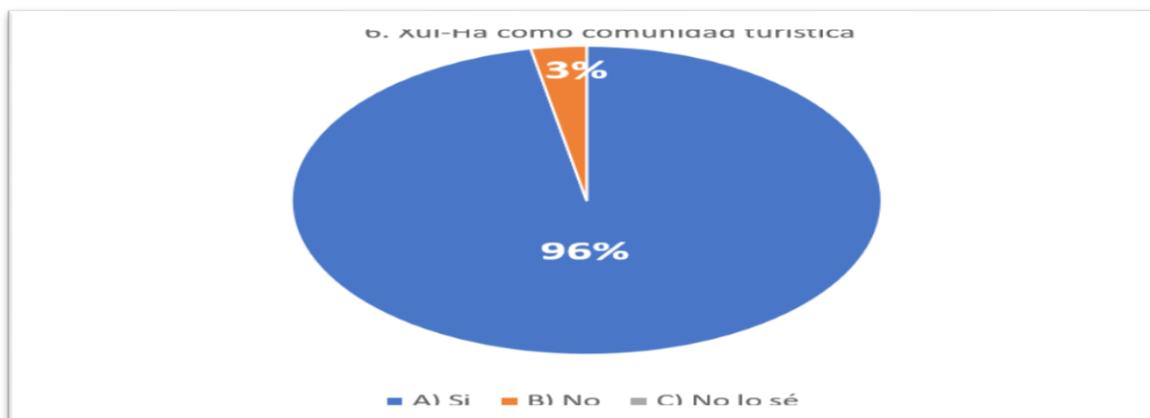


En la Gráfica 5. Tiempo de residencia se observa que el 63% más de 20 años, 17% 20años, 11% 10 años y el 9% 15 años.

CAPITULO IX

Gráfica 6. Xul-Ha como Comunidad Turística.

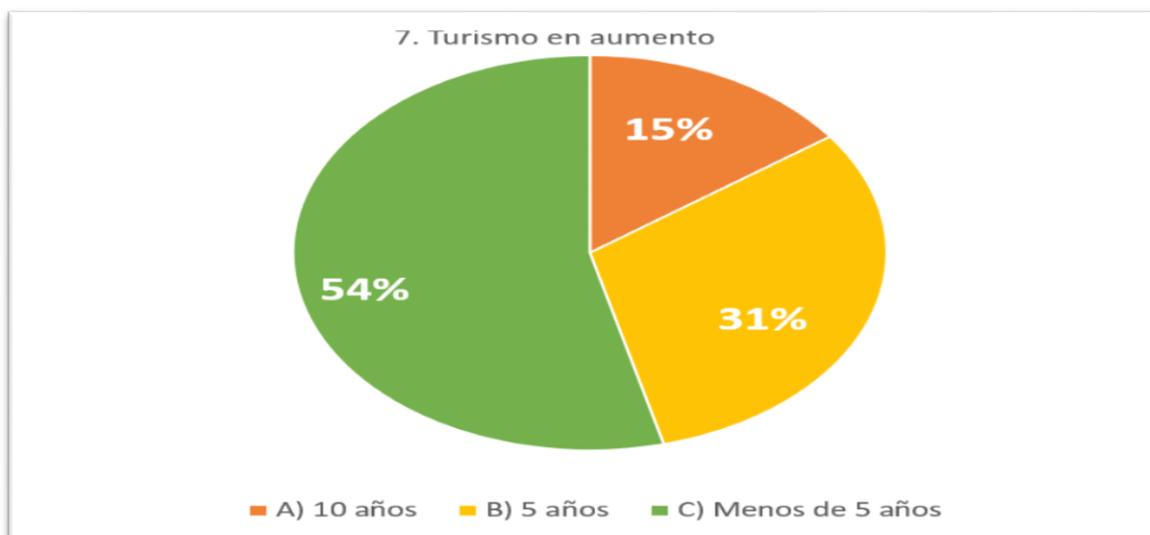
¿Considera que Xul-Ha se ha vuelto una comunidad turística?



En la Gráfica 6. Xul-Ha es considerada una comunidad turística se tiene que el 96% opinaron que Si, No 3% y No lo sé, el 1%.

Gráfica 7. Turismo en aumento.

¿Desde hace cuánto tiempo considera que el turismo ha aumentado en la comunidad?

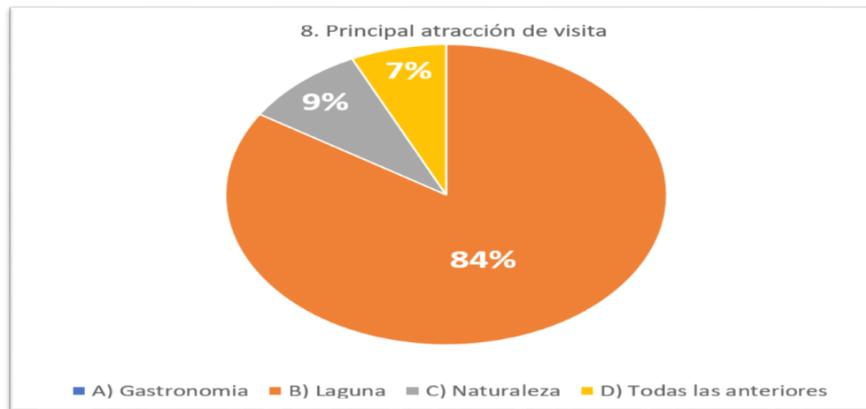


En la Gráfica 7. Turismo en aumento, se obtiene el 54% menos de 10 años, 31% 5 años y 15% 10 años.

CAPITULO IX

Gráfica 8. Principal atracción de visita.

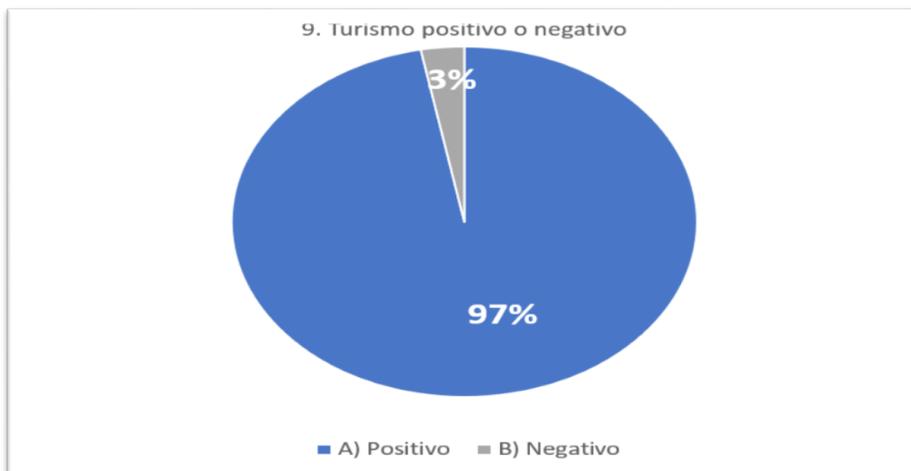
¿Cuál es la principal atracción de los turistas para visitar la comunidad?



En la Gráfica 8. Principal atracción de la comunidad se tiene el 84% laguna, 9% naturaleza y 7% todas las anteriores.

Gráfica 9. Turismo positivo o negativo.

¿Considera que el turismo es una actividad positiva o negativa para la comunidad?

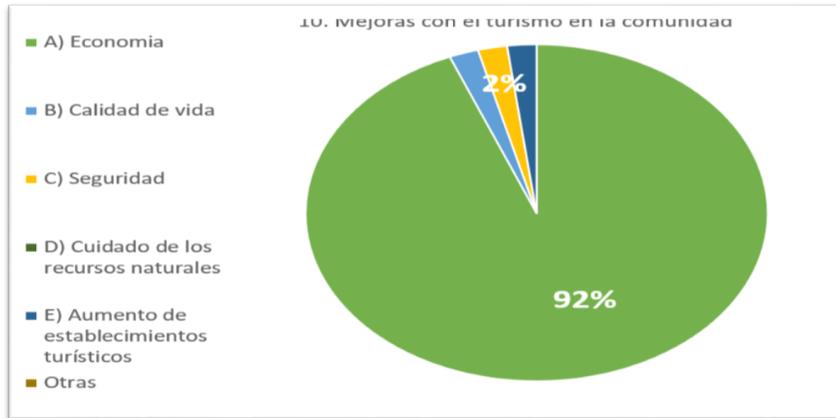


En la Gráfica 9. Turismo positivo o negativo se mantiene el 97% positiva y el 3% negativa.

CAPITULO IX

Gráfica 10. Mejoras con el turismo en la comunidad.

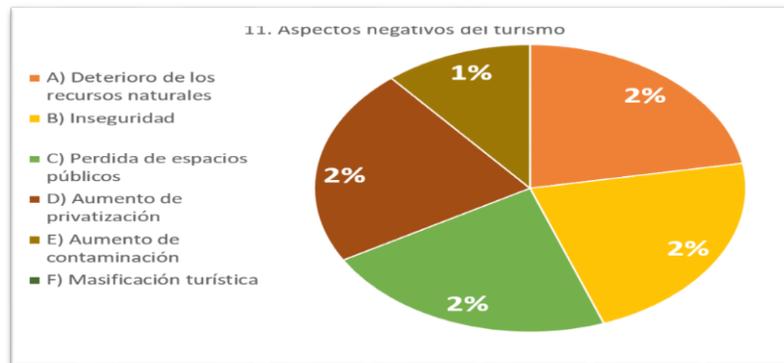
¿Qué aspectos considera que han mejorado con la llegada del turismo a la comunidad?



En la Gráfica 10. Mejoras con el turismo en la comunidad se obtuvo el 92% economía y 2% seguridad.

Gráfica 11. Aspectos negativos del turismo.

¿Qué aspectos considera negativos y han llegado o empeorado con la llegada del turismo a la comunidad?

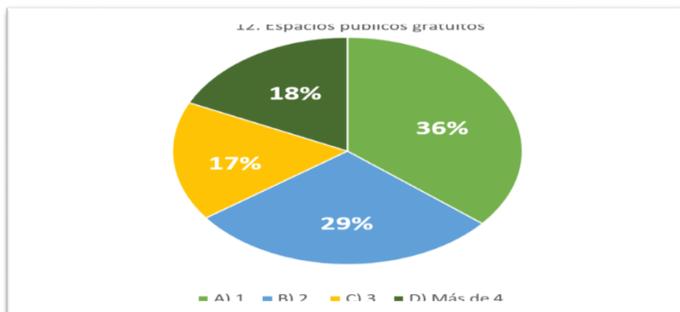


Para los aspectos negativos de la llegada del turismo, se podía responder. si la persona seleccionaba que considera al turismo como algo negativo, por lo que automáticamente lo mandaba a la siguiente pregunta. Obteniendo la participación de únicamente por 9 personas, con los siguientes resultados “deterioro de recursos naturales”, “inseguridad”, “perdida de espacios públicos”, “aumento de privatización” y “aumento de contaminación”

CAPITULO IX

Gráfica 12. Espacios públicos gratuitos.

¿Con cuántos espacios públicos cuentan para acceder a la laguna de manera gratuita los residentes de la comunidad?

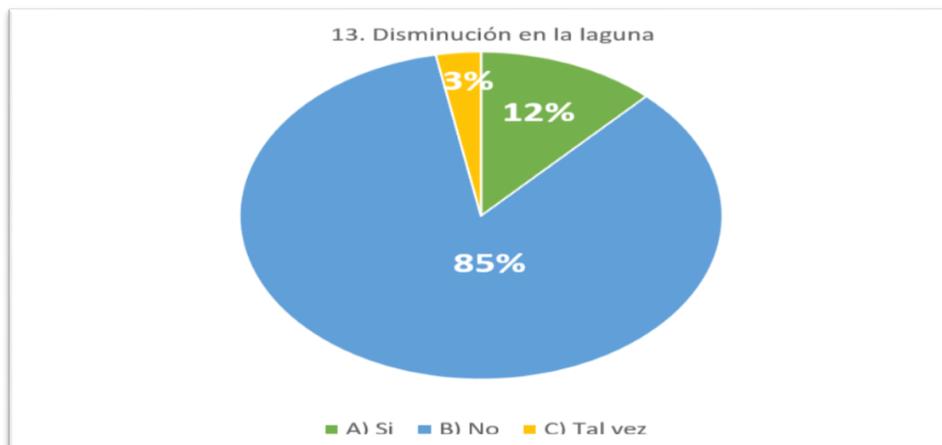


En la Gráfica 12. Espacios públicos gratuitos se observa el 36% 1, 29% 2, 18% con más de 4 y 17% 3.

Gráfica 13. Disminución en la laguna.

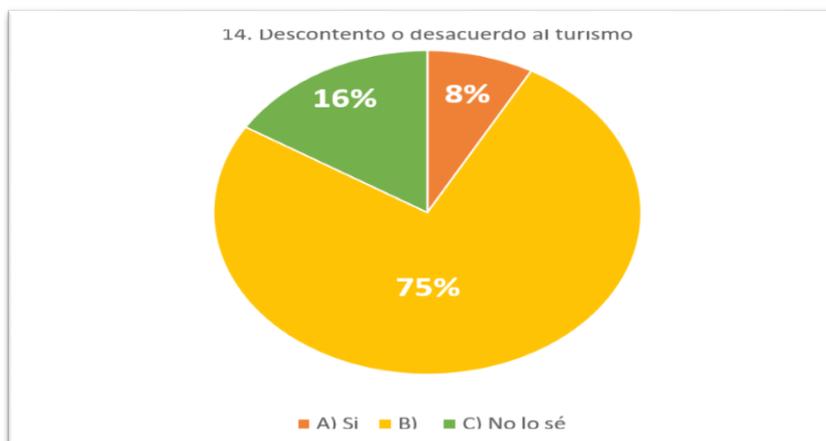
¿Considera que la llegada de los turistas y visita constante de estos a la laguna ha hecho que disminuya sus visitas personales a la misma?

En la Gráfica 13. Disminución de la llegada de visitantes a la laguna se tiene el 85% No, el 12% Si y el 3% Tal vez.



Gráfica 14. Descontento o desacuerdo al turismo.

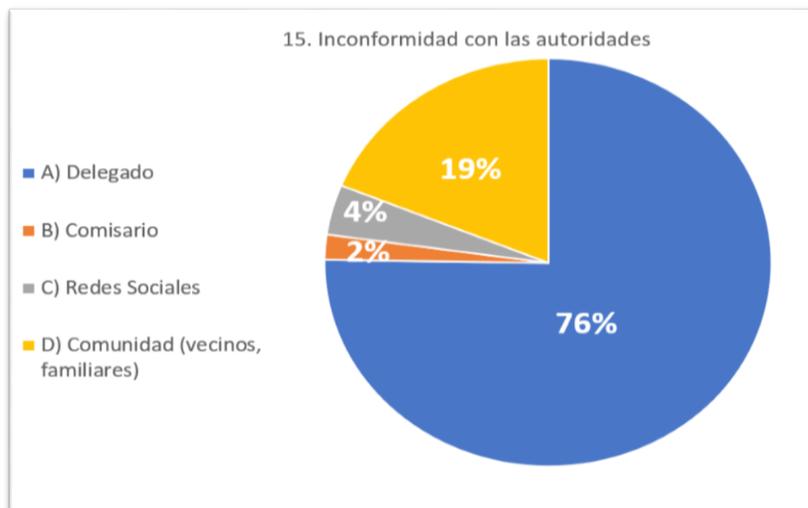
¿La comunidad ha presentado descontento o mostrado desacuerdo con el turismo?



En la Gráfica 14. Descontento o desacuerdo al turismo se obtiene el 75% No, el 16% No lo sé y 8% Si.

Gráfica 15. Inconformidad con las autoridades.

En caso de presentar desacuerdo con los efectos del turismo ¿Considera manifestar su inconformidad ante alguna autoridad o medio?

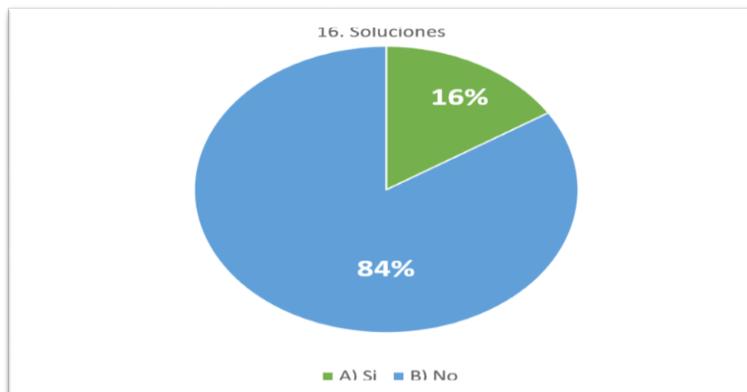


En la Gráfica 15. Inconformidad con las autoridades se mantiene el 76% delegado, 19% comunidad (vecinos, familia), 4% redes sociales y 2% comisariado.

CAPITULO IX

Gráfica 16. Soluciones.

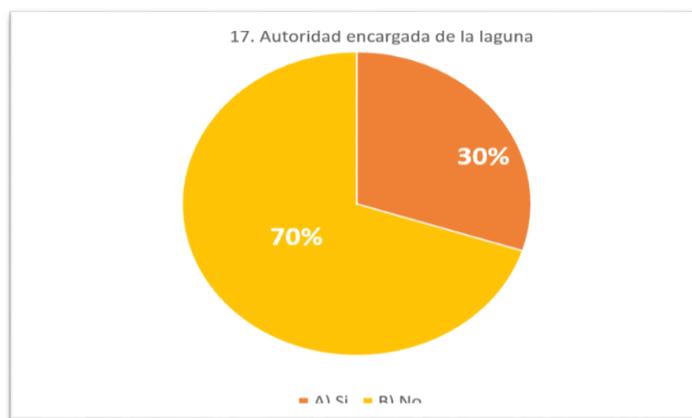
¿Les han brindado soluciones por parte de las autoridades correspondientes encargadas de cuidar a la comunidad y los recursos naturales?



En la Gráfica 16. Soluciones por parte de la autoridad, se observa que el 84% No y 16% Si.

Gráfica 17. Autoridad encargada de la laguna.

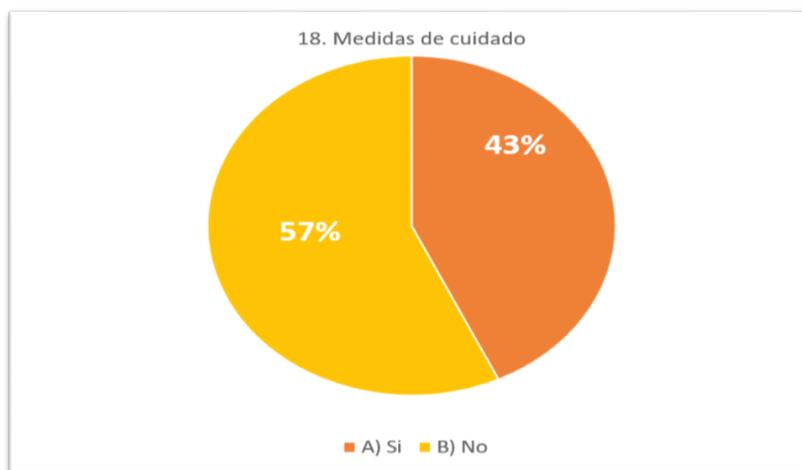
¿Conoce que autoridad está encargada de cuidar el principal recurso natural, en este caso, la laguna?



En la Gráfica 17. La autoridad encargada de cuidar la laguna se obtuvo el 70% con No y 30% con Si.

Gráfica 18. Medidas de cuidado.

¿Considera que los establecimientos turísticos ubicado alrededor de la laguna cumplen con las medidas necesarias para el cuidado de este?



En la Gráfica 18. Medidas de cuidado se tiene que el 57% opinaron No y 43% Si.

Análisis de los resultados.

A continuación, se presenta el análisis del trabajo de campo, realizado para la investigación con base a los resultados obtenidos de la investigación:

Tabla 1. FODA resultados.

Fortalezas	Debilidades
<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Laguna. <input type="checkbox"/> Incremento del Turismo. <input type="checkbox"/> No han disminuido las visitas de los residentes al recurso natural por la llegada del turismo. <input type="checkbox"/> Los residentes en mayor porcentaje no han presentado alguna inconformidad con el turismo. <input type="checkbox"/> Economía de los residentes. <input type="checkbox"/> Empleo para la comunidad. <input type="checkbox"/> Estabilidad de vivienda de los 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> La comunidad desconoce qué autoridad es la responsable de la preservación de la Laguna. <input type="checkbox"/> Las autoridades no brindan soluciones a la comunidad. <input type="checkbox"/> Los establecimientos turísticos no presentan permisos ni seguimiento a las autoridades de la comunidad en cuanto a medidas de conservación y cuidado del medio ambiente.

CAPITULO IX

residentes.	<input type="checkbox"/> Desconfianza de la comunidad para acudir con las autoridades de la comunidad. <input type="checkbox"/> Aumento de precios de las tierras.
Oportunidades	Amenazas
<input type="checkbox"/> Generación de empleo para los residentes. <input type="checkbox"/> Aumento de los establecimientos turísticos. <input type="checkbox"/> Calidad de vida. (Alumbrado, servicios entre otros).	<input type="checkbox"/> Inseguridad. <input type="checkbox"/> Perdida de espacios libres y gratuitos. <input type="checkbox"/> Contaminación de la Laguna. <input type="checkbox"/> Masificación turística.

De acuerdo con el cuadro uno se detectó que en las fortalezas se encuentra la laguna, principal atractivo visitado y con ello la llegada del turismo a la comunidad por el mismo, la actividad ha incrementado el flujo de visitantes los últimos 5 años, los pobladores en un mayor porcentaje la visita constante y asentimiento de turistas no ha hecho que sus visitas disminuyan al recurso, además de que su economía ha mejorado debido a la compra de sus productos y servicios con regularidad por parte de los visitantes.

Por otro lado, las debilidades, la población desconoce que autoridad debe tomar medidas para el cuidado de sus recursos naturales, asimismo, aunque un mayor porcentaje de los encuestados no han presentado un desacuerdo con el turismo, el porcentaje que si ha presentado alguna inconformidad no ha sido tomada en cuenta por el delegado, quien es al que acuden en busca de ayuda, por lo que únicamente comentan su inconformidad con personas cercanas como familiares y amigos, no obstante al no tener que presentar algún documento al delegado y comisariado de la población por parte de los establecimientos, estos pueden tomar cualquier decisión sin consecuencia alguna.

También, ha aumentado la demanda de los terrenos, lo cual dificulta la compra de estos a la comunidad, mientras tanto el turismo extranjero tiene una mayor posibilidad de adquirirlos.

En lo que refiere a las oportunidades, se le ha brindado a la población el aumento de empleo

dentro de los hoteles, hostales entre otros, al igual que el desarrollo continuo de infraestructura turística (cabañas, restaurantes), lo que beneficia a los residentes es la posibilidad de ya no trasladarse de manera definitiva o consecutiva a la ciudad en busca de empleo.

Y finalmente dentro de las amenazas el incremento de inseguridad debido a que con la llegada de nuevas personas han aumentado los grupos delictivos y con ello actos como robos, asaltos, entre otros. Asimismo, los espacios libres en la litoral de la laguna han disminuido notablemente y la comunidad está de acuerdo en que los establecimientos turísticos no cumplen con las medidas necesarias para conservarla, lo que desencadenaría en contaminación por la masificación turística y uso desmedido del recurso.

CONCLUSIONES

El desarrollo de un turismo justo con el medio ambiente, comunidad receptora, empresarios y los diferentes factores tanto internos como externos que componen la actividad turística responsable, es una tarea constante, debido a que debe encontrarse un equilibrio para que este pueda perdurar en el destino y se creen beneficios para todas las partes involucradas.

Debido al desconocimiento de las gentes residentes de las comunidades, estos son descartados de la toma de decisiones acerca de los espacios naturales de los que forman parte y en los cuales han crecido, con motivo de creación de infraestructura masiva para el beneficio de agentes externos.

Sin embargo, a las autoridades encargadas de estos espacios, se les debe capacitar en materia de toma de decisiones y acciones acerca de cómo preservar y hacer cuidar los entornos con la llegada del turismo, pues cuando este empieza a crecer en las zonas, no tienen estrategias empleadas para medir la afluencia turística que se presenta, identificar el tipo de turismo que se desarrolla, que medidas sustentables deben emplear las empresas y tampoco como hacer participar a los pobladores en el proceso a corto y largo plazo, puesto que este, seguirá en aumento con el pasar de los años, a lo que sería ideal involucrar a la comunidad y hacerla parte del proceso.

En el caso de Xul-Ha que es una comunidad con mucho potencial y eventualmente se convertirá en un destino turístico, es importante tomar en consideración el tipo de turismo que debe desarrollarse, buscando un enfoque sustentable, comunitario y natural como lo

es el turismo alternativo, esto con el propósito de mantener una mejor gestión de los recursos y participación de los habitantes.

Sin embargo, se debe tener interés por los agentes involucrados, pues se pudo identificar una notable falta de este, por la mayoría de los participantes y de las autoridades, además de que el rango de edad encuestado cuenta con un menor porcentaje de visitas a la laguna, lo que desencadena en la falta de información sobre nuevas construcciones hoteleras y toma de acciones de las mismas, esto como consecuencia en un futuro podría generar la división notable entre la zona turística y la zona comunitaria, como ha sucedido en grandes destinos.

BIBLIOGRAFÍA

- Acerenza, M. (2010) Conceptos, tipos y modalidades de turismo III. Turismo de masa. Portal de América. <https://www.portaldeamerica.com/index.php/columnistas/miguel-angel-aceranza/item/1952-conceptos-tipos-y-modalidades-de-turismo-iii-turismo-de-masa>
- Alvarado, L. & García, M. (2008). Características más relevantes del paradigma sociocrítico: su aplicación en investigaciones de educación ambiental y de enseñanza de las ciencias realizadas en el Doctorado de Educación del Instituto Pedagógico de Caracas. <https://dialnet.unirioja.es>
- Blasco, M. (2005). Introducción al concepto de turismo sostenible. [Ponencia]. Jornadas sobre Turismo Sostenible en Aragón. <https://www.aragon.es/documents/20127/674325/INTRODUCCION-2019.06.12.11.39.00.pdf/ede0fddd-740e-bbf1-60f0-c3a8288d167f>
- Bomba, F. (19 de marzo de 2018). Tamaño de muestra paso a paso. [Archivo de video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=oc8i9g144Y0>
- Buhalis, D. Gallego, J. Mata, J. Navarro, S. Osorio, E. Pedro, E. Ramos, S. Ruiz, P. (2018) Introducción al turismo. OMT Organización Mundial del Turismo. Recuperado de <http://www.utntyh.com/wp-content/uploads/2011/09/INTRODUCCION-AL-TURISMO-OMT.pdf>
- Castillo, P.O y Méndez, R.J. (2017, julio-diciembre 02). Los desarrollos turísticos y sus efectos medioambientales en la Riviera Maya. Quiviera. <https://www.redalyc.org/pdf/401/40153982006.pdf>
- Consuelo, C. (2011). Capítulo 3: Marco metodológico. Metodología de la investigación. <https://metinvest.jimdofree.com/cap%C3%ADtulo-iii/>
- Gómez-Pech, E.H., Barrasa-García, S., García-De Fuentes, A., (2018). Paisaje litoral de la Laguna de Bacalar (Quintana Roo, México): ocupación del suelo y producción del imaginario por el turismo. Instituto de Geografía, (95). 2448-7279. doi:dx.doi.org/10.14350/rig.59532

CAPITULO IX

- Gordon, B. (2002). El turismo de masas: un concepto problemático en la historia del siglo XX. [Archivo PDF]. <https://eco.mdp.edu.ar/cendocu/repositorio/00930.pdf>
- Huairé, E. (2019) Método de investigación. [Diapositiva PowerPoint]. Acta académica. <https://www.aacademica.org/edson.jorge.huairé.inacio/35>
- Secretaría de Turismo. (2002). Turismo Alternativo, Una nueva forma de hacer turismo, 15-23, <https://cedocvirtual.sectur.gob.mx/janium/Documentos/006145.pdf#page50>
- Secretaría de Turismo, (2018). Perfil y comportamiento del Turista en Chetumal. <http://sedeturqroo.gob.mx/ARCHIVOS/pturistas/2018/TURISTA%20CHETUMAL%20ENE-MZO%202018.pdf>
- Takarai, D. (2013). Metodología de la investigación. Issuu. <https://issuu.com/davidtakarai/docs/metodologia-de-la-investigacion/245>

La educación y cultura ambiental un eje transversal en las instituciones educativas de México

Susana Astrid López García^a, Heriberto Esteban Benito^a, Edi Antonio López^a

^aTecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico Superior de Naranjos

Autor de correspondencia: heriberto.esteban@itsna.edu.mx

RESUMEN

La educación ambiental es fundamental como el medio más efectivo para preservar nuestro planeta con el objetivo de crear conciencia y lograr actitudes ecológicas en el sistema educativo. A pesar de los diferentes asignaturas y programas de cultura ambiental que existen dentro del sistema educativo de México del no se ha podido lograr que la comunidad estudiantil tenga una actitud de respeto hacia la naturaleza.

Se realizó un análisis cualitativo del acervo digital disponible en las bases de datos ScienceDirect, SciELO, y páginas web oficiales, empleando como palabras de búsqueda: ambiente, cultura, educación, sociedad, sostenibilidad. Se recabó información relacionada con el objetivo propuesto, la cual está en tres secciones: la educación ambiental, un eje transversal entre esta, la cultura y la educación para el desarrollo sostenible. Además, se estableció la dimensión ambiental como estrategia para el avance en aspectos sociales, económicos y su contribución al desarrollo sostenible de nuestra sociedad. La educación ambiental es el pilar de las generaciones de hoy y mañana, cambios de actitud y aptitud, y de lograr un equilibrio entre el ser humano y su entorno.

INTRODUCCIÓN

La industria es la actividad que más afectado negativamente al medio ambiente a través de los tiempos. Por lo que se han realizado varias estrategias para controlar su efecto y disminuir su impacto de contaminación: algunas como la producción menos dañina, las revisiones periódicas ambientales, la evaluación de impactos, entre otras estrategias de gestión ambiental. La educación ambiental es un pilar importante para la formación de la comunidad estudiantil hoy en día. El problema de contaminación se dio a raíz de la población excava de la especie humana en el planeta Tierra. La aparición de nuevas enfermedades a través de los años como el covid-19, ha surgido la necesidad y retomar el

CAPITULO X

cuidado del medioambiente, y se pretende que las acciones que el hombre ejecuta sean dentro de su ámbito social, económico y cultural no vayan causando un impacto negativo a los recursos agua, suelo y aire. Pese a los esfuerzos por conservar los recursos naturales, no se ha podido frenar el deterioro ambiental, debido, posiblemente, a que no logramos tener conciencia y actitud de respeto hacia la naturaleza (Castro *et al.*, 2009; Sandoval, 2012; Fuentes, 2014).

El tema ambiental, sostenibilidad y educación ocupan un lugar importante en la investigación social, debido a que se mezcla la participación de varios actores tales como: educativos, gubernamentales, religiosos, empresariales, industriales, por mencionar algunos; quienes realizan estrategias y acciones en ocasiones negativas y en otras tantas positivas. Al respecto, los científicos sociales han desarrollado diferentes aproximaciones conceptuales para abordar el tema del comportamiento sustentable, reconociéndose la importancia de la conducta individual y colectiva en los resultados ambientales (Noguera y Olivero, 2010; Maldonado *et al.*, 2011; Pájaro y Olivero, 2011; Severiche y Acevedo, 2013).

La utilización del término «educación ambiental» por primera vez fue en el año 1972, en Estocolmo, durante la realización de la Conferencia Internacional sobre el Medio Ambiente. Desde entonces, se le ha concedido la preponderancia para generar los cambios, mediante la adquisición de conocimientos, actitudes y valores, que permitan enfrentar seriamente la crisis ambiental del mundo con miras a alcanzar una mejor calidad de vida para las actuales y futuras generaciones (Vega y Álvarez, 2005; Gutiérrez y Pozo, 2006; Zabala y García, 2008; Ortega *et al.*, 2010; Sosa *et al.*, 2010; Sandoval, 2012).

La educación ambiental es sinónimo de algo elemental para concientizar a los estudiantes logrando que adquieran buenas actitudes hacia la conservación de la naturaleza y sean capaces de realizar cambios en sus valores, conducta y estilos de vida, así como ampliar sus conocimientos para impulsarlos a la acción mediante la prevención y mitigación de los problemas existentes y futuros; por ello, concebimos y practicamos la educación ambiental desde las corrientes resolutiva y próxima (Hernández y Tílbury, 2006; Parker, 2007; Velásquez, 2009).

La justificación del presente artículo de revisión bibliográfica es que se tiene que implementar, en las diferentes instituciones educativas de educación básica, media superior

y superior, una cultura y conciencia ambiental como recurso para mejorar conductas ambientalistas en los estudiantes.

METODOLOGÍA

La metodología usada es descriptiva-analítica en temas de medioambiente, dirigido a los docentes y alumnos. Por lo tanto, se considera como un artículo de revisión bibliográfica sobre la educación ambiental como base cultural y estrategia para mejorar actitudes de la cultura ambiental que tienen los estudiantes. Por lo que un artículo de revisión se considera como un estudio pormenorizado, selectivo y crítico integrado por información esencial en una perspectiva unitaria y de conjunto (Guirao *et al.*, 2007); la revisión se puede reconocer como un estudio en sí mismo, en el cual el revisor resume y analiza la información disponible sobre un tema específico basado en una búsqueda cuidadosa (Vera, 2009).

El presente trabajo de investigación ambiental es de tipo documental con diseño de revisión bibliográfica, correspondió a un enfoque cualitativo, entendiéndose como al «"procedimiento metodológico que utiliza palabras, textos, discursos dibujos, gráficos e imágenes" [...] la investigación cualitativa estudia diferentes objetos para comprender la vida social del sujeto a través de los significados desarrollados por éste» (Mejía, como se citó en Katayama, 2014, p. 43).

El objetivo es recabar información, seleccionar datos específicos y mostrar el estado actual de una cultura ambiental de los estudiantes en los diferentes niveles académicos que mejoraran sus actitudes ambientalistas; ya que como sociedad estamos viviendo tiempos difíciles por temas de la pots-pandemia. Por lo que debemos tomar conciencia de nuestras acciones negativas con la naturaleza y tratar de contaminar menos y, de esta forma, crear una nueva cultura ambiental para las futuras generaciones. Para elaborarla, se consultaron las bases de datos de Scopus, Web of Science, SciELO, ScienceDirect y Latindex.

Se recopilaron un total de 10 artículos científicos como muestra que tratan el tema de educación ambiental y ecológica como una base cultural y estrategia para mejorar actitudes ecológicas en estudiantes, entre los años 2005 y 2020, escritos en español, inglés y portugués, indexadas en publicaciones científicas de otros países, disponibles en buscadores digitales como Dialnet, Ciencia Latina, RIDIEES.

La búsqueda de información se realizó entre noviembre de 2020 y enero de 2021, por un investigador. Se seleccionaron documentos de artículos científicos que abordaban en sus contenidos sobre educación ambiental, cultura ambiental, actitudes ecológicas en estudiantes.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el currículo educativo del Perú existen diferentes programas de carácter transversal, una de ellas es de educación ambiental; entendida como el proceso de formación permanente a través del cual los alumnos y la sociedad adquieren los conocimientos, las actitudes y los valores necesarios para conocer y comprender su medio, sensibilizarse y actuar sobre él (Sarria, 2009; Martínez, 2010; Pájaro *et al.*, 2013).

La transversalidad curricular se refiere a los contenidos actitudinales y axiológicos presentes en diferentes asignaturas o materias (Stiglitz, 2003). Los temas considerados transversales se constituyen en un elemento imprescindible en todo Proyecto Educativo Institucional (PEI), toda vez que cruzan todas las dimensiones de la persona, favoreciendo la integralidad y dotándola de sentido, dejando atrás el currículo tradicional dividido en parcelas del conocimiento y llevando a un conocimiento global (Villareal, 2001; Rodríguez, 2005).

En el Perú, la educación ambiental forma parte de la programación de algunas carreras en institutos y en las universidades, no tiene tratamiento particular, es decir, realmente forma parte de un bloque más de la pared de asignaturas que debe cursar un estudiante. Los estudiantes desarrollen análisis y comprensión de la realidad sobre su entorno elaborando sus propios juicios racionales y libres; por último, son contenidos a desarrollar dentro de las áreas curriculares, esto en una doble perspectiva, es decir, contextualizándolas en ámbitos relacionados con la realidad, los problemas del mundo actual, dotándolas de un valor funcional o de aplicación inmediata respecto a la comprensión y a la posible transformación positiva de dichos problemas, así como de la realidad misma (Rodríguez, 2005; De Castro *et al.*, 2009).

La crisis ambiental del presente se caracteriza por la aparición de fenómenos de escala mundial como el cambio climático, el efecto invernadero, el adelgazamiento de la capa de

CAPITULO X

ozono y la pérdida de biodiversidad (De Castro *et al.*, 2009; Giraldo, 2013).

No se han logrado disminuir los problemas ambientales; por lo que este tema es de relevancia, tanto por parte de la comunidad estudiantil como de ciudadanos, coincidiendo en que es imperativo tomar conciencia de esta problemática ambiental (González *et al.*, 2008; Sosa *et al.*, 2010). Para alcanzar esta conciencia ecológica, es necesario inundar todos los medios comunicativos de la llamada cultura ambiental, persiguiendo el desarrollo sostenible, lo cual es un objetivo prioritario de toda la humanidad; para ello, se exigen nuevas estrategias, medios, recursos, aportes científicos y tecnológicos disponibles (Sandoval, 2012; Grünberg, 2014). No obstante, lo más significativo es el hecho de fortalecer la formación y desarrollo de la conciencia ciudadana para interpretar, comprender y actuar en concordancia con la magnitud de los problemas, es decir, se trata de fomentar una nueva formación cultural que permita retomar la senda de respeto de todo lo que tenga vida, no solo la humana (González *et al.*, 2008; Sosa *et al.*, 2010).

Nuestros ancestros eran más conscientes y cuidadosos del ambiente; sin embargo, el consumismo y la política del menor esfuerzo fomentado por el actual modelo de desarrollo económico, rebasó la capacidad de convivencia armónica con la naturaleza (Rabotnikof, 1993; Hernández y Ruiz, 2011).

La cultura se define, particularmente, como la forma de ser y de hacer las cosas, a partir de un conjunto de valores, creencias, ritos y costumbres que configuran el modo de vida de las personas, es decir, la cultura permea todo nuestro quehacer y cosmovisión de lo que somos y queremos ser, mientras que el lenguaje, como elemento básico de la educación y la cultura, configura las relaciones sociales de convivencia humana (Álvarez y Vega, 2009; Flores, 2014).

Educación para el desarrollo sostenible en las de las dos últimas décadas, se han multiplicado los llamamientos de diversos organismos y conferencias internacionales para que los educadores contribuyan a que los ciudadanos y ciudadanas adquieran una correcta percepción de los problemas y desafíos a los que se enfrenta la vida en nuestro planeta y puedan así participar en la necesaria toma de decisiones fundamentadas (Simón *et al.*, 2010).

Se llama desarrollo sostenible aquel desarrollo que es capaz de satisfacer las necesidades actuales sin comprometer los recursos y posibilidades de las futuras generaciones.

Intuitivamente, una actividad sostenible es aquella que se puede mantener. Hoy sabemos que una buena parte de las actividades humanas no son sostenibles a medio y largo plazo tal y como hoy están planteadas (Sánchez *et al.*, 2013).

Los problemas antes mencionados, la incapacidad para superar la pobreza, la inequidad y la cada vez más marcada injusticia social hacen cuestionar la factibilidad de un futuro sostenible. Esto requiere cambios urgentes y sostenidos en el tiempo que permitan el cuidado de la vida en toda su diversidad, lo que incluye la protección, la restauración de los ecosistemas; la consolidación de la democracia; la construcción de la paz; la estabilidad dentro y entre los países; la creación de sociedades más justas donde el conocimiento se distribuye equitativamente; respetando la diversidad en todas sus manifestaciones; solo así se podrá visualizar un futuro posible (Cebrián y Martín, 2004; Miller, 2008; Espejel y Flores, 2012).

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) (2015):

La Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS) permite que cada ser humano adquiera los conocimientos, las competencias, las actitudes y los valores necesarios para forjar un futuro sostenible. Educar para el desarrollo sostenible significa incorporar los temas fundamentales del desarrollo sostenible a la enseñanza y el aprendizaje, por ejemplo, el cambio climático, la reducción del riesgo de desastres, la biodiversidad, la reducción de la pobreza y el consumo sostenible. Asimismo, la EDS exige métodos participativos de enseñanza y aprendizaje que motiven a los alumnos y les doten de autonomía, a fin de cambiar su conducta y facilitar la adopción de medidas en pro del desarrollo sostenible. Por consiguiente, la EDS promueve la adquisición de competencias tales como el pensamiento crítico, la elaboración de hipótesis de cara al futuro y la adopción colectiva de decisiones. La EDS exige cambios de gran calado en los métodos pedagógicos que se aplican actualmente. Pág. 12

De ahí que el trabajo ambiental propenda al logro del mejor estado de desarrollo posible, lo cual refiere a sistemas de valores sociales y a las

prioridades que una colectividad decide para su futuro. Por eso, lo ambiental y la educación ambiental se relacionan directamente con la construcción de un proyecto de sociedad, y su preocupación, además de la calidad de vida de las diversas poblaciones, es la supervivencia de la especie humana.

En este sentido, la educación ambiental como la mejora de una cultura ambiental recoge los principios y los aportes de la educación ambiental, y los extiende adaptándolos para enfrentar las nuevas amenazas al planeta. La tarea es contribuir a formar ciudadanos conscientes del carácter global de las acciones individuales y colectivas. La sensibilización ecológica del individuo consiste en la inserción del ser humano y su modo de vida dentro el orden de la naturaleza.

CONCLUSIONES

Como conclusiones sobre educación ambiental en la comunidad estudiantil como base cultural y estrategia para mejorar actitudes ecológicas en estudiantes:

- 1) La falta de comportamiento, actitudes y conocimientos ambiental de la los seres humanos han elevado la problemática ambiental de la Tierra, por lo que los gobiernos nacionales e internacionales han clasificado este problema como uno de los mayores retos para la sociedad y el mundo.
- 2) La educación ambiental es el pilar fundamental de la generación futuras de cambios de actitud y aptitud en la comunidad estudiantil.
- 3) La cultura ambiental es un proceso participativo que busca integrar y concientizar al ser humano del daño que podemos hacer a nuestro planeta como la aparición de nuevas enfermedades.
- 4) La humanidad debe saber que destruir el ambiente pone en peligro la supervivencia de la especie humana, esto en el aspecto natural. En el aspecto social, la degeneración de los patrones de convivencia, la lucha por el poder y la posesión material y territorial convierten el medio social en un verdadero campo de batalla que destruye las

CAPITULO X

expectativas de vivir con calidad, de desarrollar la conciencia de comunidad y los valores y actitudes que conlleva.

RECOMENDACIONES

Se recomienda que los estudiantes generen cultura ambientalista y que pongan en práctica las actividades proactivas orientadas a sus hogares y el entorno geográfico donde habiten. Así mismo damos algunas sugerencias:

- 1) Se plantea a los profesores una nueva estrategia didáctica, como producto de la experiencia profesional del autor de la presente investigación de revisión bibliográfica, que busca indudablemente el avance de la educación ambiental para mejorar actitudes ecológicas en los estudiantes.
- 2) A las instituciones educativas se recomienda implementar en su plan de estudios el eje transversal de cultura ambiental para mejorar actitudes ecológicas en los estudiantes.
- 3) A las instituciones educativas de los diferentes niveles realizando jornadas de sensibilización del cuidado del medioambiente donde hagan partícipes a los padres de familia.
- 5) A los especialistas de salud, implementar e introducir en su práctica la propuesta de mejora de una cultura ambiental para mejorar actitudes ecológicas.

BIBLIOGRAFÍA

- Acuña, Isaías (2006). La política ambiental en los planes de desarrollo en Colombia 1990-2006. Una visión crítica. Revista Luna Azul. Volumen 22. Colombia. (pp. 8-19).
- Álvarez, Pedro y Vega, Pedro (2009). Actitudes ambientales y conductas sostenibles. Implicaciones para la educación ambiental. Revista de Psico didáctica. Volumen 14, número 2. España. (pp. 245-260).
- Alzate, Mary (2011). Responsabilidad social: hacia un nuevo relacionamiento entre empresas, Estado y ciudadanos. Revista Virtual Universidad Católica del Norte. Volumen 33, número 2. Colombia. (pp.1-21).
- Bocco, Gerardo y Palacio, José (2014). La contribución de la investigación

CAPITULO X

geomorfológica en la cuestión ambiental en México. Investigaciones Geográficas. Volumen 83. México. (pp. 6-27).

- Espejel, Adelina y Flores, Aurelia. (2012). Educación ambiental escolar y comunitaria en el nivel medio superior, Puebla-Tlaxcala, México. Revista Mexicana de Investigación Educativa. Volumen 17, número 55. México. (pp.1173-1199).
- Espejel, Adelina; Flores, Aurelia y Castillo, Isabel (2012). La educación ambiental en el bachillerato: el caso de los docentes que imparten la materia de Ecología, Puebla-Tlaxcala (México). Profesorado. Currículum y Formación de Profesorado. Volumen 16, número 3, México. (pp. 321-339).
- Fuentes, Jessica (2014). Evolución del régimen ambiental de la acuicultura en Chile. Revista de derecho (Valparaíso). Volumen 42. Chile. (pp. 441- 477).
- Giraldo, Rodrigo (2013). Apuntes acerca de los enfoques del derecho: una mirada más allá del tridimensional ismo. Revista Inciso. Volumen 15, número 1. Colombia. (pp. 117-139).
- González, Gilberto; Badii, Mohammad y Abreu, José (2008). Reingeniería educativa y valores éticos. Revista Daena: International Journal of Good Conscience. Volumen 3, número 2. México. (pp. 312-345).
- Grünberg, Georg (2014). Control y gestión ambiental de los territorios indígenas en Centroamérica. Wani Revista del Caribe Nicaragüense. Número 35. Nicaragua. (pp. 6-42).
- Hernández, Macarena y Ruiz, Esteban (2011). Etnogénesis como práctica. Arqueología y turismo en el Pueblo Manta (Ecuador). AIBR. Revista de Antropología Iberoamericana. Volumen 6, número 2. España. (pp. 159-191).
- Maldonado, Wilson; Baldiris, Ildefonso y Díaz, Jhon (2011). Evaluación de la calidad del agua en la Ciénaga de la Virgen (Cartagena, Colombia) durante el período 2006-2010. Revista Científica Guillermo de Ockham. Volumen 9, número 2. Colombia. (pp. 79-87).
- Martínez, Roger (2010). La importancia de la educación ambiental ante la problemática actual. Revista Electrónica Educare. Volumen 14, número 1. Costa Rica. (pp. 97-111).
- Ministerio de Educación de Colombia (MEN) (2008). Educar para el desarrollo sostenible. Recuperado de <http://www.mineduccion.gov.co/1621/article-90893.html>. Consulta 15/10/2015.

CAPITULO X

- Miller, Tyler (2008). Ciencia ambiental: desarrollo sostenible. Un enfoque integral. Innovación Educativa. Volumen 8, número 45. México.
- Noguera, Katia y Olivero, Jesús (2010). Los rellenos sanitarios en Latinoamérica: caso colombiano. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Volumen 34, número 132. Colombia. (Pp. 347-356).
- Ortega, Ana; Martínez, Dagmarys; Gonce, Susana y Rodríguez, María (2010). Aporte por un entorno medioambiental sostenible en la Universidad de las Ciencias Informáticas. Serie Científica. Volumen 3, número 3. Cuba. (S/p).
- Pájaro, Nerlis y Olivero, Jesús (2011). Química verde: un nuevo reto. Ciencia e Ingeniería Neogranadina. Volumen 21, número 2. Colombia. (pp.169- 182).
- Pájaro, Nerlis; Maldonado, Wilson; Pérez, Narcisa y Díaz, Jhon (2013). Revisión de las implicaciones ocupacionales por exposición al plomo. Revista Informador Técnico. Volumen 77, número 2. Colombia. (pp. 183- 191).
- Parra, Yonathan (2011). La enseñanza de la química en pro del desarrollo sostenible: una propuesta instruccional para la educación universitaria. Omnia. Volumen 17, número 3. Venezuela. (pp. 68-85).
- Rentería, Yunia (2008). Estrategias de educación ambiental de institutos descentralizados en el sistema educativo colombiano en Medellín. Revista Facultad Nacional de Salud Pública. Volumen 26, número 1. Colombia. (pp. 90-98).
- Rivera, Marco y Rodríguez, Claudia. (2009). Actitudes y comportamientos ambientales en estudiantes de enfermería de una universidad pública del norte del Perú. Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública. Volumen 26, número 3. Perú. (pp. 338-342). Haces
- Sabatini, Francisco (2014). La dimensión ambiental de la pobreza urbana en las teorías latinoamericanas de marginalidad. EURE - Revista de Estudios Urbano Regionales. Volumen 8, número 23. Chile. (pp. 53-67).
- Sánchez, Alcides; Viltres, Carlos y Sánchez, Armando (2013). La justicia ambiental cubana, retos en el siglo XXI. Revista Argumenta. Número 18. Brasil. (pp. 135-172).
- Sandoval, Marithza (2012). Comportamiento sustentable y educación ambiental: una visión desde las prácticas culturales. Revista Latinoamericana de Psicología. Volumen 44, número 1. Colombia. (pp. 181-196).
- Sarmiento, Pedro (2013). Bioética ambiental y eco pedagogía: una tarea pendiente. Acta Bioethica. Volumen 19, número 1. Chile. (pp. 29-38).

CAPITULO X

- Severiche, Carlos y Acevedo, Rosa (2013). Las prácticas de laboratorio en las ciencias ambientales. Revista Virtual Universidad Católica del Norte. Volumen 3, número 40. Colombia. (pp. 191-203).
- Sosa, S.; Isaac-Márquez, R.; Eastmond, Amarella; Ayala, M. y Arteaga, M. (2010). Educación superior y cultura ambiental en el sureste de México. Universidad y Ciencia. Volumen 26, número 1. México. (pp. 33- 49).
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) (2015). Educación para el desarrollo sostenible. Extraído de: <http://www.unesco.org/new/es/our-priorities/sustainable-development/>. Consulta: 19/09/2015.
- Valero, Nay (2008). La educación ambiental en las Instituciones de educación superior del Estado Bolívar, Venezuela. Revista de Pedagogía. Volumen 29, número 85. Venezuela. (pp. 315-336).
- Velásquez, Jairo (2009). La transversalidad como posibilidad curricular desde la educación ambiental. Revista Latinoamericana de Estudios Educativos, volumen 5, No. 2. Colombia. (pp. 29-44).
- Zabala, Hildebrando y García, Margarita (2008). Historia de la Educación Ambiental desde su discusión y análisis en los congresos internacionales. Revista de Investigación. Número 63. Venezuela. (pp. 201-218).

Acciones para identificar conflicto de interés en el servicio público

Ernesto Lince Olguín^a, Sandra Elba Delgado Soto^a, Norma Delia Reyes Muñoz^a

^aTecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca.

Autor de correspondencia: norma.reyes@itsta.edu.mx

RESUMEN

En la actualidad la administración pública está viviendo un proceso histórico de reformas estructurales las cuales están llevando a la transformación del Estado, y dentro de las cuales juega un papel muy importante la toma de decisiones de los servidores públicos, debido a que, a lo largo de la historia, la corrupción se ha ido arraigando en el quehacer cotidiano del administrador y hoy más que nunca se necesita llevar al plano de los cambios, acciones que contribuyan a una mejor gestión pública. Es por ello que al realizar acciones que identifican conflicto de interés en el servicio público en una oficina gubernamental, servirán como sustento en la toma de decisiones éticas y legales en su ámbito de acción, con lo que se fortalece la Gestión Pública, garantizando el desarrollo de un trabajo acorde a las necesidades y exigencias públicas.

Palabras clave: Administración pública, funcionario Público, corrupción, toma de decisiones, conflicto de interés.

INTRODUCCIÓN

La intención del presente trabajo es, en esencia analizar los elementos éticos y legales en la toma de decisiones del servidor público, que son la base de toda administración pública, para poder brindar un servicio honesto y eficaz, estudiando e identificando acciones que generan conflicto de interés en el servicio público en una oficina gubernamental, debido que es importante tomar decisiones éticas y legales, demostrando su importancia y la necesidad de actuar en este marco, analizando e identificando además las acciones existentes para su implementación en la Administración Pública. Se aborda el tema innegable de la corrupción enquistado principalmente en el servicio público, ya que se compone de una serie de actos indebidos por parte de ciertas personas, quienes obtienen un beneficio adicional que es ilegal e ilegítimo con el agregado de que esto afecta a la imagen

CAPITULO XI

institucional en donde se practique, que en el presente caso es la administración pública en general.

Cuando se habla de corrupción, se hace siempre desde el plano de la toma de decisiones que los Servidores Públicos realizan, esencialmente en franco desapego a los lineamientos éticos y legales que deberían regir su actuar como funcionarios al servicio de la ciudadanía, pero desafortunadamente hasta el día de hoy no se han realizado acciones para contrarrestar este mal, aun cuando estamos viviendo una severa crisis de valores en nuestra sociedad, por lo cual, la presente investigación se realizará con base en la problemática de la corrupción que genera los Conflictos de Interés en que incurren algunos Servidores Públicos y tratar de que con este trabajo se apoye los estudios para la creación y aplicación de políticas públicas en materia de corrupción, específicamente en materia de Conflicto de Intereses, así lo menciona Alfonso Gómez en su artículo:

“Son múltiples las formas que hoy reviste el fenómeno de la corrupción del Estado. Se da el preocupante hecho en los diversos órganos del poder público. La redivisión del poder, concebida como mecanismo de mutuos controles de la entidad pública, no funciona satisfactoriamente y cada uno de ellos adolece de carencias que confluyen en la calamidad de que el patrimonio público, creado para el servicio de los habitantes de un país dado, sea saqueado para medro personal de los agentes oficiales, burlándose el control fiscal y administrativo. Entre nosotros la contratación pública es fuente indecible de falencias que son utilizadas habilidosamente por el funcionariado que obra impunemente, y que logra contubernio de contratistas, proveedores y estamentos de la actividad privada, interesados en aprovechamientos ilícitos a la sombra del fisco que es desviado para enriquecimientos sin causa, con grave detrimento para la población en cuyo beneficio se estableció en la Constitución y en la ley.”
Gómez, (2005)

Una de las principales causas que llevan a que el funcionario público cometa acciones indebidas, se le atribuye a factores que inciden y que en el sistema político ha ocasionado que se arraiguen, obligando de algún modo a la práctica sistémica de violaciones tanto legales como éticas, en la toma de decisiones y en las obligaciones esenciales de cada funcionario, esto en satisfacción de intereses particulares, elementos esenciales que generan Conflicto de Intereses, en franca contraposición al interés general, que es en todo momento el que debería subsistir, esto lleva a buscar alternativas democráticas para su

CAPITULO XI

combate y que estas sirvan para el fortalecimiento de la Gestión Pública, siendo este el principal objetivo de la presente investigación. Álvarez, A. C. (2016)

El Servidor Público es el único que decidirá su forma de actuar o de detenerse, esto es algo que se puede alcanzar mediante una motivación, concientización, capacitación, códigos de ética; Se estudia la ética y la legalidad en relación con la Gestión Pública, toda vez que es de extrema urgencia impulsar una nueva generación de Servidores Públicos responsables, ya que ellos tienen la autonomía en las decisiones de las cuales depende la actuación de la Administración Pública Nacional. Se analiza la corrupción desde diversos factores tales como el jurídico, económico, ético y filosófico.

Lo antes planteado es importante porque en ella encontramos la respuesta a por qué el servidor público debe de actuar con ética en su gestión, con los cuales le da rumbo a su actuar tanto en la responsabilidad, honestidad, legalidad y sobre todo eficacia al servicio público, valores fundamentales en toda sociedad y que a la falta de sólo uno de ellos desvirtúa el actuar del servidor público, por lo tanto, se considera de importancia conocer acerca de la ética en la presente investigación. (Yonome, 2008.)

“El Servidor Público es el único que decidirá su forma de actuar o de detenerse, esto es algo que se puede alcanzar mediante una motivación, concientización, capacitación, códigos de ética; Se estudia la ética y la legalidad en relación con la Gestión Pública, toda vez que es de extrema urgencia impulsar una nueva generación de Servidores Públicos responsables, ya que ellos tienen la autonomía en las decisiones de las cuales depende la actuación de la Administración Pública Nacional. Se analiza la corrupción desde diversos factores tales como el jurídico, económico, ético y filosófico.

Lo antes planteado es importante porque en ella encontramos la respuesta a por qué el servidor público debe de actuar con ética en su gestión, con los cuales le da rumbo a su actuar tanto en la responsabilidad, honestidad, legalidad y sobre todo eficacia al servicio público, valores fundamentales en toda sociedad y que a la falta de sólo uno de ellos desvirtúa el actuar del servidor público, por lo tanto, se considera de importancia conocer acerca de la ética en la presente investigación.”

En la actualidad la administración pública está viviendo un proceso histórico de reformas

CAPITULO XI

estructurales las cuales están llevando a la transformación del Estado, y dentro de las cuales juega un papel muy importante la toma de decisiones de los servidores públicos, debido a que, a lo largo de la historia, la corrupción se ha ido arraigando en el quehacer cotidiano del administrador y hoy más que nunca se necesita llevar al plano de los cambios, acciones que contribuyan a una mejor gestión pública, cómo se puede constatar en la investigación de Murillo:

“Para algunos autores la investigación no se limita a asumir el concepto de ética pública desde la esfera de principios y valores que orientan el deber y el deber ser del funcionario público, como lo podemos hallar en la mayoría de los recursos bibliográficos que hallamos, sino que asumimos esta esfera de la ética como ese espectro de principios y valores que nos conciernen a todos en cuanto miembros de un entramado social que nos posibilita la convivencia y la coexistencia.” (Murillo, 2012, p.427).

México está avanzando en el combate a la corrupción mediante el Sistema Nacional Anticorrupción, el cual si es bien utilizado e implementado se lograrán los objetivos en combate a la corrupción a través de la implementación y estructuración correcta mediante la conjunción de fuerzas y colaboración entre el gobierno y la ciudadanía. Más, sin embargo no solo se necesitan todos los recursos necesarios para la implementación, sino también voluntad política de los diferentes actores que intervienen, incluido el gobierno el cual debe de dotar de todos los recursos necesarios para lograr su efectividad, según Meyer e Hinojosa:

“Si se implementa correctamente, la capacidad del Sistema Nacional Anticorrupción de coordinar los esfuerzos de la sociedad civil y los organismos federales mexicanos para mejorar la supervisión, sancionar a las empresas corruptas y fomentar el enjuiciamiento de casos enviaría un claro mensaje de que la corrupción no será tolerada en México, y ayudaría a reparar los sistemas de colaboración entre los ciudadanos y las instituciones públicas que se necesitan para combatir eficazmente el delito y la violencia”. (Meyer e Hinojosa 2018, pág. 4)

ENFOQUE METODOLÓGICO

La presente investigación es primeramente de tipo Cualitativa tomando en cuenta lo que

CAPITULO XI

manifiesta (Conejero, 2020, pág. 242) En la investigación cualitativa el investigador no descubre, construye el conocimiento en conjunto con los sujetos del estudio (4), lo que si bien permite una comprensión más acabada de la realidad y evita el

reduccionismo, aparece la presencia de sesgos en quien realiza el estudio, por lo cual se recomienda el trabajo en equipo o el apoyo en el análisis de datos de otros investigadores, para disminuir las subjetividades propias de cada individuo.

En la presente investigación se realiza una investigación Cualitativa o Descriptiva porque es la forma más idónea para identificar las causas que originan que la corrupción continúe actualmente y solo indagando las formas o situaciones, que convergen en el ámbito administrativo es que se podrá determinar las acciones requeridas para combatirlas de raíz y esto sería nulo si no se conocen las causas medulares que generan los actos de corrupción, por las razones anteriores es que se propone en base a la información que genere esta investigación determinar acciones para identificar conflicto de interés en el servicio público, e ir creando una nueva cultura administrativa, estructurada en la recolección de información en base a la utilización de las herramientas que estas dos formas de investigación permiten utilizar como los son, encuestas, entrevistas, análisis de campo, análisis de los datos mediante gráficas, escala de Likert, análisis FODA. Como lo menciona Sánchez:

“En este sentido, los estudios cualitativos son una forma diferente y alternativa de generar conocimientos científicos, en un espacio donde solo es posible ahondarse en la subjetividad bajo la cualificación fenoménica y hermenéutica, mediante las cuales se pueda extraer desde sus profundidades información valiosa que permita comprender su dinámica interna y externa para explicar — con sus ineludibles limitaciones generalizables y de precisión— la naturaleza de los hechos que se tenga por objeto conocer a través de su interpretación inductiva y bajo la aplicación meticulosa de los diversos métodos y técnicas de que dispone el enfoque cualitativo.” (Sánchez, 2019, pág. 118)

En relación con lo expuesto por Urbina, es de explicar que la investigación cualitativa trata de realizar análisis a personas o grupos de personas para lograr entender diversas situaciones que se presentan en su entorno y de esa manera estar en posibilidades de entender los datos aportados y el grado de participación de las personas y es la base del

CAPITULO XI

enfoque primario de la investigación.

A su vez también en segundo punto tiene también un enfoque Descriptivo la presente investigación, de acuerdo con lo que establece Urbina:

“La investigación cualitativa, así, permite comprender la profundidad de un fenómeno a partir de la mirada de los actores sociales, la que se integra a los modelos explicativos cuantitativos...” (Urbina, 2020 pág. 2)

El enfoque de una investigación Descriptiva se determina cuando se pretende encontrar, identificar o bien describir fenómenos, características, rasgos de grupos, personas, entidades, para posteriormente se analicen y determinar las causas que generen diversos aspectos en base al marco teórico propuesto, de la problemática a resolver, según Alban et al. “No basta con presentar las características del fenómeno que se obtuvieron a través de los métodos de recolección de datos. También es necesario que estaseen organizadas y analizadas a la luz de un marco teórico apropiado, el cual servirá de sustento a la investigación.” (Alban et al, 2020, pág. 166)

POBLACIÓN Y MUESTRA

El objeto de estudio es la Administración Pública Municipal, específicamente en su Dirección Jurídica, este departamento está compuesta por 5 personas, de los cuales 3 son del sexo masculino y el resto femenino, debido a que la población es pequeña se usará censo, es por ello que se llevará a cabo un análisis de la situación actual en torno a la toma de decisiones éticas y legales en dicho departamento, que permita determinar acciones para identificar conflicto de interés en el servicio público que permitan disminuir actos de corrupción, lo anterior se hará considerando, como lo establece Condori:

“No se emplean muestras probabilísticas, lo que se busca son buenos informantes, es decir, sujetos con capacidad de respuesta, personas informadas, reflexivas, comunicativas, dispuestas a hablar con amplitud con el investigador, conocedor del hecho en cuestión o el fenómeno que se investiga.” (Condori, 2020, pág. 14)

TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

En la manera de que se recolectan los datos en una investigación descriptiva cualitativa se aplican mediante distintas técnicas e instrumentos como lo menciona Cisneros et al:

CAPITULO XI

“Las técnicas e instrumentos a emplearse van a depender del marco; enfoque, tipo y fines de la investigación, al objetivo del estudio, y deberán enmarcarse claramente en el alcance del proyecto, considerando la población investigada, el tiempo, los recursos financieros y humanos que se dispongan.” (Cisneros et al, 2020, pág. 1171)

Por lo que en la presente investigación se aplicaran los siguientes instrumentos de recolección de datos:

- Encuestas
- Entrevistas
- Análisis de campo
- Análisis de los datos obtenidos a través de gráficos de barras o de pastel
- Escala de Likert
- Análisis FODA

En el presente capítulo se abordaron las diferentes metodologías que se utilizan para identificar factores que permitan determinar acciones para identificar conflicto de interés en el servicio público.

Para el presente trabajo se realiza bajo el esquema de una Investigación Descriptiva, registro, análisis e interpretación de la situación actual, en cuanto al enfoque de corrupción en una Institución Gubernamental y que los mismos sirvan como sustento de la investigación propuesta, según Galarza:

“En este alcance de la investigación, ya se conocen las características del fenómeno y lo que se busca, es exponer su presencia en un determinado grupo humano. En el proceso cuantitativo se aplican análisis de datos de tendencia central y dispersión. En este alcance es posible, pero no obligatorio, plantear una hipótesis que busque caracterizar el fenómeno del estudio.” (Galarza, 2020 pág. 2)

Para Ochoa y Yunkor (2019), la Investigación descriptiva se conforma de diversas fuentes de información, ya que no solamente se trata de la búsqueda de información vía internet, si no que mucha de la misma está en investigación de campo y esta solo se puede recopilar mediante recolección directa de información con las personas o sitios indicados como

CAPITULO XI

fuentes de información fidedigna.

Por lo anterior se dice que la investigación descriptiva sirve para recopilar datos que servirán de información inicial para posteriormente formar una base de datos sobre los cuales poder ordenar y clasificar dicha información, que al final servirá para los fines propios de la investigación:

” Por otra parte, la población de estudio de los estudios descriptivos se debe delimitar en tiempo y espacio porque estos buscan la validez interna puesto que las conclusiones que se obtienen se puedan trasladar a la población donde se obtuvo la muestra de estudio. La validez interna tiene concordancia con la extrapolación de los resultados del grupo de estudio a la población que se está estudiando.” (Ochoa y Yunkor, 2019 p. 6)

En el presente capítulo se desarrolla la recopilación de información y datos que nos permita la identificación de factores internos y externos que inciden en la problemática planteada mediante una medición de los principales generadores de la corrupción en la

dependencia gubernamental, con la finalidad de obtener los datos necesarios para la elaboración de acciones para identificar conflicto de interés en el servicio público.

Se realizará una comparación entre los diversos factores arrojados en la recopilación de datos, para de esa forma poder determinar acciones para identificar conflicto de interés en el servicio público planteados en la presente investigación.

En toda Dependencia Pública como Privada la satisfacción y la motivación profesional en su relación laboral, conlleva un mejor servicio tanto ético como de calidad en la toma de decisiones y atención a la Ciudadanía, de ahí la importancia de realizar periódicamente evaluaciones de clima organizacional para que con base en los resultados se diseñen las políticas adecuadas para corregir los aspectos y prevenir los posibles conflictos de intereses y posteriores actos de corrupción en cualquier dependencia Gubernamental.

Con el presente cuestionario se valora Motivación y Satisfacción Profesional Laboral en el personal de la Dirección Jurídica Municipal.

Por favor, rodee con un círculo la opción que considere más adecuada en los siguientes

CAPITULO XI

aspectos relacionados con la satisfacción y motivación en su trabajo, teniendo en cuenta que solo deberá marcar una respuesta encerrando el número que corresponda a su respuesta

1. Muy de acuerdo
2. De acuerdo
3. Ni de acuerdo ni en desacuerdo
4. En desacuerdo
5. Muy en desacuerdo

CUESTIONARIO

1.- Puesto que desempeña en la Dirección Jurídica: _____

2.- Sexo: 1. Varón 2. Mujer

3.- Edad. (Escriba su edad en años). _____

ESTABILIDAD

4. El momento actual que atraviesa la Dirección Jurídica es excelente.	1	2	3	4	5
5. La situación laboral en esta empresa es excelente.	1	2	3	4	5
6. No existe riesgo de despido o cese de mi puesto de trabajo	1	2	3	4	5

CAPITULO XI

7. Valoro muy bien el trabajo de los jefes directos.	1	2	3	4	5
8. Valoro muy bien el trabajo de los compañeros de trabajo.	1	2	3	4	5
9. Valoro muy bien el trabajo de los que dependen de mí.	1	2	3	4	5
10. Mi trabajo está muy bien valorado por los jefes directos.	1	2	3	4	5
11. Mi trabajo está muy bien valorado por los compañeros de trabajo.	1	2	3	4	5
12. Mi trabajo está muy bien valorado por los que dependen de mí.	1	2	3	4	5
13. En la empresa han existido muchas posibilidades de promoción.	1	2	3	4	5
14. Mis posibilidades de promoción, en este momento, son muchas.	1	2	3	4	5
15. Mi perfil es acorde con los objetivos y finalidades de mi trabajo.	1	2	3	4	5

PROMOCIÓN REMUNERACIÓN

16. Teniendo en cuenta mi categoría, la remuneración que percibo es superior en relación al mercado de trabajo.	1	2	3	4	5
17. Mi sueldo está en consonancia con los sueldos que hay en la Dirección Jurídica.	1	2	3	4	5
18. Mi sueldo está en consonancia con la situación y marcha económica de la Institución a la que pertenezco.	1	2	3	4	5
19. Estoy satisfecho con la remuneración que percibo por mi trabajo.	1	2	3	4	5

CONDICIONES DE TRABAJO

20. Creo que mi trabajo es creativo.	1	2	3	4	5
21. Creo que mi trabajo es agradable.	1	2	3	4	5

CAPITULO XI

22. Creo que mi trabajo no es frustrante.	1	2	3	4	5
23. Creo que mi trabajo no es rutinario.	1	2	3	4	5
24. La organización y planificación de las tareas en mi centro de trabajo es excelente.	1	2	3	4	5
25. Las condiciones ambientales en mi trabajo son adecuadas.	1	2	3	4	5

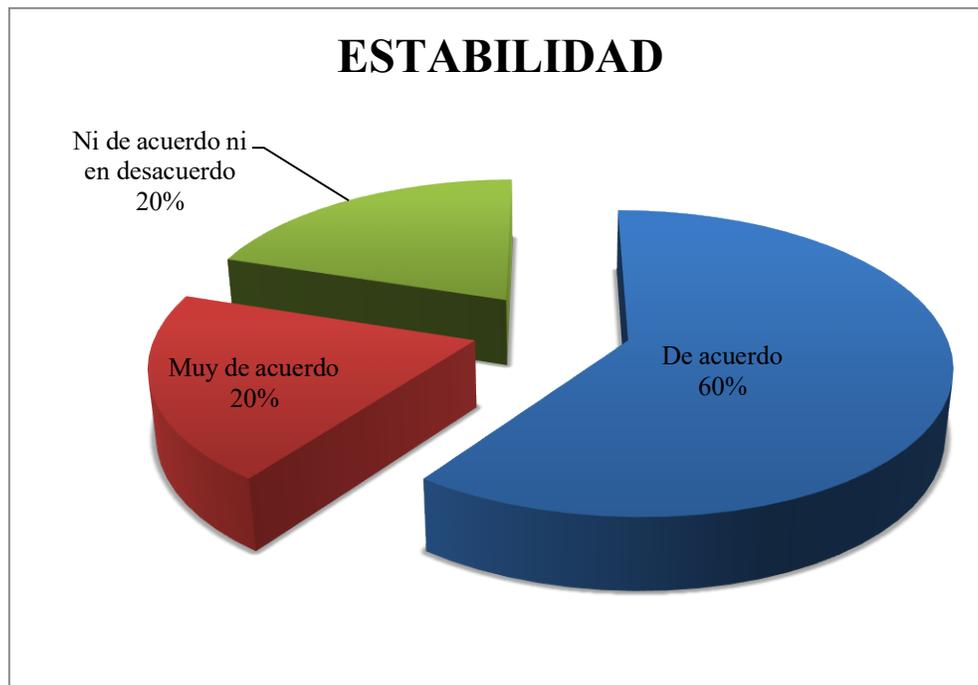
FACTORES EXTRÍNSECOS

26. El funcionamiento de las instalaciones es excelente.	1	2	3	4	5
27. El funcionamiento de los servicios es excelente.	1	2	3	4	5
28. El funcionamiento de los departamentos es excelente.	1	2	3	4	5

DIAGNOSTICO

Análisis de los resultados

Con base a las respuestas obtenidas en la aplicación de la encuesta, se obtuvieron los siguientes resultados:



En el rubro de Estabilidad laboral, el 60% de los encuestados percibe una seguridad o estabilidad en su trabajo, en este sentido el trabajador siente un estado de pertenencia, y sabe que no será separado de su trabajo a menos que cometa una falta a sus deberes, ya que son trabajadores de confianza, ya que desempeñan trabajos de vigilancia y control dentro de Institución Pública.

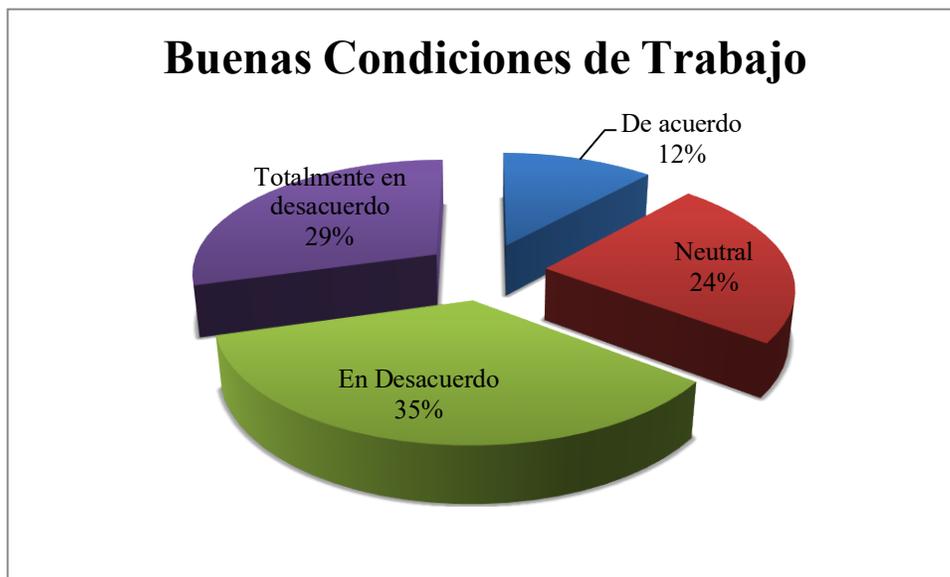


CAPITULO XI

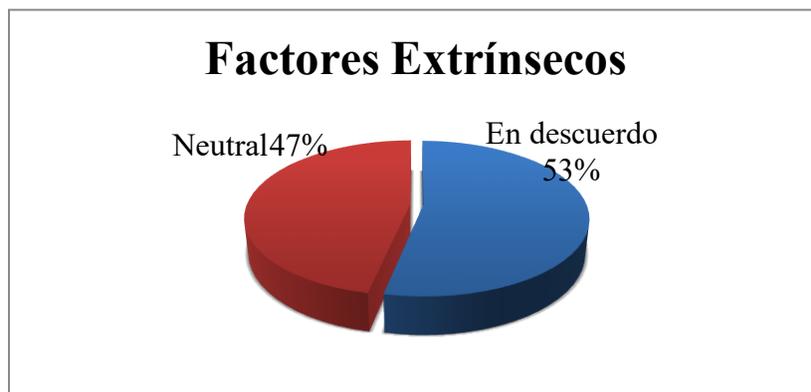
En el apartado de Promoción, aspectos como si se considera valorado o con oportunidad de obtener un puesto, se destaca que con 29% y con el 27%, los encuestados consideran que tienen oportunidad de ser promocionados o se sienten laboralmente valorados.



En el rubro de la Remuneración se percibe claramente que los encuestados, miembros del departamento perciben una remuneración inadecuada en relación a sus actividades y a su puesto de trabajo, se puede determinar que con un 65% de respuestas “muy en desacuerdo” no existe una buena remuneración en la Dirección analizada, lo que no debe de extrañarse ya que es sabido que en México, de manera general los sueldos son bajos comparados con otros países, en este sentido un Servidor Público bien remunerado, de acuerdo a su responsabilidad, será una persona que no necesite incurrir en actos ilícitos en la mayoría de los casos, sin embargo esto no es una regla, ya que en muchos casos son otros factores que propician los actos de corrupción como lo son el compromiso político, amiguismo, perfil profesional no acorde al puesto a desempeñar, entre otros, por lo tanto esto indica en la presente investigación que este es un indicador principal que propicia los actos de corrupción en las Instituciones.



Factores como si el trabajo es creativo o agradable se ven reflejados de manera negativa, ya que con un 35 % de resultados se determina que los trabajadores no perciben un buen ambiente de trabajo, convirtiendo este en tedioso y poco atractivo, aunque en menor escala este es un determinante también que genera actos de corrupción, al considerar el Servidor Público que La fuente de trabajo no es estable laboralmente.



Aspectos externos como la buena relación entre departamentos, buenas instalaciones y buenos servicios se perciben de manera negativa con un 53% lo que puede originar una falta de motivación y mala actitud de los servidores que trabajan en el departamento, lo que conlleva a que el servidor público, actúe sin compromiso profesional y ético.

ENTREVISTA REALIZADA AL PERSONAL DE LA DIRECCIÓN JURÍDICA MUNICIPAL.

CAPITULO XI

Se tuvo una charla abierta con las personas involucradas en el departamento donde las preguntas formuladas de fueron de forma Dicotómicas, a continuación, se describen las mismas las siguientes:

1. ¿Está satisfecho con su trayectoria en La Dirección Jurídica?
2. ¿De haber sabido cómo iban a ser las cosas en la Dirección Jurídica, hubiera ingresado en ella?
3. ¿Siente que su trabajo es valorado la Dirección Jurídica?
4. ¿Se siente orgulloso de pertenecer a la Dirección Jurídica?
5. ¿Se siente integrado en la Dirección Jurídica?
6. ¿La considera un poco “como suya”, como algo propio?
7. ¿Conoce bien que aporta su trabajo a la Dirección Jurídica?
8. ¿Si pudiera dejar la Dirección Jurídica por otro trabajo, a igualdad con más remuneraciones, la dejaría?
9. ¿Su puesto de trabajo le resulta remunerado?
10. ¿Considera que tiene amplias facultades de acción en el puesto que desempeña?

Una vez realizadas las entrevistas y analizadas las respuestas a las respectivas preguntas, las cuales fueron planteadas de forma Dicotómicas, al personal de la Dirección Jurídica se concluye que los empleados de dicha Dirección:

1. No se encuentran motivados
2. Si les gustaría seguir en la Dirección Jurídica siempre y cuando mejoren sus condiciones laborales
3. Tienen una baja remuneración
4. No están comprometidos al 100% con la Institución.
5. No están a gusto con el desempeño de sus funciones asignadas
6. Mostraron compromiso por su trabajo
7. No sienten sentido de pertenecía a la Dirección Jurídica

DEBILIDADES		FORTALEZAS	
1	Delegación de funciones Restringida.	1	Asesorías jurídicas gratuitas a personas de escasos recursos
2	Sueldos bajos, no acorde a las responsabilidades.	2	Organización Interna buena
3	Personal sin perfil	3	Buena atención a los departamentos del H. Ayuntamiento
4	Vulnerabilidad a que la gente de vital importancia no pueda desarrollar sus funciones por restricciones superiores	4	Dominio y liderazgo en asuntos jurídicos

		5	Número de personal adecuado
AMENAZAS		OPORTUNIDADES	
1	Crisis económica	1	Aprovechar las relaciones Institucionales para agilizar procesos legales.
2	Riesgo de pérdida de abogados competentes ante la escasez del mercado	2	Aprovechar las diferentes estructuras gubernamentales para apoyar a los ciudadanos más necesitados en sus trámites jurídicos
3	Cambios legislativos frecuentes	3	Utilizar las Reformas Constitucionales en provecho del H. Ayuntamiento y la Ciudadanía en general.
4	Competencia en el mercado laboral	4	Utilización de nuevas tecnologías en servicio de la Dirección Jurídica

ANÁLISIS FODA

Se presenta un FODA donde se lleva a cabo un análisis de los hallazgos encontrados. Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

Todos los funcionarios públicos deben de tener ciertas habilidades que los ayudan al buen desempeño de sus funciones, pero a mi punto de vista tienen un límite que no se debe de traspasar, ya que sería un riesgo de caer en un conflicto de intereses, que se puede convertir en un acto de corrupción, dentro de esas habilidades se encuentran algunas que son primordiales para que cumpla con éxito su función administrativa, pero estas se ven en riesgo por algún agente externo inhibidor de la ética profesional, (por acción u omisión) como puede ser, frustración, desmotivación, sentimentalismo, amiguismo, confianza desmedida, inocencia, ignorancia, lealtad desmedida, premura entre otras, todo lo anterior pone las decisiones en franca vulnerabilidad y en la antesala del conflicto de intereses, y que posteriormente pudieran incurrir en actos de corrupción, en perjuicio del interés público, tales como políticas públicas deficientes, mediocres, inequitativas, desigualdad, pobreza, injusticia, daño a la democracia, clientelismo político; en suma, un mal gobierno.

CAPITULO XI

En el presente proyecto, se identificaron diversos factores que indican aspectos que se deben corregir por parte de la Administración Pública Municipal, y que como análisis de la problemática son focos rojos que dicen predisposiciones por parte de los analizados a cometer actos de corrupción, tales como, salarios bajos, perfil no apto para estar en la Dirección Jurídica, falta de motivación, restricción de funciones, crisis económicas, desinterés por parte de los superiores jerárquicos.

Para poder identificar y posteriormente determinar acciones para identificar conflicto de interés en el servicio público que permitan disminuir los conflictos de intereses y que estos puedan derivar en actos de corrupción, se necesitan mejorar las condiciones actuales de la administración pública en base a los resultados obtenidos en la presente investigación, ya que se trata de analizar la Administración Pública, que en este caso es en la Dirección Jurídica Municipal, ya que todo se basa en estadísticas obtenidas en base al diseño de la propuesta de esta investigación, y con lo cual se estaría analizando la situación actual, para encontrar los elementos, que propician que en la Dirección que se aplique sean identificados los factores que propicien conflictos de intereses que puedan convertirse en actos de corrupción y que de esta forma se puedan prevenir tomando las medidas necesarias que arrojó la presente investigación y disminuir los índices de la problemática planteada, para encontrar alternativas de solución en el presente trabajo, que desde una perspectiva objetiva lo son los actos de los servidores públicos poco profesionales, flagelo que debe ser considerado materia de una investigación para buscar herramientas de combate a la tan antigua problemática que vive México en sus tres órdenes de Gobierno y que es la corrupción.

BIBLIOGRAFÍA

- Alban, G. P. G., Arguello, A. E. V., & Molina, N. E. C. (2020). Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). *Recimundo*, 4(3), 163-173.
- Álvarez Tovar, A. C. (2016) Importancia de la ética de los funcionarios públicos.
- Amandi, V. M. R. (2017). Las obligaciones internacionales de México y el nuevo Sistema Nacional Anticorrupción. *Revista Mexicana de Política Exterior*, (109), 181-223.
- Castillo, V. (2022). Anticorrupción y la incorporación del Capítulo 27 al Tratado México, Estados Unidos y Canadá (T-MEC): ¿Es suficiente?[1.2871]. En *las Fronteras del Derecho*, 1.

CAPITULO XI

- Cisneros-Caicedo, A. J., Guevara-García, A. F., Urdánigo-Cedeño, J. J., & Garcés-Bravo, J. E. (2022). Técnicas e Instrumentos para la Recolección de Datos que Apoyan a la Investigación Científica en Tiempo de Pandemia. *Dominio de las Ciencias*, 8(1),1165-1185.
- Condori-Ojeda, P. (2020). Universo, población y muestra.
- Conejero, J. C. (2020). Una aproximación a la investigación cualitativa. *Neumología*
- De Diputados, C. (2012). Constitución política de los estados unidos mexicanos. México: Cámara de diputados.
- Galarza, C. A. R. (2020). Los alcances de una investigación. *CienciAmérica: Revista de divulgación científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica*, 9(3), 1-6.
- Gómez, A. G. (2005). La desesperante corrupción. *Reflexión Política*, 7(13), 4-5.
- IMCO (2016). Desarrolla IMCO, Consultado 7 de febrero de 2018 de https://imco.org.mx/politica_buen_gobierno/las-siete-leyes-del-sistema-nacional-anticorrupcion/
- Meyer, M., & Hinojosa, G. (2018). El Sistema Nacional Anticorrupción de México. WOLA. <https://www.wola.org/wp-content/uploads/2018/05/Corruption-Report-SPAN.pdf>.
- Mondragón-Duarte, S. L. (2020). El derecho administrativo disciplinario y su control judicial a la luz de la función pública. *Revista de la Facultad de Derecho y Ciencias Políticas*, 50(132), 100-122.
- Montero Cartes, C. (2019). El derecho administrativo en tiempos de transformaciones. *Revista de derecho (Concepción)*, 87(246), 139-177.
- Murillo Amarís, E. (2012). Hacia una política pública de reconciliación social: tipología y casos. (Spanish). *Papel Político*, 17(2), 423-467.
- Ochoa, J., & Yunkor, Y. (2019). El estudio descriptivo en la investigación científica. *Acta jurídica peruana*, 2(2).
- *Pediátrica*, 15(1), 242-244.
- Salas, M. F. H., & Salas, M. P. V. (2021). Los principios del Derecho Administrativo: su positivización. *Sociedad & Tecnología*, 4(S1), 61-75.
- Sánchez Flores, F. A. (2019). Fundamentos epistémicos de la investigación cualitativa y cuantitativa: Consensos y disensos. *Revista digital de investigación en docencia universitaria*, 13(1), 102-122.
- SNA — Sistema Nacional Anticorrupción. (s. f.-b). SISTEMA NACIONAL ANTICORRUPCIÓN. Recuperado 26 de agosto de 2022, de <https://www.sna.org.mx>
- Torres Fernández, M. E. (2013). Marco normativo internacional contra la corrupción. *Marco normativo internacional contra la corrupción*, 163-192.
- Urbina, E. C. (2020). Investigación cualitativa. *Applied Sciences in Dentistry*, 1(3).
- Yoname, Y. (26 de mayo de 2008). El concepto de servicio público y su régimen

CAPITULO XI

jurídico en México. Instituto de Investigaciones Jurídicas. Capítulos Biblioteca
Jurídica Virtual [27747]. P 693-
707. <https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libros/6/2544/31.pdf>

INDUSTRIA 4.0

Caracterización fisicoquímica de salchichas tipo frankfurt modificadas con oleo geles de estructurados con ceras comestibles

Osiel Magnol Chávez Alfaro^c, Gilda Avendaño Vásquez^b, Elizabeth del Carmen Varela Santos^a, Karen Aylin Vargas García^a, Karina Bustos Ramírez^a.

^a Tecnológico Nacional de México/ ITS de Tierra Blanca- Maestría en Ciencias de los Alimentos y Biotecnología.

^b Conacyt- TecNM/ITS de Tierra Blanca- Maestría en Ciencias de los Alimentos y Biotecnología Estancia posdoctoral.

^c Tecnológico Nacional de México/ ITS de Tierra Blanca- Estudiante-Maestría en Ciencias de los Alimentos y Biotecnología.

Autor de correspondencia: e.varela@itstb.edu.mx

RESUMEN

Uno de los aspectos más importantes en la prevención de enfermedades que causan la tasa más alta de mortalidad en México es la mala alimentación ya que de acuerdo a la última actualización del INEGI, hubo 113, 899 decesos a causa de enfermedades del corazón equivalente al 19.7% de las defunciones totales siendo este el porcentaje más alto. Es por eso que tener una buena nutrición proponiendo la creación y reformulación de alimentos con una composición más saludable que las que comúnmente son adquiridas en el mercado reduzcan estos padecimientos. El objetivo del presente trabajo fue formular una salchicha tipo Frankfurt de pierna de cerdo con una sustitución del 100% de grasa por oleo geles de aceite de soya estructurados con ceras naturales comestibles con el fin de evitar el consumo excesivo de grasas saturadas y mantener las características de una salchicha común comercial. Se realizó una caracterización fisicoquímica, donde las formulaciones con oleo gel se compararon entre sí y con una salchicha comercial. En general presentaron un comportamiento ideal y casi iguales entre cada una prometiendo a los oleo geles como buenos candidatos ante el remplazo de grasa animal.

INTRODUCCIÓN

Una de las problemáticas que se vive dentro de la industria alimentaria hoy en día es el abuso de la utilización y consumo de grasas saturadas en alimentos que generalmente tienden a ser de alta demanda social teniendo una adquisición mayoritaria, acelerando

distintas enfermedades debido a su alto consumo, es por eso que buscar opciones que puedan sustituir y mejorar el perfil lipídico en productos alimenticios repercutiría en mejoras positivas. Los oleo geles están siendo considerados como estas nuevas alternativas de sustitución ante la grasa animal (Gravelle & Marangoni, 2018; Contreras-Ramírez et al., 2022 & Ferrer González, 2017) presentándose como aceites estructurados por organogelantes como las ceras naturales, mostrando aplicaciones de impacto potencial y principalmente la sustitución de ácidos grasos saturados y *trans* por ácidos grasos poliinsaturados.

En el sector cárnico, la utilización de grasas animales consideradas altamente saturadas tienen el fin de proporcionar productos con mejores propiedades organolépticas como la sensación en la boca y las propiedades de textura (plasticidad, solidez y dureza) de muchos alimentos, incluidos los helados, el chocolate y los productos cárnicos (Stortz et al., 2012); alimentos con mayor demanda de los cuales los embutidos son los más presentes (COMECARNE, 2022); su consumo tiende a promover el incremento de enfermedades cardiovasculares, relacionadas al corazón, obesidad entre otras, convirtiéndolos en productos menos saludables (Wolfer et al., 2018). El consumo de estos productos ricos en grasas animales conduce al incremento de colesterol total en la sangre, así como el colesterol LDL y provocando una disfunción endotelial conocida como marcador de factores de riesgo cardiovascular, también aumenta el índice del factor VII, factor responsable de la coagulación de la sangre y lipemia p-p, caracterizado por un incremento exagerado en plasma de las concentraciones de triglicéridos (Torrejón & Uauy, 2011; Ramírez-Vélez, 2011).

En México este sector es una industria consolidada que produce más de 1 millón de toneladas de productos anualmente, representando el 23% de la industria alimenticia, donde los embutidos representan el 49%, convirtiéndose en un alimento de alta demanda social; es por eso que, proponer estrategias nuevas que funcionen como sustitutos de grasas saturadas mejoraría la calidad nutricional en estos productos (Suárez, 2020) ya que la principal causa de muerte en los últimos años se debe a enfermedades del corazón y diabetes mellitus relacionadas al alto consumo de estas grasas presentes en dichos alimentos (INEGI, 2022).

Recomendaciones basadas en estudios del consumo de grasas están de acuerdo en que los ácidos grasos insaturados y los ácidos grasos poliinsaturados son importantes para

reducir los biomarcadores de enfermedades cardiovasculares (Dyerberg et al., 2004). A raíz de estas estadísticas, el gobierno de México se llevó a la tarea de implementar el nuevo etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasadas de acuerdo a la NOM-051-SCFI/SSA1-2010 modificada en el 2020 brindando al consumidor información clara y visible sobre el producto que está comprando en 5 sellos, de los cuales destacan exceso de grasas saturadas y exceso de grasas *trans*. (Gobierno de México, 2021).

En respuesta a esto, el reemplazo directo de grasas saturadas por aceites insaturados en alimentos complejos es un desafío técnico considerable que pretende ser prometedor aplicando el desarrollo de oleo geles.

METODOLOGÍA

Preparación de los oleo geles

De acuerdo a las concentraciones necesarias de cera como agente estructurante solidificante en solventes orgánicos, se empleó el 2.5% p/p para la producción de oleo geles, cera de abeja (Gao et al., 2021), cera de candelilla (Aranda-Ledesma et al., 2022) y cera de arroz utilizando 4% (Wolfer et al., 2018) en aceites vegetales comestibles. Se pesaron los gramos correspondientes de cera y agregando aceite de soya hasta llegar al peso requerido (100%) en un vaso de precipitado de 500ml que posteriormente se colocó en una parrilla eléctrica a 70°C en agitación suave y constante. En un lapso no mayor a 30 minutos se retiró de la parrilla una vez que estuviera disuelta perfectamente y dejó enfriar a temperatura ambiente para luego ser cubierta con papel film para su refrigeración y maduración por mínimo de 5 días para asegurar la estructuración adecuada del gel (Wolfer et al., 2018).

Preparación de la salchicha

Se produjeron 973.4 g de salchichas aproximadamente de 10cm de largo y 2cm de diámetro con una sustitución del 100% de grasa añadida por oleo geles elaborados con aceite de soya al 2.5% de ceras naturales (arroz, candelilla y abeja). La materia cárnica utilizada fue obtenida del frigorífico del Papaloapan ubicado en Tierra Blanca, Veracruz el mismo día de su procesamiento. Cada una de las sales de cura empleadas se colocaron juntamente con la carne en un procesador (Food processor Cuisinart CFP-800WBC) a la que se añadió al

50/50 oleogel y hielo. La emulsión cárnica que se obtuvo se cubrió con papel film y se resguardó por 24 hr a 4°C.

Utilizando un molino-embutidor MGB-120 y tripa sintética de colágeno de 2 cm de diámetro se obtuvieron las salchichas para ser escaldadas por 20 minutos, posteriormente se retiraron y esperaron a temperatura ambiente para ser empacadas al vacío (VACUUM SEALER FSSMSL0160), así mismo se mantuvieron a temperatura de refrigeración para sus determinaciones correspondientes.

Análisis proximal

El análisis proximal de las salchichas elaboradas se realizó de acuerdo a normas oficiales mexicanas (NMX) y técnicas permitidas durante la primera semana de su elaboración, siguiendo la NMX-F-065, 1984 de Alimentos salchichas, especificaciones; NMX-F-065, 1978 para determinación de cenizas, NMX-F-83-1986, para determinación de humedad, NMX-F-089-S-1978, para determinación de extracto etéreo en alimentos (Método Soxhlet) y en el caso de proteína por el método de Biuret por disponibilidad de materiales y reactivos.

Análisis experimental

Los experimentos fueron aleatorizados y las mediciones fueron tomadas en el día 1 y 21 después de su elaboración para obtener tres lecturas por cada formulación (3 formulaciones con distinta cera utilizada en cada oleo gel y salchicha comercial como control). Los datos conseguidos fueron analizados mediante un ANOVA por el software StatsSoft, inc. 2011. Con una $p < 0.05$.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

En la tabla 1 se expresa el análisis proximal de las salchichas formuladas con oleo geles de aceite de soya estructuradas con diferentes ceras comestibles, así como la salchicha comercial, la salchicha formulada con cera de arroz, resulta en mayor contenido de humedad (56.41%), lo que se traduce en la mayor capacidad de atrapamiento de agua dentro de la emulsión, esto promueve su jugosidad y probablemente también una textura más suave., así mismo las salchichas formuladas con cera de abeja demostraron tener el mayor contenido de grasa (64.77%), esto es probablemente debido a la composición de las diferentes ceras, ya que la cera de abeja se encuentra compuesta por ácidos grasos libres

(Wright & Marangoni, 2011) los cuales en relación con el resto de las otras ceras, se encuentran en mayor proporción, lo cual genera una mayor biodisponibilidad, así como una mayor concentración en la extracción. A pesar de que las salchichas elaboradas en este estudio muestran mayores concentraciones de grasa comparadas con la salchicha comercial (tomadas de la etiqueta), se debe recordar que se trata de aceite altamente poliinsaturado el cual fue estructurado por las diferentes ceras.

Tabla 1. Análisis proximal de salchichas elaboradas con oleogeles de aceite de soyaestructurados con diferentes biocerías.

Determinación (%) / Muestra	Comercial	Arroz	Candelilla	Abeja
Humedad	43.36	56.41 ± 0.13 ^b	43.1 ± 0.73 ^a	43.16 ± 2.35 ^a
Cenizas	3.08	2.9 ± 0.05 ^a	2.6 ± 0.01 ^b	3.0 ± 0.11 ^a
Grasa saturada	10.1	0	0	0
Grasa poliinsaturada	0	47.17 ± 0.31 ^b	43.25 ± 0.34 ^a	64.77 ± 0.20 ^c
Proteína	8.31	17.84 ± 0.37 ^b	18.04 ± 0.18 ^b	11.82 ± 0.08 ^a

Los signos de ± indican la desviación estándar. Los valores medios dentro de una columna con diferentes letras en superíndice son significativamente diferentes ($P \leq 0.05$).

En la determinación de cenizas, se pudo observar que las salchichas elaboradas con cera de candelilla fueron estadísticamente distintas, según lo reportado por (Avendaño-Vásquez et al., 2022), debido a los fenómenos de maduración de los embutidos en los que de forma gradual disminuye el contenido de sales y minerales presentes a causa de las reacciones de generación de nitro pigmentos, los cuales son evidenciados por el cambio en el color de los productos, haciéndose presente un color rojizo que va del interior hacia el exterior del producto. Adicionalmente las salchichas de arroz y cera de abeja fueron más similares a la comercial, lo cual indica que existe mayor mimetismo en estos sistemas a la grasa saturada empleada en las salchichas comerciales, lo cual podría desarrollar otras características similares a la salchicha comercial como el color.

Los resultados obtenidos de análisis de proteínas demostraron que las salchichas elaboradas con oleogeles obtuvieron mayores concentraciones de proteínas desde un 11% para el caso de las salchichas elaboradas con cera de abeja hasta el 18% para las elaboradas con cera de candelilla y arroz, observando que en las salchichas comerciales se declara el 8.31% según la información nutrimental en su etiqueta, por lo que las

salchichas elaboradas en este estudio demostraron contener mayor cantidad de carne, indicando que el producto de referencia fue elaborado con sustitutos de proteína a fin de cubrir con lo indicado en su etiqueta, tras probablemente la incorporación de féculas para abaratar los costos de producción, lo que según la NMX-F-065-1984, ALIMENTOS.- SALCHICHAS.- ESPECIFICACIONES, 1984., quedaría fuera de rango ya que lo indicado en el marco normativo es una cantidad superior a 9.5%, por lo que la marca comercial quedaría por debajo de dicha referencia, lo que podría indicar un producto menos costoso que los que contienen un mayor contenido proteico en el mercado, sin embargo, esto en la práctica no sucede así.

La salchicha elaborada con oleo geles de ceras comestibles demostraron mejores características nutricias en comparación con el marco referencial comercial de una etiqueta nutrimental, lo cual se atribuye a la presencia mayoritaria del componente cárnico, así como la influencia de los aceites altamente poliinsaturados estructurados con ceras comestibles, mismos que al ser consumidos otorgarían beneficios a la salud del consumidor disminuyendo el riesgo de enfermedad cardíaca, reducción del síndrome metabólico y la diabetes, ayudando a disminuir el colesterol LDL (malo), que podría causar obstrucción o bloqueo de las arterias (vasos sanguíneos), adicional a retardar la acumulación de placa, una sustancia que comprende grasa, colesterol y calcio, que endurece y bloquea las arterias. De acuerdo al análisis de datos y por lo descrito anteriormente, cabe resaltar que la mejor formulación obtenida fue la que empleó oleo gel estructurado con cera de candelilla puesto que fue la que presentó más aporte proteínico y menor contenido de grasas en comparación al control comercial y las formulaciones elaboradas por otras ceras, sin embargo el porcentaje deseable en productos de esta categoría está aún por debajo (< 30%), a pesar de esto, se destaca que en casi su totalidad, la grasa presente en las formulaciones con oleo gel son considerada poliinsaturadas a diferencia de la salchicha de referencia.

CONCLUSIÓN

Tras la caracterización fisicoquímica realizada en este trabajo, se puede apreciar que generar un embutido con una parte lipídica remplazada por oleo geles a base de ceras naturales y aceites vegetales representa una opción para disminuir el consumo excesivo de grasas saturadas presentes en productos de esta categoría,

destacando a los oleo geles de cera de candelilla por haber presentado las mejores características similares a una salchicha comercial. Por lo que constituye una alternativa para una alimentación más saludable a poblaciones de alto consumo de salchichas como los niños.

BIBLIOGRAFÍA

- Aranda-Ledesma, N. E., Bautista-Hernández, I., Rojas, R., Aguilar-Zárate, P., Medina-Herrera, N. del P., Castro-López, C., & Guadalupe Martínez-Ávila, G. C. (2022). Candelilla wax: Prospective suitable applications within the food field. *Lwt*, 159. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113170>
- Avendaño-Vásquez, G., Ochoa-Martínez, B., Vargas-García, K. A., & Varela Santos, E. del C. (2022). Effect of the incorporation of candelilla wax oleogels on Frankfurters sausages (pp. 1–2).
- COMECARNE. (2022). Compendio Estadístico 2022 Presentación. 1–108. www.comecarne.org
- Contreras-Ramírez, J. I., Patel, A. R., gallegos-Infante, J. A., Toro-Vázquez, J. F., Pérez-Martínez, J. D., Rosas-Flores, W., & González-Laredo, R. F. (2022). Organogel-based emulsified systems, food applications, microstructural and rheological features-a review. *Biointerface Research in Applied Chemistry*, 12(2), 1601–1627. <https://doi.org/10.33263/BRIAC122.16011627>
- Dyerberg, J., Eskesen, D. C., Andersen, P. W., Astrup, A., Buemann, B., Christensen, J. H., Clausen, P., Rasmussen, B. F., Schmidt, E. B., Tholstrup, T., Toft, E., Toubro, S., & Stender, S. (2004). Effects of trans- and n-3 unsaturated fatty acids on cardiovascular risk markers in healthy males. An 8 weeks dietary intervention study. *European Journal of Clinical Nutrition*, 58(7), 1062–1070. <https://doi.org/10.1038/sj.ejcn.1601934>
- Ferrer González, M. B. (2017). Textura y aceptación de salchichas cocidas utilizando un oleogel o manteca de semilla de calabaza como reemplazo de grasa. November, 50.
- Gao, Y., Lei, Y., Wu, Y., Liang, H., Li, J., Pei, Y., Li, Y., Li, B., Luo, X., & Liu, S. (2021). Beeswax: A potential self-emulsifying agent for the construction of thermal-sensitive food W/O emulsion. *Food Chemistry*, 349(January), 129203. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129203>
- Gobierno de México. (2021). Etiquetado: la importancia de lo que comemos. Seguridad Alimentaria Mexicana. <https://www.gob.mx/segalmex/es/articulos/etiquetado-la-importancia-de-lo-que-comemos?idiom=es>
- Gravelle, A. J., & Marangoni, A. G. (2018). Ethylcellulose Oleogels: Structure, Functionality, and Food Applications. In *Advances in Food and Nutrition Research* (1st ed., Vol. 84). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/bs.afnr.2018.01.002>
- INEGI. (2022). Cifras de Mortalidad en México. <https://www.inegi.org.mx/>

CAPITULO XII

- NMX-F-065-1984, ALIMENTOS. - SALCHICHAS. - ESPECIFICACIONES, Pub. L. No. NMX-F-065-1984 (1984).
- NMX-F-065. (1978). Determinación de cenizas en alimentos. foodstuff determination of ashes. normas mexicanas. dirección general de normas. NMX-F-066-S-1978, 1–18.
- NMX-F-065. (1984). Salchichas, especificaciones. <http://www.economia-nmx.gob.mx/normas/nmx/1984/nmx-f-065-1984.pdf>
- NMX-F-089-S-1978. (1978). Determinación de extracto etéreo (Método Soxhlet) en Alimentos. Norma Técnica Mexicana, 3–6. <http://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-FF-038-2002.PDF>
- NMX-F-83-1986. (1986). Determinación de humedad en productos alimenticios. Dirección General de Normas, 3–6. t.ly/nUNC
- Ramírez-Vélez, R. (2011). La lipemia pos-prandial induce disfunción endotelial y mayor grado de resistencia a la insulina en sujetos sanos. *Endocrinología y Nutrición*, 58(10), 529–535. <https://doi.org/10.1016/j.endonu.2011.07.009>
- Stortz, T. A., Zetzi, A. K., Barbut, S., Cattaruzza, A., & Marangoni, A. G. (2012). Edible oleogels in food products to help maximize health benefits and improve nutritional profiles. *Lipid Technology*, 24(7), 151–154. <https://doi.org/10.1002/lite.201200205>
- Suárez, C. A. (2020). La industria de las carnes frías en México. Consejo Mexicano de La Carne. <https://comecarne.org/la-industria-de-las-carnes-frias-en-mexico/>
- Torrejón, C., & Uauy, R. (2011). Quality of fat intake, atherosclerosis and coronary disease: Effects of saturated and trans fatty acids. *Revista Medica de Chile*, 139(7), 924–931. <https://doi.org/10.4067/S0034-98872011000700016>
- Wolfer, T. L., Acevedo, N. C., Prusa, K. J., Sebranek, J. G., & Tarté, R. (2018). Replacement of pork fat in frankfurter-type sausages by soybean oil oleogels structured with rice bran wax. *Meat Science*, 145(July), 352–362. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.07.012>
- Wright, A. J., & Marangoni, A. G. (2011). Vegetable Oil-based Ricinelaidic Acid Organogels-Phase Behavior, Microstructure, and Rheology. In *Edible Oleogels: Structure and Health Implications (Second Edition)*. AOCS Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-9830791-1-8.50007-3>

Determinación de los principales indicadores en un censo comercial de los diferentes sectores empresariales en Agua Prieta, Sonora

Blanca Esthela Zazueta Villavicencio^a, Eduardo Rodríguez Leyva^a, Manuel Octavio Loreto Arizpuro^a, Edgar Cota Valenzuela^a, Silvia Patricia López Soto^a

^aTecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Agua Prieta

Autor de correspondencia: b.zazueta@aguaprieta.tecnm.mx

RESUMEN

La actividad investigativa que se presenta se deriva de la aplicación de una metodología que se aplica en la ciudad de Agua Prieta generando un censo comercial, sectorizando el instrumento de recolección de información por indicadores predeterminados para el municipio, se aplicó a los propietarios o encargados de los negocios, buscando demostrar que la información generada podría ser considerada para la definición de estrategias en beneficio de las MyPymes preferentemente en relación a su desarrollo y/o consolidación. Los organismos involucrados son: Desarrollo Económico de Agua Prieta y el Instituto Tecnológico de Agua Prieta, quienes están en búsqueda permanente del desarrollo y progreso de este municipio.

Es importante mencionar que esta investigación clasifica de manera coherente las áreas que se analizarán de cada empresa como recursos humanos, relación con los recursos naturales, ciencia y tecnología, Infraestructura, relaciones con el gobierno, etc., esto proporcionará estrategias para la toma de decisiones en los diferentes sectores del municipio de Agua Prieta, de igual manera se busca encontrar las necesidades de cada una de las empresas encuestadas permitiendo a Desarrollo Económico y/o instituciones correspondientes buscar los mecanismos de apoyo según sea su necesidad.

INTRODUCCIÓN

Agua Prieta es un municipio está ubicado en el noreste del estado de Sonora. Nuestro Estado, fronterizo, naturalmente rico y lejano del centro, representa un espacio de privilegio para el trabajo. Sonora ha sido semillero de líderes, de hombres y mujeres emprendedoras, independientes, forjados en una autonomía.

Cuenta con una población aproximada de 92,000 (1) habitantes de los cuales cerca de 62

CAPITULO XIII

% (1) personas conforman la población económicamente activa de esta el 9%(1) se encuentra trabajando en el sector de comercios.

Es evidente que en las circunstancias pasadas han modificado los aspectos económicos en el país, por ende, en estados y municipios, por lo que el entorno macroeconómico de crisis es recurrente, esto ha significado que se le asigne la máxima prioridad al restablecimiento de las condiciones de estabilidad financiera en los comercios que se encuentran en detrimento, por lo que toma vital importancia las cuestiones de apoyos relacionadas con la política regional. El desarrollo no se da en lo abstracto, sino que se manifiesta visiblemente en las regiones, donde del análisis de las mismas y de la identificación y comprensión de los impactos, obtenemos un mejor entendimiento de las condiciones necesarias y de las limitantes presentes para alcanzar el nivel de desarrollo deseado en el caso Agua Prieta es importante fortalecer todas las áreas relacionadas al comercio y al servicio.

Para México, nuestro Estado y la localidad, no hay duda alguna que las MiPyMES son un eslabón fundamental, indispensable para el desarrollo. En la localidad contamos con una importante base de Micro, Pequeñas y Medianas empresas, es evidente que se consolidan mucho mejor que otros estados de la república debido a la cercanía fronteriza, debemos aprovecharla para hacer de eso una fortaleza que haga competitivo al país, que se convierta en una ventaja real para atraer nuevas inversiones y fortalecer la presencia de productos mexicanos tanto dentro como fuera de nuestra nación y podemos pretender que en Agua Prieta se apoye en mayor medida al crecimiento y/o consolidación de MiPyMES de diversos giros, para fortalecer la economía local y regional.

Es una tarea de Instituciones de Educación Superior, empresarios, las Cámaras y dependencias gubernamentales, así como de la sociedad en su conjunto, exigir que el gobierno establezca y ejecute políticas públicas que sienten condiciones adecuadas para alentar la competitividad de las empresas, especialmente de las MiPyMES. La confianza en las autoridades responsables es fundamental para que las políticas públicas den lugar a mayores inversiones privadas. Es indispensable apoyarlas para seguir creciendo, pero sobre todo para fortalecerse, tecnificarse e integrarse de mejor manera en el aparato productivo nacional.

El Instituto Mexicano para la Competitividad (IMCO) publica la posición de México de 2005

a 2022 ocupando de la posición 30 a la 37, con respecto a los diferentes países que en el año anterior (ver figura 1).

Figura 1: Competitividad de México a nivel internacional.



Figura1.- Esta grafica permite ver las posiciones a nivel mundial que México ha ocupado durante los años 2005 a 2022, en el ranking se muestra el nivel de competitividad como Baja.

Por lo que toma vital importancia que esta investigación permita tener un fundamento científico y contundente que permita brindar un apoyo a las MiPyMES por parte de las organizaciones gubernamentales de todos los niveles para alcanzar un grado de desarrollo y competitividad importante que coadyuve al desarrollo regional y nacional.

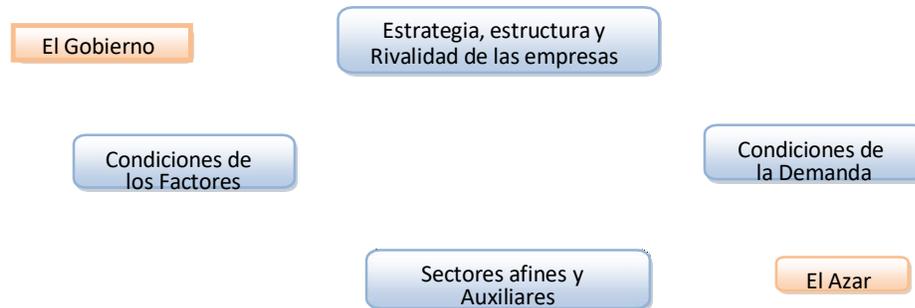
METODOLOGÍA

Esta investigación es de tipo mixta descriptiva, ya que para el desarrollo de la presente investigación se tomó como guía la propuesta metodológica de Michael Porter (2). El diamante es un sistema en el que el papel de sus componentes puede contemplarse por separado, pero sus interrelaciones afectan directa o indirectamente a todos los elementos del diamante de manera positiva o negativa según sea el caso, enmarcando el lugar donde

se originan las ventajas competitivas de las que consta, por lo que tenemos cuatro atributos: Condiciones de los factores: Condiciones de la demanda: Empresas relacionadas horizontal y verticalmente y la Estructura y rivalidad de las industrias. Todos estos atributos conforman un sistema creado por Porter denominado "Diamante". Dos variables auxiliares complementan el marco del análisis: el gobierno y los hechos fortuitos o causales. Las determinantes cuentan con unas características o componentes del diamante que determinan las industrias o los segmentos industriales en los que una nación estado o región tienen las mejores oportunidades para alcanzar el éxito. El diamante de Porter genera un entorno fértil para la creación de empresas competitivas y promueve la agrupación en clúster de empresas globalmente competitivas. Adicionalmente, se genera un efecto en cascada hacia industrias relacionadas ya sea vertical u horizontalmente, con una tendencia a concentrarse geográficamente. Esto hace que el nivel de la competencia se incremente, se agilicen los flujos de información y acelere la dinámica del sistema.

Otros dos elementos afectan también la configuración del Diamante a Nivel Nacional y el nivel de ventaja competitiva: la intervención del gobierno y los fenómenos fortuitos. Generalmente en una nación y/o empresa se alcanza el éxito en un sector en particular gracias a los cuatro componentes que conforman el Diamante de Michael Porter los cuales determinan el entorno en que han de competir las empresas locales que fomentan o entorpecen la creación de la ventaja competitiva. Las ventajas, en todos los determinantes o componentes del diamante, son necesarias para alcanzar y mantener dicho éxito. Sin embargo, gozar de condiciones favorables en cada atributo no es algo indispensable para poder conseguir ventajas competitivas en una industria. La definición sobre competitividad del autor servirá como base principal para la selección de los indicadores que integraran a la variable competitividad, partiendo de los seis componentes del diamante de la competitividad que se observan en la figura 2 que se muestra a continuación. Para ello se consideraron aquellos recursos o infraestructura de que disponen los municipios para fomentar las actividades empresariales.

El Diamante de la Competitividad.



Fuente: Porter (1990)

Figura 2.- Esta figura muestra el diamante de la competitividad diseñado por Porter (2), donde se puede apreciar los cuatro vértices del "diamante" incluyen los factores más importantes para medir el desempeño microeconómico, y una vez que se complementan con los factores Gobierno, constituyen una evaluación sistémica a la economía nacional o regional.

Se efectuó un despliegue para realizar entrevistas y aplicación de cuestionarios diseñados específicamente para determinar el nivel de competitividad en la localidad, considerando variables como: recursos humanos, recursos naturales, ciencia y tecnología, infraestructura, población, empresas, instituciones y gobierno, cada una de ellas con sus correspondientes indicadores para su evaluación. Las entrevistas y aplicación de cuestionarios se desarrollaron en 60 días. Se aplicaron 500 encuestas a diferentes empresas e instituciones.

Determinantes de la Ventaja Competitiva.

Se muestran a continuación en la Figura 3 las determinantes que ayudan a describir las condiciones y sectores afines que se investigan y toman en cuenta para esta investigación.

Condiciones de los factores:	Condiciones de la demanda:
Posición de la nación en lo que concierne a mano de obra especializada o infraestructura necesaria para competir en un sector dado.	La naturaleza de la demanda interior de los productos o servicios del sector.
1.- Cantidad, habilidades y costos de personal. 2.- Abundancia, calidad, accesibilidad y costos de los recursos físicos del país como tierra, agua, depósitos de minerales, bosques, energía hidroeléctrica y banco de peces. 3.- Nivel de conocimientos que abarca los de tipo científico, técnico y de mercado que inciden en la cantidad y calidad de los bienes y servicios.	1.- La composición de la demanda en el mercado del país de origen, las exigencias de los compradores. 2.- Tamaño y tasa de crecimiento de la demanda en el país de origen. 3.- Forma en que la demanda interna se internacionaliza e impulsa los productos y servicios en el extranjero.
4.- La cantidad y el costo de los recursos de capital disponible para financiar la industria. 5.- Los factores que repercuten directamente en la calidad de vida de la población como tipo, calidad y costo de la infraestructura para los usuarios como el sistema de comunicaciones, transporte, atención médica, etc.	
Sectores afines y auxiliares:	Estrategia, estructura y rivalidad de las empresas:
La presencia o ausencia en la nación de sectores proveedores y sectores afines que sean internacionalmente competitivos.	Las condiciones vigentes en la nación respecto a cómo se crean, organizan y gestionan las compañías, así como la naturaleza de la rivalidad doméstica.
1.- Industrias proveedoras competitivos a nivel mundial que generen ventajas en las industrias secundarias mediante el acceso eficiente, oportuno y rápido a insumos rentables. 2.- Industrias conexas competitivas en el ámbito internacional capaces de coordinar y compartir actividades en la cadena de valor cuando compiten o las que generan productos complementarios.	1.- Las formas en que son administradas y eligen competir. 2.- Las metas que desean alcanzar y también la motivación de sus empleados y directivos. 3.- El grado de rivalidad interna, la obtención y conservación de la ventaja competitiva de la industria respectiva.

Figura 3.- Descripción de factores, la demanda, sectores afines y estrategias que intervienen en la competitividad empresarial.

Como ya se mencionó, el Gobierno y el azar son variables que influyen de manera muy importante en el sistema nacional y que son necesarias para completar esta teoría. En primer lugar, el azar, se refiere a los acontecimientos casuales que suceden fuera del control de las empresas (y normalmente fuera también del Gobierno de la nación), tales como nuevos inventos, perfeccionamientos en las tecnologías básicas, guerras, acontecimientos

políticos externos y cambios sustanciales en la demanda de los mercados extranjeros. Por otra parte, el Gobierno, a todos los niveles, puede mejorar o deteriorar la ventaja nacional; a manera de ejemplo, basta con examinar la forma en que las políticas públicas influyen en cada uno de los determinantes (Porter, 1990).

Por lo que a continuación mencionaremos los elementos a evaluar en el cuestionario que se aplicó:

El área de recursos humanos se evalúan los siguientes rubros:

- Mano de obra existentes en el municipio
- La actitud del recurso humano
- El Recurso humano es productivo
- No existen problemas laborales
- La rotación de personal.

Recursos Naturales:

- El Municipio dispone de recursos naturales suficientes
- El Municipio fomenta el aprovechamiento de los recursos
- No existen problemas de contaminación
- Se cuenta con un programa efectivo de cuidado de los recursos.

Ciencia y tecnología

- Las empresas locales invierten en tecnología
- La tecnología de procesos que utilizan es adecuada
- Las universidades locales apoyan a la aplicación de la tecnología
- Existe buen nivel de tecnología

Infraestructura

- El Municipio cuenta con el servicio de agua potable
- El suministro de energía eléctrica es adecuado
- Existe infraestructura para trasportación de materias primas
- Existen suficiente disponibilidad de vuelos
- La región ofrece suficiente apoyo para el desarrollo empresarial

Gobierno

El desempeño del gobierno beneficia a la investigación

- Se cumplen con la mayoría de los requerimientos de instalación empresarial
- El gobierno no favorece a algunas empresas.

CAPITULO XIII

- La incidencia en la delincuencia y la violencia están dentro de los parámetros aceptables.

Población

- El cliente local es exigente y de buen gusto
- Los habitantes consumen
- No existe migración de talentos al extranjero.

Empresa

- Las empresas se identifican ampliamente
- El municipio ofrece las características para instalar una empresa
- Existe un buen nivel de competencia en la empresa
- Las empresas permanecen durante largos periodos de tiempo.
- Las empresas locales son sensibles a los cambios tecnológicos

Instituciones

- Las universidades ofrecen las carreras necesitadas por la industria
- Existe la suficiente vinculación entre las dependencias de gobierno e industria.
- Es relativamente fácil para emprender
- En el municipio se cuenta con
- Se cuenta con organismos de protección de la inversión

Con estos indicadores se dan cobertura a todas las características que hacen que la investigación tenga un soporte descriptivo.

RESULTADOS

La aplicación del censo empresarial generó información de primera mano, si bien no en la totalidad de empresas, pero de la obtenida se pudieron formular estrategias de solución que permitirán su fortalecimiento y/o desarrollo local y regional.

El compromiso asumido por parte de desarrollo económico, así como las diferentes cámaras y otras organizaciones, será determinante en el éxito de este proyecto.

Del análisis de la información se visualiza que las MiPyMES necesita avocarse a la búsqueda de procesos de mejoramiento continuo de su capacidad de gestión de los factores de producción. Por lo que el mejoramiento de la productividad y la competitividad

CAPITULO XIII

se basa en las diferentes áreas mencionadas con anterioridad, para convertir a las empresas en organizaciones innovadoras, emprendedoras, modernas, flexibles y de talla internacional.

Se obtuvo como resultado de esta investigación:

Identificar las oportunidades de mercado para la creación de MiPyMES con nuevos giros, además, definir al menos dos estrategias de consolidación para las MiPyMES al municipio. El censo comercial arrojó catálogo de negocios con una diversidad de giros tales como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Empresas Incluidas en el Censo Económico

Giro
Abarrotes
Ferreterías
Expendios
Ambulantes
Estéticas o Peluquerías
Panaderías y Tortillerías
Café internet
Salón de Fiestas
Escuelas
Papelerías y Librerías
Tiendas
Talleres
Iglesias
Gimnasios
Restaurantes
Consultorios y Hospitales
Hoteles o Moteles
Profesionistas

Casa de Cambio o Casa de Empeño
Farmacias
Gasolineras o Gaseras
Guarderías
Bancos

Tabla 1.- Diversos giros que surgen del censo económico en Agua Prieta 2023 dando un total de 500 empresas siendo estas de manera parcial la totalidad de los comercios económicos activos.

CONCLUSIÓN

Con lo anterior expuesto se llega a la conclusión, que a través del análisis de la información censo comercial 2023 en su etapa inicial, se determinó: la clasificación de las micro, pequeñas y medianas empresas en el municipio, las características de las empresas encuestadas, agrupación de las empresas por actividad económica o giro. Se visualiza que las MiPyMES necesitan avocarse a la búsqueda de procesos de mejoramiento continuo de su capacidad de gestión de los factores de producción.

Por eso es necesario el mejoramiento de la productividad y la competitividad, para convertir a las empresas en organizaciones innovadoras, emprendedoras, modernas, flexibles que sean competitivas a nivel internacional y nacional, apegadas a planes y programas derivados de un proyecto municipal y de las Cámaras locales, que buscan disminuir el riesgo de fracaso, evidenciando dos rubros principales para su permanencia en el mercado o su consolidación que son:

- a. La comercialización de productos y/o servicios bajo un modelo de negocios funcional
- b. Capitalización y fortalecimiento de sus planes operativos y administrativos.

Este censo comercial, que se realizó muestra que se puede diversificar para generar un mayor desarrollo regional en el renglón de MiPyMES en Agua Prieta, Sonora.

Dependerá de las instituciones gubernamentales locales y estatales participar en el

desarrollo de propuestas para la mejora continua de las MiPyMes buscando además lograr en la mayoría de ellas la exportación de sus productos y/o servicios, considerando la ubicación geográfica como una de sus ventajas competitivas principales.

BIBLIOGRAFÍA

- - <https://datamexico.org/es/profile/geo/agua-prieta>
- Andersen, Arthur (1999). *Diccionario de Economía y Negocios*. España: ESPASA.
- Méndez Morales José Silvestre (1996). *Economía y la Empresa*. México: McGraw Hill.
- Rodríguez Valencia Joaquín (1996). *Cómo Administrar Pequeñas y Media Empresas* (4ta. ed.). México: Thomson Editores.
- Varela Gómez Balkin; Cardy Kotler Armstrong (2011). *Formación Empresarial*. México: Pearson.
- Porter, M. (1990). *The Competitive Advantage of Nations*. Free Press. New York. USA.
- Produce Sonora A.C. (2014). *Agenda de Innovación por Regiones Económicas del estado de Sonora en materia de Investigación, Validación o Transferencia de Tecnología del sector Agrícola, Pecuario, Pesquero y Acuícola 2014*. Agenda de Innovación Tecnológica 2014.
- Quijano, G. (2007). *La importancia de la Competitividad Económica en el Desarrollo de los Municipios Sonorenses*. Observatorio de la Economía Latino-americana, N° 77, 2007.
- Quijano, G. (2010). *Competitividad y Ventajas Competitivas en el Estado de Sonora: una mirada a la Región del Mayo*. Instituto Tecnológico de Hermosillo.
- Rojas, P. (1999). *¿Qué es la Competitividad?* Serie Cuadernos Técnicos. IICA No 9. San José, Costa Rica.

INGENIERÍAS

Ajuste de parámetros de un algoritmo genético usando Doe Taguchi para el problema de asignación cuadrática

Víctor Manuel Valenzuela Alcaraz^a, Alma Danisa Romero Ocaño^a, Oralia del Rosario Blanco Ortega^a, Efraín Ruiz y Ruiz^b

^a Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Agua Prieta

^b Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Saltillo.

Autor de correspondencia: v.valenzuela@aguaprieta.tecnm.mx

RESUMEN

El problema de asignación cuadrática (QAP) es uno de los problemas de optimización combinatoria más difícil de resolver, algunos problemas de más de 30 elementos, aún no se resuelven de manera óptima. Una opción adecuada para resolver los QAPs son los algoritmos evolutivos. Un impacto significativo en el desempeño de los algoritmos evolutivos es el ajuste de sus parámetros, por lo tanto, se requiere una combinación adecuada de parámetros para la implementación eficiente del algoritmo, sin embargo, establecer valores en los parámetros a prueba y error es muy costoso y requiere mucho tiempo.

Este trabajo utiliza el diseño de experimentos (DOE) con el método de Taguchi para encontrar la mejor combinación de los parámetros en un algoritmo genético en la resolución del QAP. El análisis de los resultados confirma que con el ajuste de parámetros se obtienen resultados que están dentro de un porcentaje de desviación de las soluciones más conocidas.

INTRODUCCIÓN

El Problema de Asignación Cuadrática (Koopmans y Beckmann, 1957), QAP por sus siglas en inglés (*Quadratic Assignment Problem*), es un problema clásico de optimización combinatoria que pertenece a la clase de los problemas NP-difícil (Sahni y Gonzalez, 1976). Desde que se formuló por primera vez como modelo matemático en 1957 (Koopmans y Beckmann, 1957), el QAP ha suscitado enorme interés no sólo por su importancia tanto práctica como teórica, sino también por su gran complejidad computacional (Sahni y González, 1976). De hecho, problemas de más de 30 elementos ($n > 30$) no se pueden resolver en un tiempo razonable actualmente (Sahni y Gonzalez, 1976).

El QAP puede resolverse mediante métodos exactos o aproximados. El método exacto más eficiente que ha logrado resolver el QAP ha sido el *Branch & Bound* (Edwards, 1980) para el tamaño de la instancia de orden 30. Otros métodos exactos que se suelen implementar para resolver problemas de este tipo son por ejemplo el método de *planos de corte* (Kaufman y Broeckx, 1978), *programación dinámica* (Lintean y Rus, 2015) e incluso se han propuesto métodos de relajación de la función objetivo para linealizarla, que consisten en transformar el problema haciendo cambios de variables de tal manera que se elimine el término cuadrático de la función objetivo (Sahni y Gonzalez, 1976).

Las heurísticas y metaheurísticas (métodos aproximados) que han sido utilizadas para abordar el QAP son (Baghel et al., 2012), (Loiola et al., 2007): *Simulated annealing*, *Genetic algorithms*, *Scatter search*, *Ant colony optimization*, *Ant colony optimization*, *Greedy randomized adaptive search procedure*, *Variable neighborhood search*, además de otros métodos.

Algunos ejemplos de la vida real que pueden ser modelados como QAP pueden ser (Loiola et al., 2007): el diseño de circuitos eléctricos o sistemas de telecomunicaciones para determinar el mejor emplazamiento de conexiones, circuitos y microchips; en terminales aeroportuarias para minimizar el desplazamiento de los usuarios entre conexiones de vuelos; ubicación y distribución los diferentes servicios de rayos X, análisis de sangre, etc., en hospitales, entre otros.

DEFINICIÓN DEL QAP

El problema de asignación cuadrática (QAP) consiste en encontrar una asignación óptima de n instalaciones en n localizaciones, donde cada par de asignaciones tiene un costo previamente establecido (Koopmans y Beckmann, 1957). Este costo depende del flujo entre las instalaciones multiplicado por las distancias entre las localizaciones, por lo tanto, el objetivo es encontrar una asignación tal que se minimice el costo total.

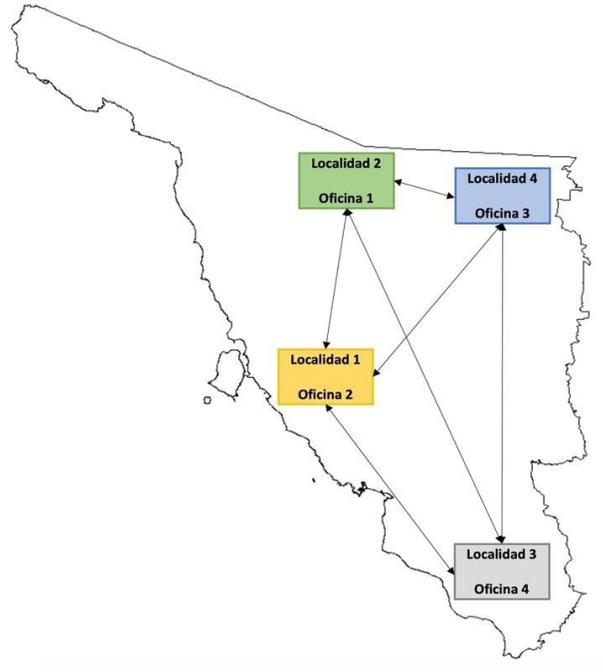


Figura 1. Ejemplo de asignación cuadrática.

En la Figura 1 se presenta un ejemplo de un problema que consisten en asignar 4 instalaciones (ejemplo 4 oficinas), en 4 localidades diferentes (ciudades). El gráfico muestra una posible solución asignando la oficina 1 en la ciudad 2, la oficina 2 en la localidad 1, la oficina 3 en la ciudad 4 y por última la oficina 4 en la localidad 3.

MODELO MATEMÁTICO DEL QAP

El modelo matemático que define el QAP es el siguiente (Gilmore, 1962):

Dado un conjunto $\Pi = \{1, 2, \dots, n\}$ (donde n representa tanto el número de instalaciones como el número de localizaciones) y dos matrices de tamaño $n \times n$: $F = f_{ij}$, donde f_{ij} es el flujo de la instalación i a la instalación j ; y $D = d_{kl}$, donde d_{kl} es la distancia de la localización k a la localización l , encuentre la permutación π del conjunto Π que minimice la siguiente ecuación:

$$Z = \min_{d_{\square(i)\square(j)}} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n f_{ij} \quad \text{Ecuación 1}$$

Los QAP son frecuentemente tratados en el campo de la optimización, cubren una amplia gama, entre ellos la minimización del costo total de interacción entre pares de instalaciones. Los mismos están caracterizados por la consideración de una selección o permutación de un conjunto discreto de elementos o por una asignación entre ellos. Dentro de las innumerables aplicaciones podemos encontrar (Loiola et al., 2007) y (Sarria Cerro, 2010): diseño de las plantas, diseño de centros comerciales, diseño de terminales en aeropuertos, diseño de circuitos eléctricos, el diseño de teclados y paneles de control de máquinas de escribir, planificación de hospitales y campus, la asignación de corredores a un equipo de relevos, la clasificación de datos arqueológicos y el análisis de reacciones químicas, entre otros.

Debido a la importancia práctica y complejidad de este problema, ha llamado la atención de muchos investigadores que han desarrollado algoritmos exactos, heurísticas y metaheurísticas para resolverlo. En general, los casos de prueba de tamaño $n > 30$ no pueden resolverse de manera óptima mediante un algoritmo exacto en un tiempo razonable. Dado que en la vida real hay muchos casos de tamaño superior a 30, se deben utilizar heurísticas y metaheurísticas para resolver estos casos. Entre los algoritmos heurísticos y metaheurísticos más utilizados y exitosos a la hora de resolver el QAP, se encuentran el algoritmo genético (AG) (Misevicius y Guogis, 2012).

ALGORITMO GENÉTICO (AG)

Un AG es una técnica de programación inspirada en la reproducción de los seres vivos y que imita a la evolución biológica como estrategia para resolver problemas de optimización (Jh, 1975). En general, un AG es un método de búsqueda basado en una población, donde un miembro de la población es una solución factible que se representa a través de un cromosoma (Mirjalili y Mirjalili, 2019). El AG recorre un proceso de iteración para hacer que la población evolucione hacia una mejor solución en términos de calidad de la solución. Los pasos involucrados en las iteraciones de AG son selección, reproducción, evaluación y reemplazo de acuerdo con ciertos criterios para determinar qué individuos son los mejores, cuáles sobreviven, cuáles son los menos aptos y cuáles son descartados. El algoritmo termina al converger hacia la solución óptima (Sivanandam et al., 2008).

Como se muestra en la Figura 2, durante la ejecución del AG primero se crea una población

inicial de individuos de forma aleatoria. Luego se seleccionan los mejores individuos (padres) según su aptitud a los cuales se les realiza un cruce genético para generar nuevos individuos (hijos) con características similares a las de sus padres, y por último un proceso de mutación para alterar algunos individuos y poder mantener variabilidad en la población. Una nueva población es generada resultante de estos procesos a la cual se le vuelven a realizar lo mismo de forma iterativa. El algoritmo termina su ejecución después de un número preestablecido de generaciones (iteraciones).

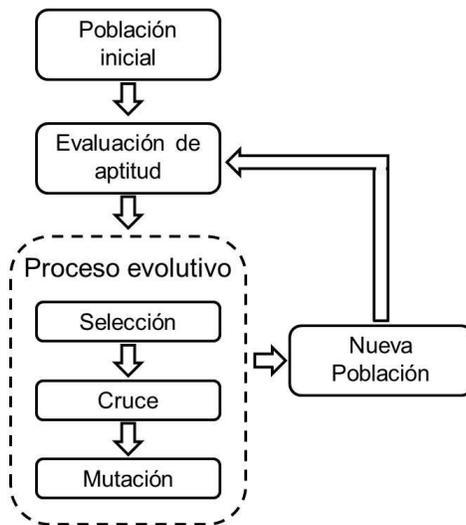


Figura 2. Esquema general de un AG.

DISEÑO DE EXPERIMENTOS (DOE) TAGUCHI

Un paso importante que tiene gran relevancia en el desempeño del AG, es el ajuste de sus parámetros (Romero et al., 2018). Sin embargo, controlar y examinar manualmente los parámetros requiere mucho tiempo, por lo tanto, un enfoque eficaz y procedimental para diseñar experimentos es un requisito fundamental. En esta investigación se ha aplicado el método de Taguchi (Montgomery, 2017) para encontrar la mejor configuración en los parámetros.

Taguchi es un método robusto basado en el diseño de experimentos, DOE por sus siglas en inglés (*Design of Experiments*) que obtiene la mayor cantidad de información con el menor número de experimentos (Roy, 2010).

El método Taguchi simplifica el DOE tradicional y se utiliza para estudiar la influencia que tienen múltiples factores (parámetros) en la respuesta promedio y en su variación. El DOE

CAPITULO XIV

Taguchi es eficiente y rápido para obtener resultados mediante unos pocos experimentos en comparación con las pruebas que se realizan a prueba y error.

En el método de diseño de parámetros de Taguchi, se utilizan matrices ortogonales que, como su nombre lo indica, tienen la propiedad de ortogonalidad, misma que también poseen los diseños factoriales clásicos. Estos arreglos son diseños factoriales completos, fraccionados o mixtos, dependiendo del número de factores a estudiar en un caso particular (Pulido et al., 2012).

Las matrices ortogonales contienen información tanto del número como de las configuraciones de los experimentos (Roy, 2010): L_4 , L_8 , L_{16} , L_{32} y L_{64} se pueden usar para diseñar experimentos con factores de dos niveles; L_9 se puede utilizar para hasta cuatro factores cada uno con tres niveles; L_{12} es una matriz especial preparada solo para el estudio de los efectos principales; y L_{18} es uno de los pocos arreglos estándar de niveles mixtos.

La matriz ortogonal se selecciona en función del número de factores y el número de niveles. Por ejemplo, si el número de factores es cuatro y cada uno de ellos tiene tres valores posibles (3 niveles), se seleccionará L_9 como matriz ortogonal adecuada. La Tabla 1, muestra la matriz ortogonal con los 9 experimentos correspondientes. En realidad, estos experimentos son representativos de todas las combinaciones.

Tabla 1. Matriz Ortogonal L_9 (3^{4-2}).

No. de experimento	Factores y niveles			
	1	2	3	4
1	1	1	1	1
2	1	2	2	2
3	1	3	3	3
4	2	1	2	3
5	2	2	3	1
6	2	3	1	2
7	3	1	3	2
8	3	2	1	3
9	3	3	2	1

METODOLOGÍA

En esta sección se describe la metodología utilizada en esta investigación para el ajuste de parámetros del AG para abordar el QAP. La metodología se desarrolla en dos etapas: Primeramente, se describe el AG propuesto para resolver el QAP, posteriormente, se detalla DOE Taguchi para el ajuste de los parámetros del AG.

AG PARA QAP

REPRESENTACIÓN Y DECODIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN.

En el presente trabajo cada individuo de la población (cromosomas) son representados como una permutación $\pi = \{1, 2, \dots, n\}$ que describe el orden en que las instalaciones deben serán asignados a las localidades, donde cada gen del cromosoma es generado aleatoriamente (Azarbonyad y Babazadeh, 2014).

Por ejemplo, la Figura 3 muestra un cromosoma que decodifica una solución para QAP de 5 instalaciones y 5 localidades, la cual indica que la instalación 5 (gen) debe ser asignada a la ubicación 1 (posición), la instalación 1 debe ser asignada en la ubicación 2, la instalación 3 debe ser asignada en la ubicación 3, la instalación 2 debe ser asignada en la ubicación 4, y la instalación 4 debe ser asignada en la ubicación 5.

5	1	3	2	4
---	---	---	---	---

Figura 3. Representación de una solución.

FUNCIÓN OBJETIVO

El QAP consiste en encontrar una asignación óptima de n instalaciones a n ubicaciones, de tal manera que la función objetivo (ecuación 1) es minimizar el costo de transportación de materiales entre las instalaciones y las ubicaciones, por lo tanto, se debe considerar la distancia entre las ubicaciones y el flujo de materiales entre las instalaciones.

GENERACIÓN DE LA POBLACIÓN INICIAL.

La generación de la población inicial de un AG puede ser realizada de forma determinística o aleatoria (Marcos et al., 2010). En esta investigación, se utiliza la generación aleatoria. Cada individuo en la población es generando por permutaciones aleatorias, que es

decodificado en una solución para el problema.

Para cada población formada (generación), los individuos son evaluados con la función de aptitud (ecuación 1) para saber qué tan "buena" o "mala" es la solución que se está codificando.

OPERADOR DE SELECCIÓN.

El operador de selección es el encargado de transmitir y conservar aquellas características de las soluciones que se consideran valiosas a lo largo de las generaciones (Jh, 1975). En este trabajo se utiliza la selección por ruleta (De Jong, 1975) para la selección de padres (Figura 4), la cual consiste en asignar a cada uno de los individuos (cromosoma) de la población un segmento de la ruleta en base a la aptitud de estos y la aptitud total de la población. Los mejores individuos recibirán una porción de la ruleta mayor que la recibida por los peores, es decir, el individuo más apto ocupa el segmento más grande, mientras que el menos apto tiene un segmento correspondientemente más pequeño dentro de la rueda de la ruleta. Para seleccionar un individuo se genera un número aleatorio del intervalo [0,1] y el individuo situado en esa posición de la ruleta es seleccionado, esto se repite tantas veces como selecciones se necesiten.

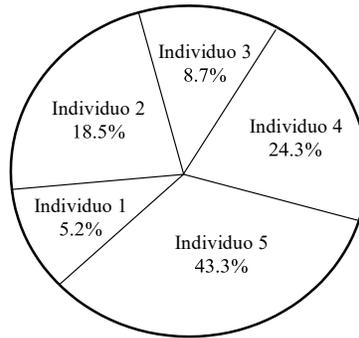


Figura 4. Ejemplo de selección por ruleta para 5 individuos.

OPERADOR DE CRUZAMIENTO.

El operador de cruce se consiste en realizar una exploración de toda la información almacenada hasta el momento en la población y combinarla para crear mejores individuos (Jh, 1975). En este trabajo fue utilizado el cruzamiento de 1-punto (Poli y Langdon, 1997): en este operador un punto de cruce se selecciona aleatoriamente dentro del rango $[1, l - 1]$,

donde l es la longitud del individuo. Después de que cada padre es dividido en este punto, cada hijo tiene la primera participación del primer padre y la segunda participación del segundo, eliminando los números duplicados (esto asegura soluciones factibles). Se crean dos hijos combinando los padres en el punto de cruce. La Figura 5 muestra un ejemplo de este tipo de cruzamiento.

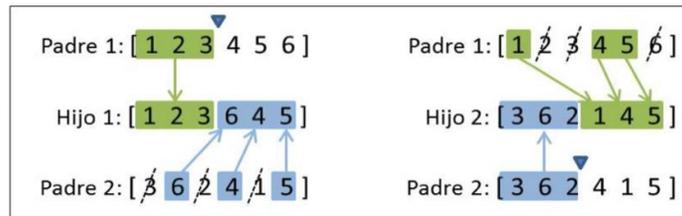


Figura 5. Cruce de 1-punto.

OPERADOR DE MUTACIÓN.

La mutación es un operador básico, que proporciona un pequeño elemento de aleatoriedad en el entorno de los individuos de la población (vecindad) (Jh, 1975). El objetivo del operador de mutación es producir nuevas soluciones a partir de la modificación de un cierto número de genes de una solución existente, con la intención de fomentar la variabilidad dentro de la población (Eiben y Smith, 2015). La Figura 6 muestra el operador de mutación implementado en el algoritmo propuesto: Intercambio 2-posiciones (Bäck et al., 2018), el cual consiste en seleccionar aleatoriamente dos posiciones de un cromosoma e intercambian sus valores.

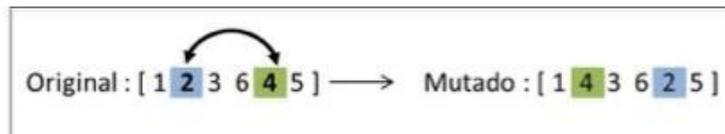


Figura 6. Mutación de intercambio 2-posiciones.

CRITERIO DE TERMINACIÓN.

Cuando se alcanza un número predefinido de generaciones, el AG se detiene y devuelve como salida la mejor asignación encontrada con su respectivo costo.

DOE TAGUCHI PARA EL AJUSTE DE PARÁMETROS DEL AG

Una vez construido y codificado el algoritmo genético, se procedió a realizar una calibración

de sus parámetros con el método Taguchi (Montgomery, 2017).

Se definieron los parámetros (factores) que influyen en el desempeño del AG: la probabilidad de cruce (P_c), la probabilidad de mutación (P_m), el tamaño de la población (T_p), el número de generaciones (N_g), y la cantidad de individuos de donde se seleccionan los padres (S_p). Así mismo, se establecieron los niveles de cada factor, los cuáles se indican en la Tabla 2, donde se observa que tenemos 5 factores con 4 niveles cada uno y de acuerdo con la matriz ortogonal de Taguchi, debemos ejecutar 16 corridas como se muestra en la Tabla 3.

Tabla 2. Definición de Factores y Niveles

	Factores				
Nivel	P_c	P_m	T_p	N_g	S_p
1	0.7	0.1	100	10000	3
2	0.8	0.2	150	25000	5
3	0.9	0.3	250	35000	8
4	1.0	0.4	300	50000	10

Tabla 3. Valores de los parámetros por cada corrida

Corrida	P_c	P_m	T_p	N_g	S_p
1	0.7	0.1	100	10000	3
2	0.7	0.2	150	25000	5
3	0.7	0.3	250	35000	8
4	0.7	0.4	300	50000	10
5	0.8	0.1	150	35000	10

6	0.8	0.2	100	50000	8
7	0.8	0.3	300	10000	5
8	0.8	0.4	250	25000	3
9	0.9	0.1	250	50000	5
10	0.9	0.2	300	35000	3
11	0.9	0.3	100	25000	10
12	0.9	0.4	150	10000	8
13	1.0	0.1	300	25000	8
14	1.0	0.2	250	10000	10
15	1.0	0.3	150	50000	3
16	1.0	0.4	100	35000	5

Para cada combinación, el AG se ejecutó 30 veces de forma independiente. Los resultados obtenidos se muestran en la siguiente sección.

PRUEBAS Y RESULTADOS

El AG propuestos fue programados en C++, compilado con la versión 7.3.0 de gcc y ejecutado en un sistema operativo basado en Ubuntu 18.10 con un procesador Intel® Core™ i7-4900MQ @ 2.80GHz con 16 GB de RAM. El AG fue evaluado con los casos de prueba Lipa20a, kra30a, Tai35b, y Tho40 del QAP, disponibles en la biblioteca QAP (<https://www.opt.math.tugraz.at/qaplib/>).

Para cada caso de prueba, los algoritmos fueron ejecutados 30 veces con semillas aleatorias separadas. El rendimiento del algoritmo se midió utilizando las siguientes dos métricas (Valenzuela et al., 2022):

1.- Porcentaje de Desviación Relativa (PDR)

$$PDR = \frac{MV - VMC}{VMC} \times 100$$

donde *MV* es el mejor valor obtenido por el AG en las 30 ejecuciones y *VMC* es la solución mejor conocida para el caso de prueba.

2.- Porcentaje de Desviación Relativa Promedio (PDRP)

$$PDRP = \frac{VP - VMC}{VMC} \times 100$$

donde *VP* es el valor promedio obtenido por el AG en las 30 ejecuciones y *VMC* es la solución mejor conocida para el caso de prueba.

Como se muestra en la Tabla 2, cada uno de los cinco parámetros tiene cuatro niveles, lo que resulta en una matriz ortogonal L_{16} . Por lo tanto, hay 16 combinaciones de valores de parámetros en total. Para cada combinación, el AG se ejecutó 30 veces de forma independiente, además, se consideró el PDRP como la variable de respuesta. Obviamente, cuanto menor sea la PDRP, mejor será la combinación de los valores de los parámetros.

La Tabla 4 muestra los resultados de las 16 corridas, para cada caso de prueba se reporta el PDR y el PDRP en cada una de las configuraciones.

Tabla 4. Resultados obtenidos al ejecutar el AG con los parámetros propuestos por lamatriz ortogonal Taguchi L_{16} .

	Lipa20a		Tai35b		Kra30a		Tho40	
Corrida	PDR	PDRP	PDR	PDRP	PDR	PDRP	PDR	PDRP
1	2.34	8.79	1.45	2.85	3.05	8.35	2.84	6.60
2	0.71	7.56	0.50	2.81	2.09	7.76	1.38	4.28
3	0.00	6.19	0.00	2.58	3.33	7.47	3.06	4.80
4	2.12	7.41	0.37	2.78	2.61	7.04	2.43	4.71
5	1.55	6.50	0.79	2.69	2.63	7.78	2.31	4.60

CAPITULO XIV

6	1.28	7.58	0.97	2.86	2.80	7.07	1.82	4.33
7	1.98	6.89	1.01	2.74	2.65	7.02	3.15	6.85
8	1.93	5.39	0.84	2.66	2.38	6.07	1.98	4.61
9	2.12	6.33	1.62	2.77	2.43	7.67	2.43	4.70
10	2.04	6.72	0.92	2.64	2.71	7.18	1.68	4.38
11	1.82	7.10	0.83	2.69	3.35	7.37	1.87	4.27
12	2.14	6.63	0.89	2.81	3.80	7.57	2.53	4.55
13	2.01	6.60	0.88	2.82	2.43	7.16	1.62	5.13
14	0.00	6.79	1.32	2.62	2.83	7.24	3.14	5.74
15	1.60	5.57	0.53	2.66	2.61	6.69	2.37	4.56
16	1.71	8.91	1.07	2.79	2.02	7.24	2.65	4.35

El rango de significancia de cada parámetro se enumera en la Tabla 5, donde se observa que el número de generaciones (Ng) es el parámetro más significativo. Si Ng es demasiado grande, el tiempo de cómputo del algoritmo se vuelve muy alto, por el contrario, un Ng demasiado pequeño, habrá una tendencia a que súper individuos dominen el proceso de selección. El segundo lugar lo ocupa el tamaño de la población (Tp). Si Tp es demasiado pequeño, el espacio de soluciones no se puede muestrear suficientemente; por el contrario, si Tp es demasiado grande, el algoritmo convergerá lentamente. Mientras que la probabilidad de cruce (Pc) y la probabilidad de mutación (Pm) ocupan el tercer y cuarto lugar, respectivamente. En cuanto a Sp , es el parámetro que tiene la mínima influencia en el rendimiento del AG.

Tabla 5. PDRPs obtenidos y posición de cada parámetro.

Nivel	Pc	Pm	Tp	Ng	Sp
1	5.75	5.71	5.82	5.88	5.36
2	5.35	5.47	5.31	5.27	5.67
3	5.34	5.34	5.23	5.43	5.39

CAPITULO XIV

4	5.43	5.34	5.50	5.30	5.46
Rango	0.41	0.37	0.60	0.61	0.31
Posición	3	4	2	1	5

Por otro lado, la tendencia de cada nivel por factor se muestra en la Figura 7, donde se observa que el parámetro P_c obtiene el valor mínimo de la variable de respuesta en el tercer nivel. Una tendencia similar se observa en el parámetro P_m , el valor mínimo de la variable de respuesta se obtiene en el tercer nivel. De igual manera, el parámetro T_p , se observa que el valor mínimo de la variable de respuesta se obtiene en el tercer nivel. En cuanto al parámetro N_g , el valor mínimo de la variable de respuesta se obtiene en el segundo nivel. Por último, en el parámetro S_p , se observa que el valor mínimo de la variable de respuesta se obtiene en el primer nivel.

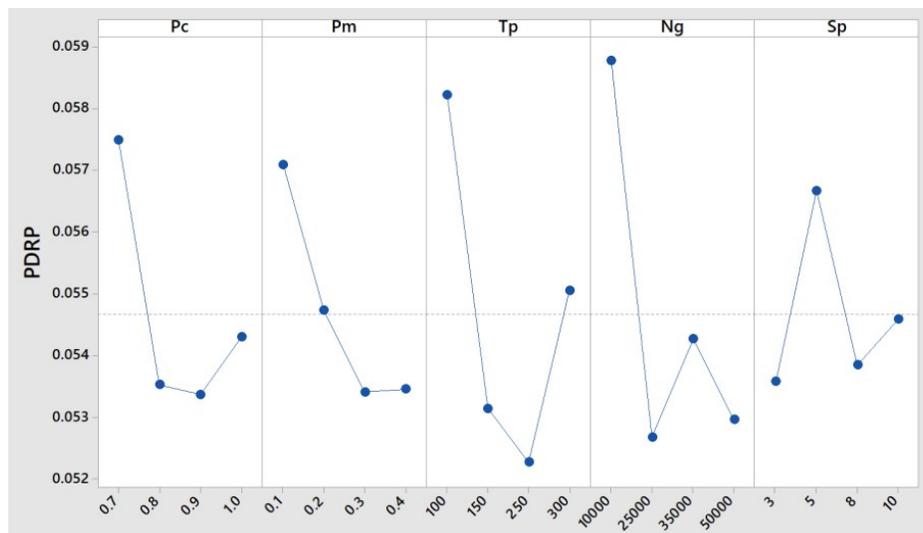


Figura 7. Tendencia del nivel de los factores.

De acuerdo con el análisis anterior, los parámetros del AG para resolver QAP se sugieren establecerse como se muestra en la Tabla 6.

Tabla 6. Parámetros seleccionados para el AG.

No.	Factor	Valores en el nivel
1	Probabilidad de cruce (P_c)	0.9
2	Probabilidad de mutación (P_m)	0.3

3	Tamaño de población (Tp)	250
4	Número máximo de generaciones (Ng)	25000
5	Selección de padres (Sp)	3

CONCLUSIONES

Este documento aborda el QAP utilizando la metodología de DOE Taguchi para ajustar los parámetros de un AG. Los resultados obtenidos demuestran que este enfoque puede mejorar el rendimiento del AG y encontrar soluciones óptimas o cercanas a la óptima para el QAP.

Se determinó que la mejor combinación de parámetros para minimizar la función de costo total en la resolución del QAP con el AG fue una probabilidad de cruce de 0.80, una probabilidad de mutación de 0.3, un tamaño de población de 250 individuos, un número máximo de generaciones de 25000 y una selección de padres de 3. Los cinco parámetros analizados tuvieron una contribución significativa en la respuesta obtenida.

Se observó que, al reducir los valores de los parámetros de probabilidad de cruce, probabilidad de mutación, tamaño de población y número de generaciones, el indicador APRD experimentó un incremento.

Se pudo apreciar que la matriz ortogonal de Taguchi proporciona una gran cantidad de información valiosa mediante un número reducido de experimentos, lo que resulta en una disminución significativa en los tiempos requeridos para las pruebas. El uso de la metodología Taguchi permite mejorar el rendimiento del AG al ajustar los parámetros de manera efectiva. Además, se ha comprobado la robustez y confiabilidad de esta metodología, ya que ha mostrado eficacia en diferentes casos de prueba del QAP.

El uso de DOE Taguchi para ajustar los parámetros del AG en la resolución del QAP ha demostrado ser prometedor. Se sugiere continuar investigando y explorando aplicaciones en otros problemas de optimización para mejorar aún más la eficiencia en inteligencia artificial y optimización combinatoria.

BIBLIOGRAFÍA

- Azarbyonad, H., & Babazadeh, R. (2014). A genetic algorithm for solving quadratic assignment problem (QAP). arXiv preprint arXiv:1405.5050.
- Bäck, T., Fogel, D. B., & Michalewicz, Z. (2018). Evolutionary computation 1: Basic algorithms and operators. CRC press.
- Baghel, M., Agrawal, S., & Silakari, S. (2012). Survey of metaheuristic algorithms for combinatorial optimization. International Journal of Computer Applications, 58.
- De Jong, K. A. (1975). An analysis of the behavior of a class of genetic adaptive systems. University of Michigan.
- Edwards, C. S. (1980). A branch and bound algorithm for the Koopmans-Beckmann quadratic assignment problem. Combinatorial optimization II, 35–52.
- Eiben, A. E., & Smith, J. E. (2015). Introduction to evolutionary computing. Springer.
- Gilmore, P. C. (1962). Optimal and suboptimal algorithms for the quadratic assignment problem. Journal of the society for industrial and applied mathematics, 10, 305–313.
- Jh, H. (1975). Adaptation in natural and artificial systems. Ann Arbor.
- Kaufman, L., & Broeckx, F. (1978). An algorithm for the quadratic assignment problem using Bender's decomposition. European Journal of Operational Research, 2, 207–211.
- Koopmans, T. C., & Beckmann, M. (1957). Assignment problems and the location of economic activities. Econometrica: journal of the Econometric Society, 53–76.
- Lintean, M., & Rus, V. (2015). An optimal quadratic approach to monolingual paraphrase alignment. Proceedings of the 20th Nordic Conference of Computational Linguistics (NODALIDA 2015), (págs. 127–134).
- Loiola, E. M., De Abreu, N. M., Boaventura-Netto, P. O., Hahn, P., & Querido, T. (2007). A survey for the quadratic assignment problem. European journal of operational research, 176, 657–690.
- Marcos, (Daniel, R. G., Rabuñal, J. R., Dorado, J., Pazos, A., & Gestal, M. (2010). Introducción a los algoritmos genéticos y la programación genética. Universidade da Coruña Coruña.
- Mirjalili, S., & Mirjalili, S. (2019). Genetic algorithm. Evolutionary Algorithms and Neural Networks: Theory and Applications, 43–55.
- Misevicius, A., & Guogis, E. (2012). Computational study of four genetic algorithm variants for solving the quadratic assignment problem. Information and Software Technologies: 18th International Conference, ICIST 2012, Kaunas, Lithuania, September 13-14, 2012. Proceedings 18, (págs. 24–37).
- Montgomery, D. C. (2017). Design and analysis of experiments. John wiley & sons.

CAPITULO XIV

- Poli, R., & Langdon, W. B. (1997). Genetic programming with one-point crossover. *Soft Computing in Engineering Design and Manufacturing*, 180–189.
- Pulido, H. G., De la Vara Salazar, R., González, P. G., Martínez, C. T., & Pérez, M. d. (2012). *Análisis y diseño de experimentos*. McGraw-Hill New York, NY, USA:.
- Romero Ocaño, A. D., Cosío León, M. D., Valenzuela Alcaraz, V. M., Avilés Rodríguez, G. J., & Martínez Vargas, A. (2018). Effect of Parameters Tuned by a Taguchi Design $L_9 3^4$ in the GRASP Algorithm to Solve the Vehicle Routing Problem with Time Windows. *Computación y Sistemas*, 22.
- Roy, R. K. (2010). *A primer on the Taguchi method*. Society of Manufacturing Engineers.
- Sahni, S., & Gonzalez, T. (1976). P-complete approximation problems. *Journal of the ACM (JACM)*, 23, 555–565.
- Sarria Cerro, V. M. (2010). *Metaheurísticas aplicadas al problema QAP. Estudio y experiencia computacional*.
- Sivanandam, S. N., Deepa, S. N., Sivanandam, S. N., & Deepa, S. N. (2008). *Genetic algorithms*. Springer.
- Valenzuela-Alcaraz, V. M., Cosio-Leon, M. A., Romero-Ocaño, A. D., & Brizuela, C. A. (2022). A cooperative coevolutionary algorithm approach to the no-wait job shop scheduling problem. *Expert Systems with Applications*, 194, 116

Diseño mecánico de una montura para un oftalmoscopio portátil

Lizbeth Angelica Castañeda Escobar^a, Jonatán Hernández León^a

^a Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Xalapa

Autor de correspondencia: lizbeth.cescobar@itsx.edu

RESUMEN

Los oftalmoscopios son instrumentos ópticos que nos permiten observar el fondo del ojo humano, en la actualidad existe una amplia gama de modelos de oftalmoscopios, comúnmente demasiado voluminosos y de elevado costo.

La prueba de Hartmann es una prueba óptica que nos ofrece un resultado cualitativo de las aberraciones del ojo humano a partir de la imagen que el usuario pueda percibir al utilizar un oftalmoscopio . Para hacer un buen uso de este instrumento se debe fijar en eje con el ojo humano para que el cerebro pueda percibir la imagen que se genera a partir de un arreglo de puntos ubicados en línea recta de manera paralela en una cuadrícula diseñada matemáticamente (pantalla de Hartmann), debido a que este procedimiento se hace de forma manual en éste sistema construido, el usuario no es capaz de mantener estable el oftalmoscopio en la posición correcta. Utilizando diseño mecánico se realizó un sistema mecánico que permita al usuario llevar a cabo la prueba con una precisión mayor, y a su vez este diseño prioriza la necesidad de un tener un sistema pequeño, práctico y de bajo costo con la finalidad que sea asequible para estudiantes de medicina y oftalmología, basado en reglas antropométricas se calculó la altura adecuada a la que se debe fijar el instrumento según el ambiente en el que se realice la prueba, también se corrigió el sistema de iluminación de tal forma que se va a ajustar de manera electrónica a la posición que el usuario lo requiera y en eje con su ojo.

INTRODUCCIÓN

En el siglo XIX aparecen nuevos instrumentos de exploración en la medicina, en el caso de la oftalmología, en la segunda mitad del siglo XIX tiene un particular significado, que trasciende el hecho de un cambio de época. El sentido de la vista es uno de los sentidos más preciados, ya que nos permite tener imágenes del medio que nos rodea. Por ello, el estudio del ojo humano y su funcionamiento ha sido un tema de estudio desde la antigüedad. El buen funcionamiento del ojo humano nos permite tener una imagen clara de distancias y espacios de nuestro alrededor. Sin embargo, existe la posibilidad de un mal

CAPITULO XV

funcionamiento como un sistema formador de imagen, para analizar estos errores en el sistema del ojo humano, pueden utilizarse un oftalmoscopio indirecto. Estos son sistemas su función es observar el fondo del ojo , donde se utilice una lente externa al ojo, esta lente forma una imagen área proveniente del retina , recolectada por un ocular, permitiendo amplificar con mayor resolución la imagen obtenida (Castañeda, 2004).

En el área del diseño óptico y pruebas ópticas, existen diversas metodologías para probar la eficiencia y buena construcción de elementos ópticos como espejos y lentes- Estas son pruebas pueden ser cualitativas o cuantitativas. Las más usadas son las cualitativas sin embargo, éstas tienen ciertos errores en exactitud, es por ello que cuando se requiere mayor exactitud se deben usar los métodos cuantitativos aunque son más laboriosas y requieren de mucho tiempo para su realización, (J. Ghozeil, 1978). Una de ésta pruebas cuantitativas es la llamada prueba de Hartmann, ésta prueba usa una pantalla opaca con agujeros para probar el frente de onda a través de un número de rayos normales que pasa a través de la pantalla, las desviaciones de los rayos pueden ser determinadas realizando el análisis entre la posición en donde se encuentre el rayo después de pasar por la pantalla y la posición ideal donde debería encontrarse si el frente de onda fuese ideal (Diaz-Uribe, 2009) y así con ello analizar la eficiencia del sistema probado para y la calidad de la imagen que puede producir, así como, conocer las aberraciones de la imagen que posee.

El ojo humano se considera un sistema óptico formador de imágenes, y es posible analizar las aberraciones de a través de un oftalmoscopio indirecto donde se realice la prueba de Hartmann en el mismo dispositivo (Castañeda , 2006) .

La estructura mecánica en un sistema óptico, tiene que cubrir las necesidades de peso, tamaño y versatilidad para realizar movimientos de alta resolución, ya que en pruebas ópticas los movimientos o cambios longitudinales pueden ser del tamaño de micras o menor, es por ello que el diseño mecánico de un sistema óptico debe diseñarse con alta exactitud y control.

En este trabajo se busca desarrollar la montura mecánica de un oftalmoscopio indirecto que realizar la prueba de Hartmann al ojo humano, esta montura fue diseñada para automatizarse a través de control electrónico, por ello el diseño mecánico debe cumplir las especificaciones para lograr un movimiento electrónico adecuado.

METODOLOGÍA

DISEÑOS.

a) Base Principal

La pieza consta de un diseño circular con diámetro total de 20cm y altura de 2cm con un redondeo en el perfil superior de radio $R=1$, en el centro de la circunferencia principal se encuentra una entrada con forma de tubo con las siguientes dimensiones; diámetro externo de 4cm, diámetro interno de 3cm y altura de 3cm, tal como se muestra en la figura 1.

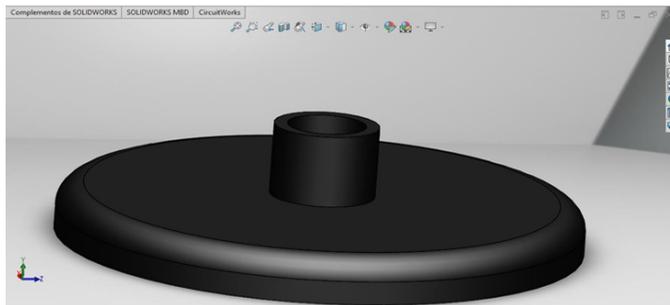


Fig.1 Vista de la base principal del sistema mecánico.

b) TUBO PRINCIPAL

Este es el tubo principal parte 1 el cual consta de las siguientes medidas: 3 cm de diámetro por 8 cm de altura al centro posee un barreno de 2 cm de diámetro y 3 cm de profundidad. Este barreno es necesario para acoplar la parte 2 del tubo principal.(figura 2)

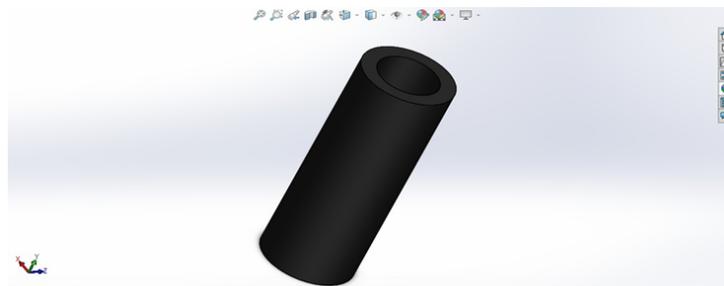


Figura 2. Parte 1 del tubo principal de soporte.

En la figura 3 se observa en la parte inferior, el acoplamiento a la parte 1 (Fig. 2) con diámetro de 1.99 cm y 2.95 cm de largo, de lado superior se tiene el diámetro total del tubo principal que es de 3cm, y

CAPITULO XV

desde donde termina el acople con la pieza 1, de 16 cm de largo. En la zona central superior cuenta con una perforación de 2 cm de diámetro y 13 cm de profundidad, la cual contendrá la pieza que determinará la altura en que se posicionará el sistema óptico.

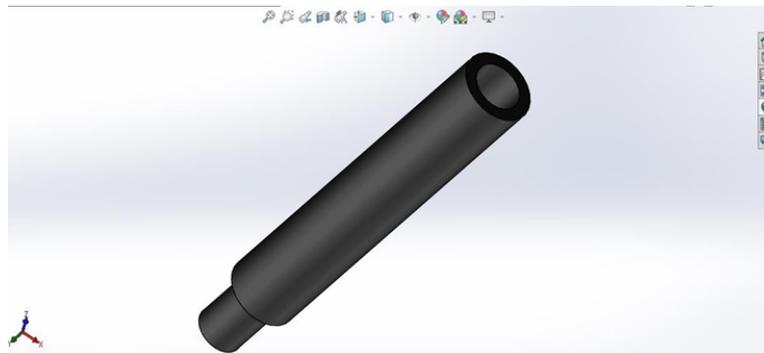


Figura 3. Parte 2 de acoplamiento del tubo principal.

Finalmente ambas pieza parte 1 y 2 se unieron con un pegamento que nos permitió fundir el plástico de tal modo que la unión quedara mecánica y estéticamente bien. Dando una altura total de 24 cm.

c) BASE DEL CUERPO DEL OFTALMOSCOPIO

Esta pieza (figura 4) constituida por una base cilíndrica en su parte inferior con un diámetro de 2 cm y 10 cm de largo y un orificio en el centro de 1.50 cm de diámetro y 3 cm de profundidad, el cual una vez unido a la parte restante del cilindro, se acopla con el tubo principal para obtener la altura requerida según la estatura del usuario.

En la parte superior tenemos la base en la que va situado el oftalmoscopio y la carcasa para la fuente de iluminación, esta es una placa de forma rectangular de 18cm de largo por 8 cm de ancho por 3 cm de alto, en la parte central de la cara superior de esta placa se tienen dos cortes de forma semicilíndrica, el corte de mayor diámetro tiene 5.10 cm de diámetro y 8 cm de largo. Por su parte, el corte de menor diámetro, tiene 2.60 cm de diámetro y 10 cm de largo.

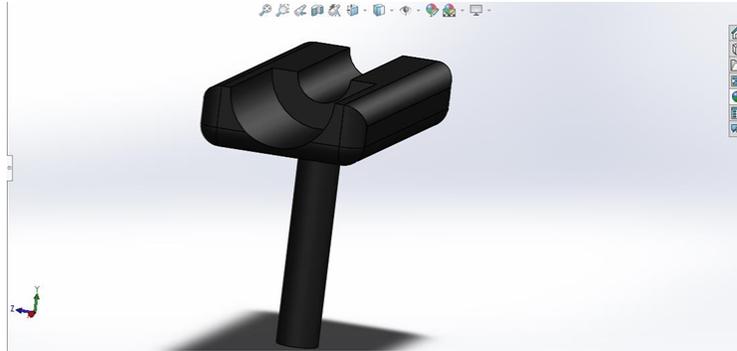


Figura 4. Base del cuerpo del oftalmoscopio.

La parte inferior de la base del oftalmoscopio tiene las siguientes medidas: en su parte más gruesa, 2cm de diámetro y 15 cm de largo, y en su parte más delgada, 1.5 cm de diámetro y 1.95 cm de largo. Estas piezas finalmente unidas tendrán una altura de 28 cm.

d) CARCASA PARA LA FUENTE DE ILUMINACIÓN RESULTADOS.

Esta carcasa está fabricada en plástico por medio de impresión 3D, esta contiene la fuente de iluminación del sistema, la parte electrónica y de control de la posición de la misma fuente, está diseñada en dos partes semicirculares, estas mismas acopladas en forma de bisagra para poder así introducir fácilmente cada uno de los componentes electrónicos.



Figura 5. Carcasa abierta en forma de bisagra mostrando cavidades para elementos electrónicos.

Al cerrar ambas partes quedan totalmente ocultos los componentes electrónicos (Figura 6) , en su extremo frontal cuenta con un orificio circular en el cual estará situado el oftalmoscopio una vez acoplado con todo el sistema mecánico.

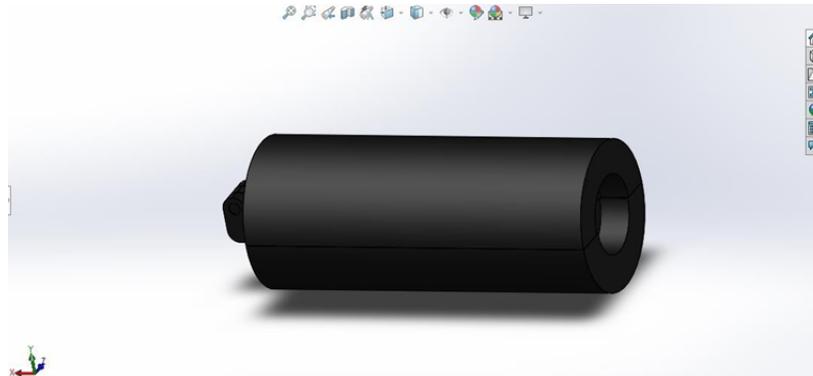


Figura 6. Carcasa cerrada con orificio en la parte frontal para oftalmoscopio

La parte superior de la carcasa tiene una longitud total de 135 mm desde el extremo de la bisagra hasta la parte frontal, el semicírculo que conforma el cuerpo de la pieza tiene un radio de 25 mm, el semicírculo de la parte frontal donde irá situado el oftalmoscopio tiene un radio de 13.75 mm y 10 mm de profundidad, el semicírculo más pequeño donde estará la base de la fuente de iluminación tiene un radio de 6.3 mm y una profundidad de 80mm, posteriormente en la parte posterior se encuentra una cavidad de forma rectangular de 27 mm de largo, 11.9 mm de ancho y 5 mm de profundidad, finalmente en la parte trasera de pieza de la figura 7 se encuentra una base de bisagra de forma rectangular de 5mm de ancho, 8 mm de alto y 15 mm de largo con un redondeo al final de 4 mm de radio y al centro de este mismo un orificio circular, necesario para el eje de la bisagra, de 4 mm de diámetro atravesando la bisagra de lado a lado.

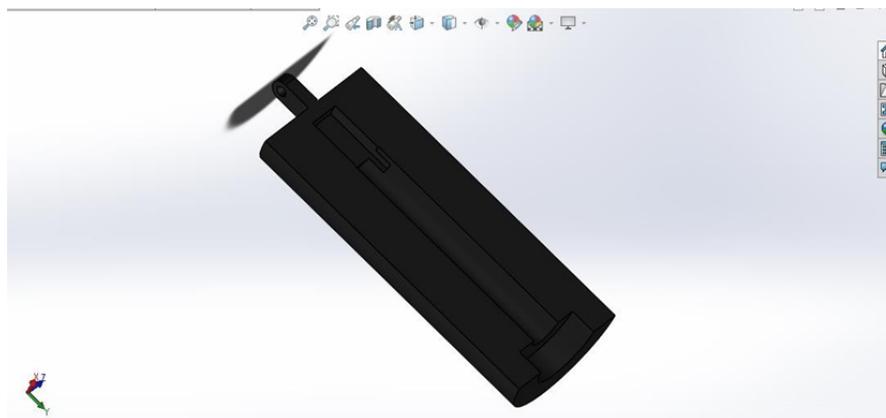


Figura 7. Parte superior carcasa.

La pieza de la figura 8 posee exactamente las mismas medidas de la pieza de la figura 7, a excepción de la zona de forma rectangular de lado derecho de la pieza 24 y los dos brazos de bisagra en la parte trasera de esta misma, la zona rectangular tiene 50mm de largo, 19 mm de ancho y 6.20 mm de

profundidad. Los brazos de bisagra son de las mismas medidas, en su parte horizontal tiene 4 mm de ancho, 8 mm de alto y 15 mm de largo, en la parte inferior tiene un redondeo de radio igual a 4 mm, desde el lado superior de la parte horizontal sobresale una pequeña extensión rectangular de 8mm de largo, 4 mm de ancho y 8 mm de alto, en la parte superior tiene un redondeo en cada esquina de 4mm de radio y al centro de ambos se encuentra un orificio circular de 4mm de diámetro, cada uno de los brazos está separado 2.5mm del centro del semicírculo que conforma la pieza completa.

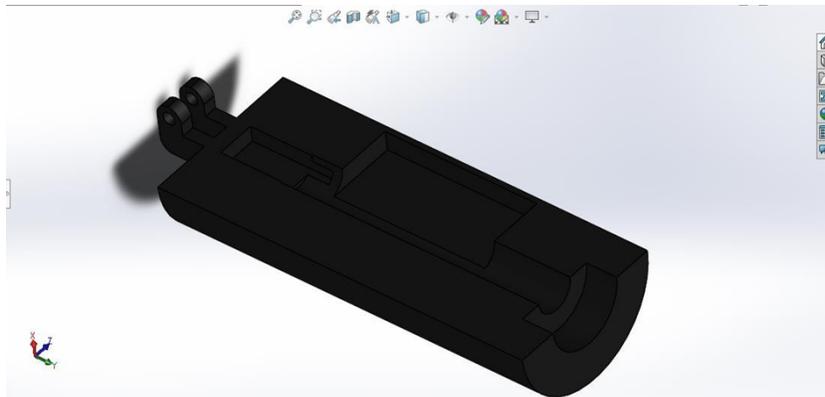


Figura 8. .- Parte inferior carcasa.

e) BASE DE LA FUENTE DE ILUMINACIÓN

La base donde descansa la fuente de iluminación fue manufacturada en un torno, ya que en uno de sus extremos tiene una rosca, por este motivo se requiere que sea de aluminio. La base de la fuente de iluminación es un tubo de aluminio con dimensiones de 70 mm de longitud y 12 mm de diámetro.

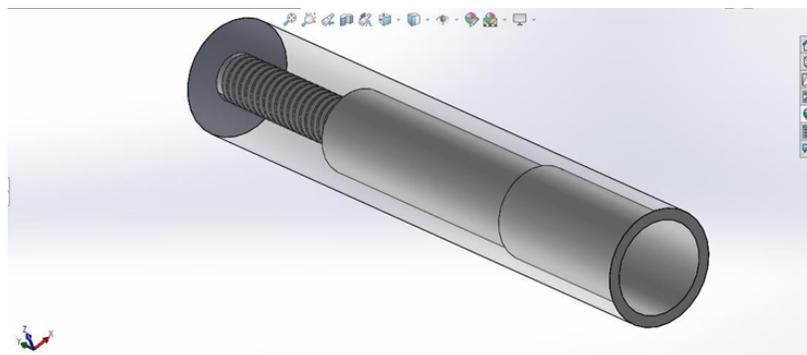


Figura 9. Imagen transparente en el diámetro mayor de la base de la fuente de iluminación.

La figura 9 muestra las perforaciones y la rosca al interior de la base de la fuente de iluminación, de derecha a izquierda tenemos, primero una perforación circular de 10 mm de diámetro y 20 mm de profundidad, posteriormente en el mismo sentido, encontramos una perforación de menor diámetro con 9 mm, y mayor profundidad con 30 mm. La figura 10 muestra la simulación del sistema completo ensamblado.



Figura 10. Simulación en SOLIDWORKS del sistema completo armado



Imagen 11. Montura construida y terminada.

CONCLUSIONES

El objetivo principal de la montura era acoplar un sistema mecánico con una montura fija para un oftalmoscopio indirecto portátil, en función de esto, se logró desarrollar un sistema estético y mecánicamente adecuados que cumple con los requerimientos primordiales, ya que es compacto, ligero y funcional, esto permite hacer las pruebas de Hartmann al ojo humano de una manera estable, sin necesidad que el usuario la sostenga.

El ensamble del oftalmoscopio fue exacto en la montura y, por otro lado, el sistema posee las características y dimensiones necesarias para la introducción de un sistema electrónico y de control para la automatización del prototipo en conjunto.

BIBLIOGRAFÍA

- Castañeda-Escobar, L (2006) , Aberraciones Inducidas en un sistema óptico con desplazamiento Axial y transversal de la Fuente de Iluminación y aplicaciones (Tesis de Doctorado, INAOE)
- Castañeda-Escobar, L. A., Malacara-Hernández, D (21 de mayo del 2004), Diversos Instrumentos para el Estudio del Ojo Humano.(Presentación en Póster) , León Guanajuato.
- J. Ghozal, (1978), Hartmann and Other Screen Test, en Malacara, Daniel (Ed),Optical Shop Testing (1st ed, p.p 323 -347), John Wiley and Sons,Inc
- Díaz Uribe Rufino, Granados Agustín Fermín, y Cornejo-Rodríguez Alejandro (2009), Classic Harmant Test with scanning , Optics Express, Vol.17, Num. 16, <https://doi.org/10.1364/OE.17.013959>.



RAMSES

RED ACADÉMICA MULTIDISCIPLINARIA
DE SOLUCIONES SUSTENTABLES

**DIFUSIÓN DE LA
CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA**