

gaceta

Órgano Oficial de Divulgación del Sistema de Investigación, Innovación
y Desarrollo Tecnológico del Estado de Yucatán

AÑO 2025 | NÚM. 75 | YUCATÁN, MÉXICO



RENACIMIENTO MAYA
YUCATÁN
GOBIERNO DEL ESTADO | 2024 • 2030

SECIHTI

SECRETARÍA DE CIENCIA,
HUMANIDADES, TECNOLOGÍA
E INNOVACIÓN



SIIDETEX





SIIDETey



RENACIMIENTO MAYA
YUCATÁN
GOBIERNO DEL ESTADO | 2024 • 2030

SECIHTI

SECRETARÍA DE CIENCIA,
HUMANIDADES, TECNOLOGÍA
E INNOVACIÓN



Parque Científico y
Tecnológico de Yucatán



gaceta
Órgano Oficial de Divulgación del Sistema de Investigación, Innovación
y Desarrollo Tecnológico del Estado de Yucatán

Órgano Oficial de Divulgación de la Ciencia y Tecnología en Yucatán

Sistema de Investigación, Innovación y Desarrollo Tecnológico del Estado de Yucatán



Contáctanos: gaceta.siidetey@gmail.com

www.siidetey.org

Es un honor presentar la edición 75 de la Gaceta SIIDETHEY, una publicación que demuestra, con rigor y claridad, el esfuerzo colectivo de nuestras y nuestros investigadoras e investigadores, instituciones académicas y centros de estudio por generar, compartir y aplicar conocimiento que transforma realidades.

La ciencia y la innovación no son conceptos aislados ni lejanos: son herramientas concretas para resolver desafíos reales de nuestro entorno.

Yucatán hoy ocupa un lugar destacado en el mapa científico nacional, siendo el 4to lugar a nivel nacional, en número de personas investigadoras por cada 100 mil habitantes, con una densidad que supera el promedio nacional en el Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores (SNI) y que es reflejo de una comunidad académica vigorosa, comprometida con la generación de conocimiento de calidad.

Este progreso no ocurre por casualidad: es el resultado de políticas públicas orientadas a fortalecer el capital humano, promover la investigación estratégica y vincular la ciencia con el desarrollo social, económico y cultural.

Esta edición 75, presenta las contribuciones sobre promoción de la salud en el Área Natural Protegida Cuxtal, mostrando cómo la educación ambiental y la participación comunitaria pueden transformar prácticas cotidianas y fortalecer una cultura preventiva en las zonas rurales, de igual forma, los artículos dedicados al monitoreo de biodiversidad mediante ciencia participativa revelan el valor del trabajo colaborativo entre instituciones y habitantes de las comunidades, y también se comparten los trabajos que abordan la relación

entre bienestar, entorno y prácticas socioculturales, así como reflexiones metodológicas que fortalecen la investigación interdisciplinaria que caracteriza a nuestra región científica.

Cada artículo no solo aporta evidencia científica, sino que expone enfoques interdisciplinarios y soluciones pertinentes para las comunidades que nos conforman.

Estos avances están en plena consonancia con los ejes estratégicos del Plan Estatal de Desarrollo “Renacimiento Maya 2024–2030”, el cual presenta la visión del Gobernador Constitucional del Estado de Yucatán, Mtro. Joaquín Díaz Mena, quien reconoce en la ciencia, la tecnología y las humanidades, un pilar esencial para generar bienestar, promover la igualdad de oportunidades y elevar el nivel de vida de nuestra población.

Desde la SECIHTI Yucatán, refrendamos nuestro compromiso de fortalecer cada vez más la producción científica y su divulgación responsable, que nos permitan articular mejor los esfuerzos institucionales, académicos y comunitarios para responder a los retos del siglo XXI.

Agradezco a todas y todos quienes hacen posible este proyecto editorial: a las y los autores, a las instituciones que comparten su trabajo con rigor y transparencia, y a quienes leen y aprovechan cada contenido para enriquecer su práctica y su visión.

Que esta Gaceta SIIDETHEY sea, como siempre, una ventana al pensamiento crítico, la innovación con propósito y la ciencia al servicio de nuestra gente.

Dra. Geovanna Campos Vázquez

Secretaria de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación
del Gobierno del Estado de Yucatán
Presidenta del SIIDETHEY



Quiénes Somos:

La Gaceta SIIDETHEY No. 74, mayo - agosto 2025, es una publicación digital cuatrimestral, editada por el Sistema de Investigación, Innovación y Desarrollo Tecnológico del Estado de Yucatán; cuenta con un Comité Editorial que aprueba la publicación de los artículos y fotografías que son enviados por las instituciones miembros. Los artículos son responsabilidad de cada autor o autora y su utilización total o parcial debe ser autorizada por el SIIDETHEY.

La Gaceta SIIDETHEY tiene una paginación variable; es realizada en la ciudad de Mérida, Yucatán, México, en las oficinas de la Subsecretaría de Tecnología e Innovación de la SECIHTI Yucatán, ubicadas en la calle 31A No. 300 por 8, Col. San Esteban, C.P. 97149. Fecha de última modificación: 31 de agosto de 2025.

SIIDETHEY

DIRECTORIO

Secretaría de Ciencia, Humanidades,
Tecnología e Innovación de Yucatán

Dra. Geovanna Campos Vázquez

Universidad Autónoma de Yucatán

Dr. Carlos Alberto Estrada Pinto

Centro de Investigación Científica de
Yucatán

Dra. Maira Rubi Segura Campos

Centro de Investigación y de Estudios
Avanzados del IPN. Unidad Mérida

Dr. Gabriel Merino Hernández

Subsede Sureste del Centro de
Investigación y Asistencia en
Tecnología y Diseño del Estado
de Jalisco

Dr. Manuel Ramírez Sucre

Centro de Investigaciones y Estudios
Superiores en Antropología Social

Dra. Laura Machuca Gallegos

Universidad Nacional Autónoma de
México

Dr. Xavier Chiappa Carrara

Universidad Tecnológica
Metropolitana

Mtra. Marysol Canto Ortiz

Instituto Tecnológico de Conkal

Mtra. Rocío Elizabeth Pulido Ojeda

Centro de Investigación Regional
Sureste del Instituto Nacional de
Investigaciones

Forestales, Agrícolas y Pecuarias

M.C. Bartolo Rodríguez Santiago

Instituto Tecnológico de Mérida

Ing. Heriberto Herrera Colocía

Texas A&M University

Dr. Zenón Medina Cetina

Universidad Anáhuac Mayab

Ing. Miguel Pérez Gómez

Universidad Marista de Mérida

M.I. Ermilo José Echeverría

Castellanos

Centro de Investigación en Ciencias
de Información Geoespacial-Mérida

Dr. Oscar Sánchez Siordia

Centro de Investigación en
Matemáticas

Dr. José Carlos Gómez Larrañaga

El Colegio de la Frontera Sur

Dr. Antonio Saldívar Moreno

Universidad Politécnica de Yucatán

Mtro. Aarón Rosado Martínez

Universidad Modelo

Ing. Carlos Sauri Duch

COMITÉ EDITORIAL

UNAM-ENES MÉRIDA

Daniela H. Tarhuni Navarro

INIFAP

Raúl Díaz Plaza

CICY

Miguel Gibrán Román Canto

CENTROGEO

Silvia Fidelina Fernández Sabido

Jaziel Carballo Tadeo

UNAM CAMPUS YUCATÁN

Mónica S. Enríquez Ortiz

IT - CONKAL

Carlos Juan Alvarado López

**UNIVERSIDAD MARISTA DE
MÉRIDA**

Alfonso Cuevas Jiménez

CIATEJ

Élida Gastélum Martínez

Universidad Anáhuac Mayab

Mariana Berenice González Leija

CIESAS

Inés Isabel Cortés Campos

Cristóbal Alfonso Sánchez Ulloa

UADY

Ramón Peniche Mena

UNIVERSIDAD MODELO

Jorge Carlos Canto Esquivel

ECOSUR

María Magdalena Jiménez Ramírez

CINVESTAV

Rafael Rivera Bustamante

CIMAT

Joel Antonio Trejo Sánchez

SECIHTI Yucatán

Ericka Guiselle Garibay Nava

ITM

Gabriel Lizama Uc

UPY

Lucero Priscila Damián Adame

Responsable de la información

Subsecretaría de Tecnología e
Innovación

Responsable de la publicación

Subsecretaría de Tecnología e
Innovación

Diseño editorial

Dirección de Divulgación
Institucional y Difusión
de la Ciencia (SECIHTI)

La ENES-Mérida: Un Refugio para la Fauna Silvestre de Yucatán	7
El pavo de Knorosov: símbolo de resistencia del pueblo maya	12
Del asombro al hallazgo: una ruta poco contada de la mariposa Monarca	15
¿Por qué hay tantos perros en la calle? Percepción de la población de ambientes rurales y urbanos de Yucatán	19
Educación para transformar: fortaleciendo el autocuidado alimentario en la Reserva Ecológica de Cuxtal	23
Voces del pasado en el archivo. Testimonios sobre reclutamiento militar en Yucatán a mediados del siglo XIX	26
Cuidar el territorio desde la comunidad: la experiencia de Sanahcat	29
Energías marinas en Yucatán: el oleaje como una fuente renovable	33
Revalorización de residuos plásticos: de la basura a una solución para el agua	37
Un Enfoque Integral para la Mejora de Productividad mediante el Uso de Manufactura esbelta y Ergonomía en una Fábrica de Fibra Sintética	41
Extractos microbianos de <i>Streptomyces</i> spp como promotores de crecimiento vegetal en chile habanero	44
Salud renal: el cuidado de los riñones es un compromiso con tu Salud	48

La transferencia tecnológica en dispositivos médicos para prevenir, diagnosticar y tratar enfermedades	52
El teléfono móvil actúa como caballo de Troya, facilitando la propagación de patógenos resistentes a fármacos	56
Principales estrategias para la prevención de riesgos psicosociales en las empresas familiares	60
Integración de Design Thinking y Metodología 5S en la Mejora del Proceso Productivo de Horchata en la Empresa Yrisza	64
Estandarización e implementación de un sistema de producción para un sustituto de queso en Grupo Noreña, utilizando diagramas de flujo, PQRST, SLP, ALDEP y CRAFT para mejorar la eficiencia y ampliar la línea de productos	70

La ENES-Mérida: un Refugio para la Fauna Silvestre de Yucatán

Autores:

Carlos Yañez Arenas, Jimena García Burgos & Rebeca Leal Olvera

Correo de contacto:

carlos_yanez@ciencias.unam.mx

Palabras clave:

Biodiversidad, vertebrados, selva baja caducifolia, área natural protegida, conservación

Las áreas verdes urbanas y periurbanas representan refugios de gran relevancia para la biodiversidad en un mundo cada vez más urbanizado (Aronson et al., 2014). En los terrenos aledaños a la Escuela Nacional de Estudios Superiores (ENES) de la Universidad Nacional Autónoma de México, ubicados en el municipio de Mérida (Fig. 1), se encuentra un ecosistema de selva baja caducifolia con el potencial para albergar y proteger una gran riqueza de animales (Fig. 2). Con el objetivo de estimar esta riqueza faunística, estudiantes del Laboratorio de Ecología Geográfica (Ecolgeo) de la UMDI-Sisal, Facultad de Ciencias (UNAM) realizaron recientemente un inventario de los vertebrados que habitan en esta área.

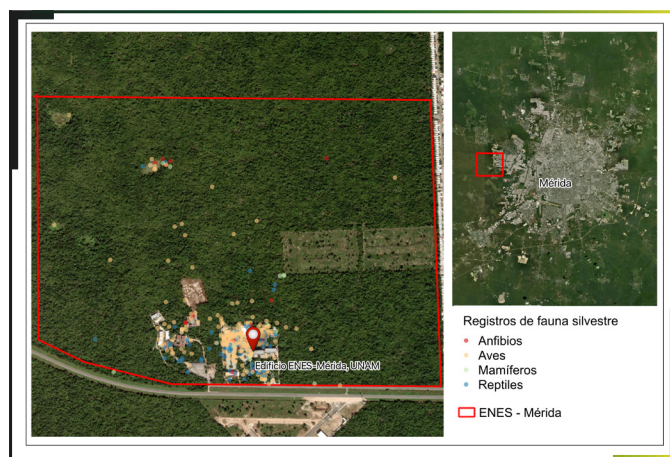


Figura 1. Registros de fauna silvestre (por grupo taxonómico) en la Escuela Nacional de Estudios Superiores de la Universidad Nacional Autónoma de México, Mérida, Yucatán (ENES-Mérida).



Figura 2. Fotografía con Dron de la selva baja caducifolia en la ENES-Mérida (Foto: Carlos Yañez).



Los registros obtenidos a través de la colaboración entre ciencia ciudadana (iNaturalistaMx) y muestreos mediante fototrampeo revelaron una riqueza de 131 especies de vertebrados. La avifauna representa el grupo más diverso con más de 95 especies documentadas, siendo las más frecuentemente observadas *Meleagris ocellata* (Guajolote ocelado), *Quiscalus mexicanus* (Zanate mayor) y *Tyrannus forficatus* (Tirano tijereta rosado). Los reptiles constituyen el segundo grupo con 18 especies, siendo *Ctenosaura similis* (Iguana negra de cola espinosa), *Aspidozelis angusticeps* (Huico yucateco) y *Anolis rodriguezii* (Anolis liso del sureste) los reptiles con mayor número de



Esta notoria diversidad adquiere mayor relevancia al considerar que el área alberga numerosas especies con diferentes grados de riesgo y valor de conservación. Entre los endemismos regionales destacan *Colinus nigrogularis* (Codorniz yucateca), *Cyanocorax yucatanicus* (Chara yucateca), *Melanerpes pygmaeus* (Carpintero yucateco), *Crotalus tzabcan* (Serpiente de cascabel yucateca), *A. angusticeps*, *Coleonyx elegans* (Geco yucateco de bandas), *Bolitoglossa yucatanica* (Salamandra lengua de hongo yucateca) y *S. yucatanensis* (Fig. 4). En términos de estatus de conservación, al menos 12 especies están protegidas por la NOM-059 mexicana, bajo la categoría de Protección Especial. A nivel internacional, 8 especies aparecen en la Lista Roja de la UICN con diferentes grados de riesgo (IUCN, 2023). Las serpientes venenosas como *Micrurus apiatus* (Serpiente coralillo variable)

registros. Los anfibios están representados por al menos 9 especies, destacando por su frecuencia *Incilius valliceps* (Sapo costero), *Smilisca baudinii* (Rana arborícola mexicana) y *Rhinella horribilis* (Sapo gigante). Finalmente, los mamíferos están presentes con 8 especies, siendo *Artibeus jamaicensis* (Murciélago frutero), *Sciurus yucatanensis* (Ardilla yucateca) y *Procyon lotor* (Mapache) las más comúnmente registradas (Fig. 3).



y *C. tzabcan* enfrentan presión constante por la persecución humana, a pesar de relevancia ecológica (Campell & Lamar, 2004). El venado de cola blanca (*Odocoileus virginianus*) (Fig. 5), aunque no se encuentra en riesgo a nivel global, experimenta presión local por cacería furtiva y fragmentación del hábitat (Rodríguez et al., 2018). Entre los mamíferos voladores, varias especies de murciélagos como *Promops centralis* y *Artibeus lituratus* son indicadores importantes de la salud del ecosistema y enfrentan amenazas por la perturbación de sus refugios (Aziz et al., 2021). Asimismo, la presencia de carnívoros medianos como el coatí (*Nasua narica*) y la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) es especialmente valiosa, ya que estas especies requieren territorios extensos y actúan como reguladores ecológicos (Roemer et al., 2009).

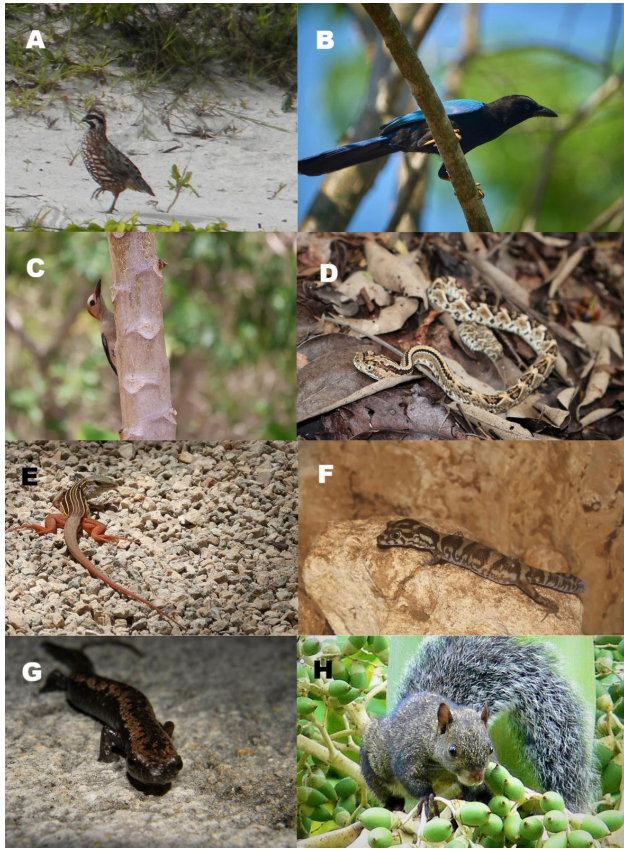


Figura 4. Especies endémicas registradas en la ENES-Mérida: A) *Colinus nigrogularis* (Codorniz yucateca; Foto: Maximilian Paradiz), B) *Cyanocorax yucatanicus* (Chara yucateca; Foto: Dominio Público), C) *Melanerpes pygmaeus* (Carpintero yucateco; Foto: Carlos Yañez), D) *Crotalus tzabcan* (Serpiente de cascabel yucateca; Foto: Carlos Yañez), E) *Aspidocelis angusticeps* (Huico yucateco; Foto: Carlos Yañez), F) *Coleonyx elegans* (Geco yucateco de bandas; Foto: Carlos Yañez), G) *Bolitoglossa yucatanana* (Salamandra lengua de hongo yucateca; Foto: Maximilian Paradiz) y H) *Sciurus yucatanensis* (Ardilla yucateca; Foto: Jim McCulloch).

Más allá de su valor intrínseco como hogar de esta gran diversidad de especies, el terreno de la ENES es un corredor biológico crucial que conecta varios fragmentos continuos de selva baja caducifolia en el noroeste de la península de Yucatán. Los vertebrados presentes mantienen una compleja red de interacciones ecológicas. Por ejemplo, depredadores como *Boa imperator* (Boa imperial) regulan poblaciones de roedores, manteniendo el equilibrio poblacional en el ecosistema (Ritchie & Johnson, 2009). Las especies frugívoras como *A. jamaicensis* y *Turdus grayi* (Mirlo café) actúan como dispersores de semillas, favoreciendo la regeneración del bosque y manteniendo la conectividad genética entre poblaciones vegetales (Martínez & García, 2017). Los polinizadores, incluyendo murciélagos nectarívoros y colibríes como *Amazilia yucatanensis*, son esenciales para la reproducción de las plantas nativas (García-Martínez et al., 2020).

A pesar de su enorme valor biológico, esta área enfrenta múltiples riesgos que requieren atención inmediata. El crecimiento urbano descontrolado de la ciudad de Mérida representa la principal amenaza, con la expansión de fraccionamientos que amenazan con fragmentar aún más el hábitat disponible (Palafox-Juárez et al., 2021) (Fig. 6). La contaminación, tanto por desechos sólidos como por aguas residuales, degrada la calidad del ecosistema y afecta particularmente a las especies acuáticas y semi-acuáticas. La cacería furtiva ejerce presión especial sobre especies grandes como el venado y aves llamativas como el guajolote ocelado (Montés-Pérez et al., 2018). Adicionalmente, la introducción de especies exóticas, tanto plantas invasoras como fauna doméstica asilvestrada, altera la estructura del bosque nativo y compite con las especies nativas por recursos (Rendón-Hernández et al. 2024).



Figura 5. Venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) fotografiado mediante cámara trampa colocada en ENES-Mérida (Foto: Carlos Yañez).



Figura 5. Fotografía con Dron que muestra la expansión de la ciudad al poniente del municipio de Mérida (Foto: Carlos Yañez).

Ante este panorama la diversidad documentada en este estudio constituye un primer argumento sólido para la necesidad de crear un Área Natural Protegida. Desde la perspectiva de la biodiversidad, esta designación proporcionaría protección legal para el hábitat de especies endémicas y amenazadas, mantendría la conectividad ecológica regional esencial para el flujo genético entre poblaciones, y aseguraría la conservación de procesos ecosistémicos esenciales. Para la sociedad, los beneficios incluirían la preservación de servicios ecosistémicos vitales como la regulación de la calidad del aire y del clima local, oportunidades incomparables de educación ambiental e investigación científica *in situ*, y el posible desarrollo de un atractivo turístico sustentable que beneficiaría económicamente a la ciudad.

La riqueza faunística documentada en las adyacencias de la ENES representa un patrimonio natural invaluable y evidencia que

este espacio tiene el potencial de consolidarse como un verdadero refugio de biodiversidad. En este sentido, los resultados sugieren que la ENES ya funciona como un refugio incipiente y que, con medidas adecuadas de manejo, podría convertirse en un Área Natural Protegida. Desde la perspectiva de la biodiversidad, esta designación proporcionaría protección legal para el hábitat de especies endémicas y amenazadas, mantendría la conectividad ecológica regional esencial para el flujo genético entre poblaciones, y aseguraría la conservación de procesos ecosistémicos. Para la sociedad, los beneficios incluirían la preservación de servicios ecosistémicos vitales, oportunidades incomparables de educación ambiental e investigación científica *in situ*, y el posible desarrollo de un atractivo turístico sustentable que beneficiaría económicamente a la ciudad.



Referencias bibliográficas

1. Aronson, M. F., La Sorte, F. A., Nilon, C. H., Katti, M., Goddard, M. A., Lepczyk, C. A., ... & Winter, M. (2014). A global analysis of the impacts of urbanization on bird and plant diversity reveals key anthropogenic drivers. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 281(1780), 20133330.
2. Aziz, S. A., McConkey, K. R., Tanalgo, K., Sritongchuay, T., Low, M. R., Yong, J. Y., ... & Racey, P. A. (2021). The critical importance of Old World fruit bats for healthy ecosystems and economies. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 9, 641411.
3. Campbell, J. A., & Lamar, W. W. (2004). *The venomous reptiles of the Western Hemisphere*. Cornell University Press.
4. IUCN. (2023). *The IUCN Red List of Threatened Species*. Version 2023-1.
5. Martínez, D., & García, D. (2017). Role of avian seed dispersers in tree recruitment in woodland pastures. *Ecosystems*, 20, 616-629.
6. Martínez-García, V., González, O., & Ortiz-Pulido, R. (2020). Hummingbird-plant network in a lowland dry forest in Yucatan, Mexico. *Tropical Conservation Science*, 13, 1940082920973830.
7. Montes-Pérez, R., Ek, P., Aguilar, W., Magaña, J., & Montes, F. (2018). Cacería de venados *Odocoileus virginianus*, *Mazama americana* (Artiodactyla: Cervidae) en tres comunidades de Yucatán. *Abanico Veterinario*, 8(1).
8. Moreno-Pérez, P. A., Hernández-Téllez, M., & Bautista-Gálvez, A. (2021). In danger one of the largest aquifers in the world, the great Mayan aquifer, based on monitoring the cenotes of the Yucatan Peninsula. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 81, 189-198.
9. Palafox-Juárez, E. B., López-Martínez, J. O., Hernández-Stefanoni, J. L., & Hernández-Núñez, H. (2021). Impact of urban land-cover changes on the spatial-temporal land surface temperature in a tropical city of Mexico. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 10(2), 76.
10. Rendón-Hernández, E., Ayala-Pérez, L. A., Golubov, J., & Torres-Lara, R. (2024). Especies exóticas invasoras y sus implicaciones sobre los bosques de manglar en las reservas de la biosfera Ría Celestún y Ría Lagartos. *Madera y Bosques*, 30(SPE).
11. Ritchie, E. G., & Johnson, C. N. (2009). Predator interactions, mesopredator release and biodiversity conservation. *Ecology Letters*, 12(9), 982-998.
12. Rodríguez, J. C. P., Vázquez, F. G., & Baltazar, E. B. (2018). Conflicto territorial, ecoturismo y cacería no regulada: el traslape de territorialidades en el Área Natural Protegida de Balam-Kú. *PASOS Revista de Turismo y Patrimonio Cultural*, 16(4), 909-925.
13. Roemer, G. W., Gompper, M. E., & Van Valkenburgh, B. (2009). The ecological role of the mammalian mesocarnivore. *BioScience*, 59(2), 165-173.



El pavo de Knorosov: símbolo de resistencia del pueblo maya

Autores:

Silvia Fernández-Sabido, Jaziel Carballo-Tadeo

Correo de contacto:

sfernandez@centrogeo.edu.mx
al.jcarballo@centrogeo.edu.mx

Palabras clave:

lengua maya, resistencia indígena, cutz, pavo ocelado, epigrafía.

Actualmente trabajamos en el Parque Científico y Tecnológico de Yucatán (PCTY), a unos 30 kilómetros de Mérida. El PCTY abarca más de 200 hectáreas, de las cuales, sólo 98 están ocupadas por instituciones y empresas, por lo tanto, hay una gran zona selvática donde habitan cientos de animales endémicos que encontramos de vez en cuando.

En las primeras semanas de 2025, algunos pavos de monte fueron avistados en los caminos principales (Figura 1). Eran días de sequía, así que probablemente andaban en busca de agua. Estas impresionantes aves de plumaje iridiscente son emblemáticas de la región maya de México y pueden observarse también en las zonas arqueológicas de la península de Yucatán, especialmente en aquellas menos concurridas.

El nombre maya de este animal es *CUTZ*. Este ensamble de letras *C-U-T-Z*, es una representación moderna que intenta emular el sonido que los hablantes nativos utilizan para referirse a esta ave. Estas representaciones latinas desplazaron por completo la bella escritura maya original basada en símbolos gráficos, o sea, glifos.

Los textos glíficos mayas más antiguos se remontan al siglo III a.C., mientras que los más recientes fueron creados durante la conquista española y continuaron hasta el siglo XVII en áreas menos controladas por los españoles, como Tayasal en Guatemala. A lo largo de más de mil años de escritura, los mayas imprimieron cientos de singulares símbolos en diversos soportes, incluyendo vasijas cerámicas, monumentos de piedra, códices, dinteles de madera, fachadas estucadas, paredes de edificios y cuevas, así como en objetos de concha, hueso, jade, obsidiana y barro (Kettuken, 2010).

Figura 1. Pavos de monte que habitan los terrenos del Parque Científico y Tecnológico de Yucatán (PCTY). Fotos tomadas por Marisol Sosa Padilla, febrero de 2025.



El significado de los glifos mayas fue un misterio por más de 5 siglos pues los intentos de utilizar el alfabeto registrado por Diego de Landa para interpretar los escritos fueron un fracaso. Fué Yuri Knorosov, en la década de los 1950's, quien hizo dos simples, pero brillantes, observaciones sobre un grabado del códice de Madrid (Figura 2):

1. Los símbolos que aparecen repetidamente junto a la imagen del ave, podrían ser el nombre de ese animal en lengua maya.
2. El sonido asociado a la lectura de esos símbolos podría conocerse mostrando la figura del ave a los hablantes de maya que siguen habitando los territorios de sus ancestros y conviviendo con la misma fauna.

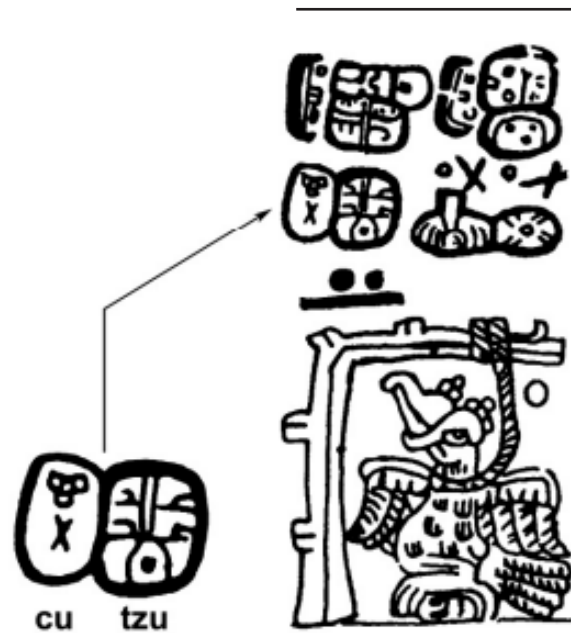


Figura 2. Izquierda: Yuri Knorosov, década de 1950, foto tomada de filey.org. Derecha: dibujo de Carlos Villacorta, tomado de Kettuken (2011), donde se muestra el pictograma para "pavo" acompañado de los glifos de las sílabas que forman su nombre, "cutz" (proveniente del códice de Madrid).

Así fué como Knorosov descubrió el significado y la pronunciación de los dos primeros glifos silábicos mayas: *cu* y *tzu*; que al perder su última vocal se reduce a "cutz", el nombre maya del pavo ocelado que habita la selva de Yucatán.

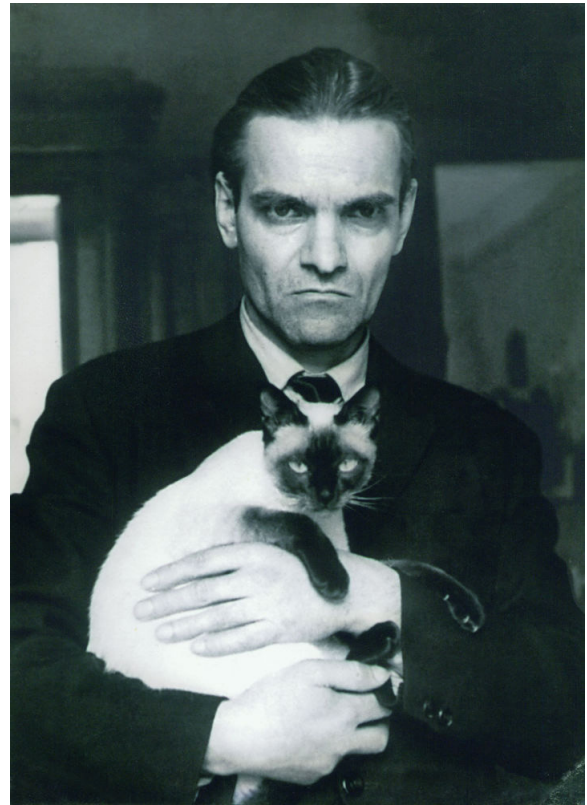
La escritura maya no es alfabética como creía Landa sino logosilábica, una combinación de logogramas, que representan palabras completas, y silabogramas, que representan sílabas y pueden funcionar tanto de forma silábica como vocálica.

Siguiendo esta estrategia, Knorosov descifró varios escritos mayas y en 1952 publicó los resultados en la revista *Sovetskaya Etnografiya* con el título "Drevnyaya pis'mennost' Tsentral'noy Ameriki" (Knorosov, 1952). Este trabajo evidenció de una manera clara, que la lengua de los mayas de los primeros siglos sigue siendo muy semejante a la hablada hoy en día.

El desciframiento de la escritura glífica maya aún no está concluido, pero sus inicios son una prueba de que la lengua maya está viva y es vehículo de conocimiento ancestral. El pavo de monte, además de ser una especie simbólica del pueblo maya y el paisaje yucateco, también cumple un rol de importancia en el equilibrio ecológico de la región. En los últimos años, su hogar se ha visto cada vez más amenazado por el boom inmobiliario que atraviesa el estado de Yucatán, donde empresas locales y nacionales, especialmente en la ciudad de Mérida, llevan a cabo sus desarrollos inmobiliarios. Debido al impacto destructor de la mayoría de los métodos de desarrollo residencial en las áreas de desarrollo activo, la biodiversidad suele decaer. Estas acciones, en la mayoría de los casos, implican la eliminación de la mayor parte de la vegetación y no menos importante, la capa superior del suelo (McKinney, 2009), dejando a estos animales con menos espacios seguros para alimentarse, reproducirse y vivir.

Cuidar a esta especie implica también proteger las últimas zonas de su hábitat. Su conservación es una responsabilidad compartida entre gobierno, academia y sociedad, que requiere conciencia ciudadana y también políticas que prioricen el respeto por la biodiversidad local. Hoy día, los hablantes de lenguas indígenas continúan firmes, resistiendo estas nuevas

formas de colonización. Con el rápido avance de la inteligencia artificial, surgen numerosas oportunidades para utilizar la tecnología en la revitalización de las lenguas indígenas y la protección de sus territorios. Sin embargo, como demostró Knorozov hace años, las soluciones más efectivas y relevantes incluyen un acercamiento a las comunidades, donde es fundamental escuchar con humildad lo que tienen que decir.



Referencias bibliográficas

Kettunen, Harry y Christophe Helmke, Introducción a los jeroglíficos mayas, s/l: Wayeb, 2010.

Knorozov, Yuri V. Ancient Writing of Central America. Traducido de: Sovetskaya Etnografiya 3: 100-118, 1952.

Mckinney, Michael. (2009). Urbanization, Biodiversity, and Conservation. BioScience, 2009.

Del asombro al hallazgo: una ruta poco contada de la mariposa Monarca

Autores:

Juan Flores Valadez, Estefanía Medina Bastarrachea, Roger Iván Sosa Pinto, William Ramón Cruz Canto, María Cecilia Álvarez Ricalde, Adriana Vallarino Moncada, Luis Higinio Salinas Peba, Itzel Adriana Arista Cárdenas

Correo de contacto:

adriana.vallarino@enesmerida.unam.mx

Palabras clave:

mariposa monarca, reproducción, península de Yucatán, conservación



¿Una mariposa monarca en Isla Mujeres? Esta fue nuestra primera expresión al observar un ejemplar inconfundible en pleno centro de la ciudad en marzo de 2019. Era algo impensable. Al cotejar la foto de la posible monarca en la app de ciencia ciudadana *iNaturalist.com* confirmamos que efectivamente se trataba de una *Danaus plexippus*. Resultó ser un encuentro agradable y misterioso que pasó sin mayores consecuencias.

Mariposa Monarca en Progreso, Yuc.



La mayoría de los mexicanos sabemos que las estas mariposas migran de Canadá y Estados Unidos hacia los bosques del centro de México. Lo que pocos sabemos, es que solamente aquellas que eclosionan al principio del otoño en los países del norte, migrarán hacia el sur. Ya en México, estas mariposas esperarán hasta la primavera para reproducirse y la nueva generación regresará al norte mientras se reproduce en diferentes sitios. Finalmente, después de cinco generaciones, ésta última nacerá en otoño y decidirá migrar al sur para volver a empezar su historia como migrante.

Un poco más de dos años después del primer encuentro, en mayo del 2021, en plena pandemia, registramos a un individuo sobrevolando la zona de “Playa Norte” en Isla Mujeres, lo que, ahora sí, despertó nuestra curiosidad por saber si esta especie era residente cotidiana y simplemente había pasado desapercibida. No podía ser casualidad volver a encontrarla dos años después. Debíamos develar el misterio, así que contactamos a la doctora Cristina Dockx, experta en monarcas en el Caribe, con 20 años de experiencia estudiando rutas migratorias.



Oruga de mariposa Monarca en Isla Mujeres, Q.R.

¿De dónde vienen las Monarcas del Caribe?

La Dra. Dockx y colaboradores (2023), confirmaron dos rutas migratorias: la del sureste y la del Atlántico, ambas originándose en el sureste de Estados Unidos, bajando por Florida y llegando a Cuba. Las monarcas que siguen la ruta del sureste, continúan a la península de Yucatán y algunas llegan al suroeste hasta Guatemala y Honduras. Las monarcas que siguen la ruta del Atlántico, viajan al este hasta Puerto Rico.

Estas mariposas tienen sitios de nacimiento definidos, se alimentan de plantas particulares

cuando son larvas y tienen sus propias rutas migratorias en épocas del año específicas además de fenotipos particulares. Al migrar por estas rutas del sureste, no lo hacen en grandes grupos, y la migración dura más que la del centro de México. El paso de las de esta especie por la península es muy importante, ya que aquí obtienen los recursos para llegar hasta Centroamérica. Además, hay evidencia de que algunos ejemplares incluso pasan el invierno en la región. La Dra. Dockx resolvió muchos misterios, pero aún quedaban preguntas por responder.

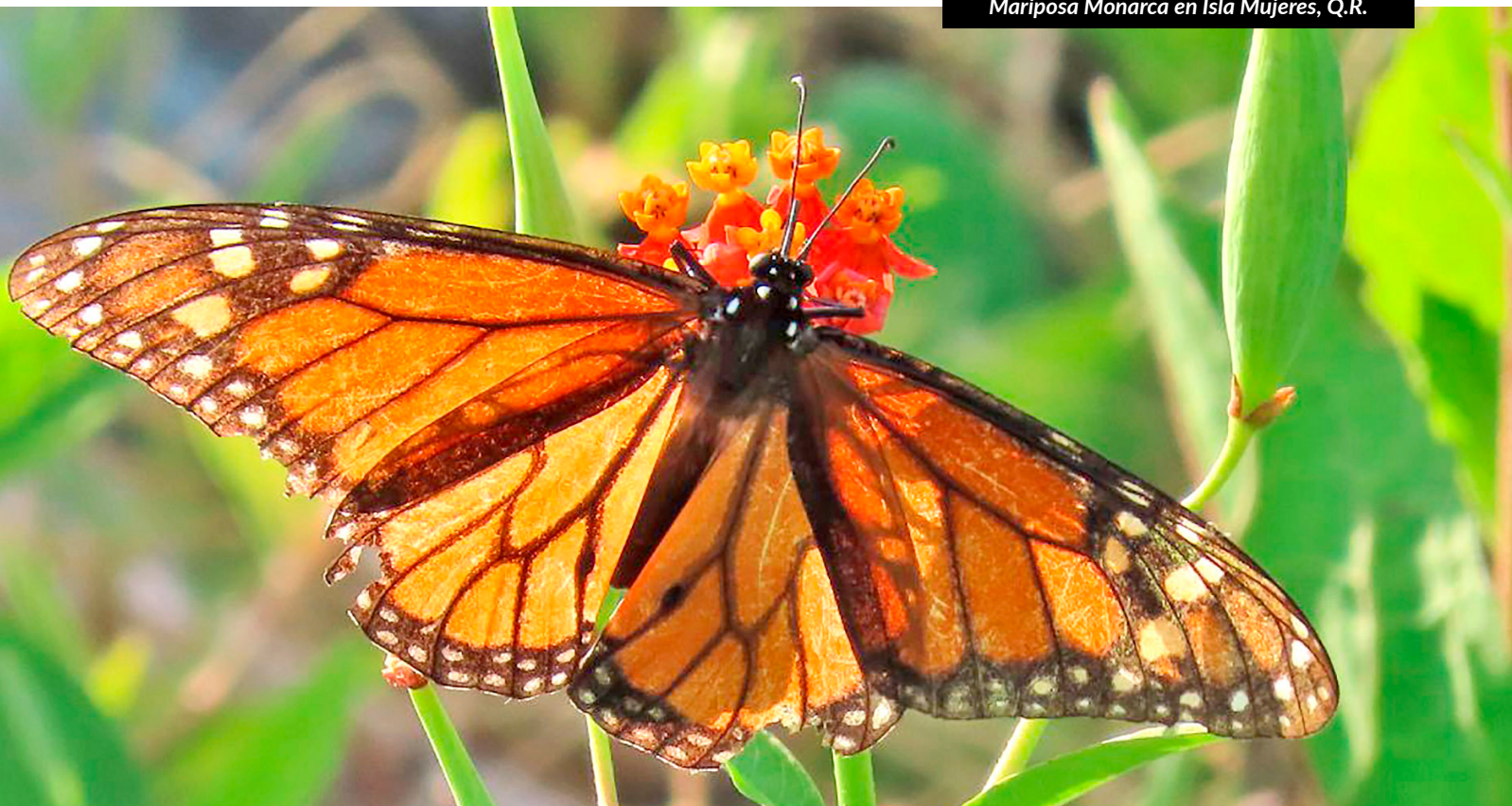
Por ello, buscamos líderes comunitarios de diferentes localidades de la región para monitorear a la monarca y, sumando esfuerzos, se construyó una red de monitoreo comunitario que logró registrar a varios individuos en diferentes fechas y lugares de la región. Estos registros fortalecieron el reporte de las rutas migratorias publicadas por la Dra. Dockx¹ junto a los registros históricos de los años ochenta hechos por la conservacionista Barbara Mackinnon. Los nuevos registros de la red comunitaria permitirán comprender mejor la biología de esta especie prioritaria y estimar las fechas adecuadas para observarlas a lo largo del año en diferentes zonas de la península, incluidas diversas Áreas Naturales Protegidas (ANP) tales como Ría Lagartos, Manglares de Nichupté, Calakmul, Caribe Mexicano, Isla Contoy y Yum Balam.

La gran sorpresa en Isla Mujeres

Nuestro asombro es cada vez mayor al obtener nuevos registros en diferentes sitios tan diversos como ejidos, ciudades e islas. El territorio en donde se distribuyen está asociado directamente a la disponibilidad y

floración de las plantas de las que dependen. Como si toda esta información no fuera suficientemente sorprendente, en 2022 encontramos una gran cantidad de monarcas en diferentes etapas de su ciclo de vida (huevos, orugas, crisálidas y adultos) en la zona urbana de Isla Mujeres. Ya no solo era el registro de un individuo adulto, sino todos los estadios de esta especie habitando en la vegetación. Este fue el primer registro de reproducción en Isla Mujeres, lo que posiciona a la ínsula como el único sitio conocido del Caribe mexicano donde ocurre este fenómeno. Este hallazgo subraya cuán poco estudiada y documentada ha sido la ruta migratoria que atraviesa el sureste del país. La mayoría de las investigaciones se centran en la migración masiva desde Canadá y Estados Unidos hacia los bosques templados del centro de México por ser una ruta de millones de individuos, mientras que las poblaciones que se desplazan por Florida —más reducidas— y que siguen rutas alternas, como las del Caribe, han recibido mucha menos atención científica.

Mariposa Monarca en Isla Mujeres, Q.R.



Los registros obtenidos por los líderes comunitarios confirman que estas mariposas recorren miles de kilómetros cruzando el Golfo de México hasta la península, donde utilizan distintos ecosistemas en diversas etapas de su ciclo de vida: alimentación, reproducción y eclosión, antes de continuar su viaje hacia Centroamérica.

Durante su migración, enfrentan desafíos importantes como alteraciones en los patrones climáticos asociados al cambio climático, pérdida de hábitat derivado de la deforestación, el crecimiento urbano y actividades agropecuarias, además de la exposición a plaguicidas ampliamente usados en la región.

La conservación de las diferentes ANP's de la península es clave para la preservación de esta especie, principalmente en Isla Mujeres ya que es el único sitio en el que se ha observado la reproducción de esta especie en el sureste. Difundir estos hallazgos entre los habitantes de la Isla, la comunidad científica y las autoridades correspondientes es indispensable para establecer nuevas líneas estratégicas para la conservación de esta especie a través del monitoreo comunitario y la preservación de los recursos naturales en la región. Solo así se podrán asegurar los hábitats esenciales para esta especie en el sureste del país.



Crisálida de mariposa Monarca en Isla Mujeres, Q.R.



Crisálida de mariposa Monarca en Isla Mujeres, Q.R.

Referencias bibliográficas

- Bower, L.P. (1995). Understanding and misunderstanding the migration of the Monarch butterfly (Nymphalidae) in North America:1857-1995. *Journal of Lepidopterists' Society*, 49 (4); 304-385.
- Bravo, Valle & México, Estado & Rendón-Salinas, Eduardo & Pérez-Ojeda, Jatziri & Ibarra-Contreras, Alicia & Galindo Leal, Carlos. (2004). Primer foro regional mariposa monarca.
- Dockx, C., Brower, L. P., Wassenaar, L. I., & Hobson, K. A. (2004). Do North American monarch butterflies travel to Cuba? Stable isotope and chemical tracer techniques. *Ecological Applications*, 14(4), 1106-1114.
- Dockx, C., Hobson, K. A., Kronforst, M., Kardynal, K. J., Pozo, C., Schuster, J., ... & Lynch, S. (2023). Migration of Eastern North American monarch butterflies via the South-east and the Atlantic: evidence from stable isotopes, thin layer chromatography, DNA and phenotype. *Biological Journal of the Linnean Society*, 139(3), 294-325.
- Galindo-Leal, C., Rendón Salinas E., Martínez, A. (2008). Diagnóstico del estado de conservación del corredor migratorio de la mariposa Monarca en América del Norte. Reporte para la Comisión para la Cooperación Ambiental. México D.F., 49pp
- iNaturalist México. Somos Naturalistas. Transformación Arte y Educación (TAE). <https://mexico.inaturalist.org/projects/mariposas-monarca-peninsula-de-yucatan>
- Malcolm, S. B., Cockrell, B. J., & Brower, L. P. (1993). Spring recolonization of eastern North America by the monarch butterfly: successive brood or single sweep migration. *Biology and conservation of the monarch butterfly*, 38, 253-267.
- Ries, L., & Oberhauser, K. (2015). A citizen army for science: quantifying the contributions of citizen scientists to our understanding of monarch butterfly biology. *BioScience*, 65(4), 419-430.

¿Por qué hay tantos perros en la calle?

Percepción de la población de ambientes rurales y urbanos de Yucatán

Autoras:

Diana de Yta Castillo*, Danna Lizeth Caamal Contreras, Melinda Ariany Escobedo Canché

Correo de contacto:

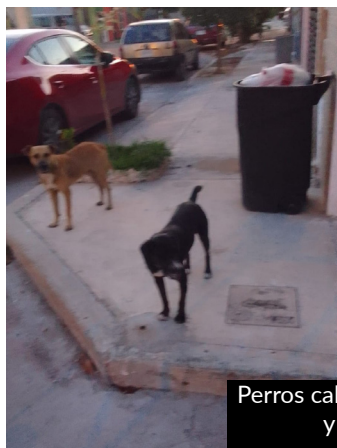
*diana.deyta@enesmerida.unam.mx

Palabras clave:

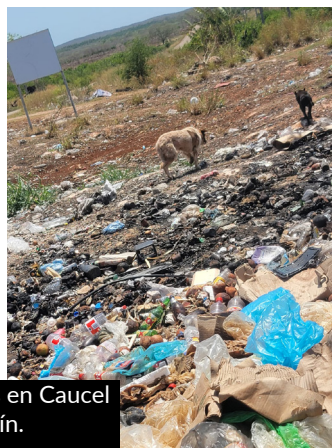
Maltrato animal, mascotas sin hogar, derechos de los animales, conciencia ambiental, animales de compañía.

El abandono de perros no solo es un problema de bienestar animal, también refleja dinámicas sociales, culturales y de salud pública que deben atenderse desde la conciencia colectiva. Los perros en la calle son un problema de salud pública que crece y por ello genera preocupación entre la población. En Yucatán,

tanto en entornos rurales como urbanos se vive con esta realidad. En el estado, se reporta diariamente un promedio de 13 mordeduras de perros que prácticamente viven en estado salvaje y atacan a las personas (Ruiz-Morimoto, 2024).



Perros callejeros en Caucel y Yotholín.



Desafortunadamente, estas condiciones son muy comunes en nuestro ambiente porque México ocupa el primer lugar en maltrato animal en Latinoamérica (Cámara de Diputados, 2023) y el tercero a nivel mundial (SEMARNAT, 2021) y es que, abandonar a una mascota constituye una forma de maltrato

hacia los animales. Cuando nos enfrentamos a este problema, una de las preguntas que surgen es por qué la gente abandona a los perros. Entender las razones detrás de este abandono podría ayudarnos a desarrollar estrategias específicas para reducir o incluso eliminar este problema ambiental.

Conocer para cambiar: ¿qué piensa la gente?

Esta investigación se desarrolló en el marco del Programa de vocaciones científicas en niñas de Yucatán en Yotholín, que es un entorno rural y en Caucel, que es un entorno urbano. Entonces, el objetivo de esta investigación fue conocer qué piensa la gente de entornos rurales y urbanos sobre la problemática del abandono de perros, con la finalidad de poder contribuir al fomento de una tenencia responsable de este tipo de mascotas.

La metodología para llevar a cabo la

investigación implicó los siguientes pasos: 1) investigación documental sobre el abandono de mascotas, 2) elaboración de cuestionario para ser aplicado a vecinas y vecinos, 3) aplicación del cuestionario, 4) codificación de la información, 5) tabulación de la información, 6) análisis estadístico de la información, 7) elaboración de conclusiones.

En Caucel, se aplicó el cuestionario a 29 vecinas y vecinos en abril de 2025, mientras que en Yotholín, se aplicó a 15 habitantes en abril de 2024. Todas las personas encuestadas fueron personas mayores de edad.



Encuesta con vecinas y vecinos

Como se observa en la Tabla 1, en ambos lugares, la mayoría de los encuestados y encuestadas ha tenido o tiene un perro, lo que indica su preferencia por este tipo de mascota. Además, la mayoría mencionó que no permite que sus perros salgan a la calle sin correa, y el 100% afirmó que nunca ha abandonado a un perro, lo que sugiere que son dueños responsables. Al preguntarles sobre las razones por las cuales las personas de su entorno abandonan a un perro, en Caucel, el motivo más común fue que los perros tuvieron crías, mientras que en Yotholín, la razón principal

fue que el perro mordió a alguien. En ambos lugares, la gente considera que abandonar a un perro es una forma de maltrato animal. Finalmente, en cuanto a las propuestas para abordar este problema de salud pública, casi un tercio de los encuestados en Caucel sugirió la adopción, mientras que en Yotholín, el 80% opinó que la esterilización es la mejor opción.



Preguntas	Categoría	% en Caucel (%)	% en Yotholín
¿Tienes o has tenido perro?	Sí No	93 7	93 7
Si tienes perro y/o has tenido perro, ¿lo dejas o has dejado salir a la calle sin correa?	Sí No	0 100	7 93
¿Has abandonado a un perro?	Sí No	0 100	0 100
Motivos por los que la gente abandona a los perros	a) porque se reprodujeron	21	19
	b) por falta de espacio	20	12
	c) por falta de dinero	14	6
	d) porque mordieron a alguien	14	25
	e) porque dejaron de ser cachorros	14	6
	f) porque el perro se enfermó	10	13
	g) porque causaron destrozos	7	13
	h) otros motivos	0	6
¿Abandonar a un perro es maltrato animal?	Sí No	100 0	100 0
Acciones para disminuir la problemática de los perros callejeros en tu entorno	Esterilizar	0	80
	Adoptar	33	
	No abandonarlos	20	
	Alimentarlos	13	
	No sacar al perro de casa a la calle	13	
	No usarlos para reproducción	13	
	Tener un veterinario en la localidad	0	13
	No maltratarlos	8	0
	Esterilización y concientización	0	7

Tabla 1. Respuestas de los encuestados al cuestionario sobre la problemática de los perros callejeros

Educar, escuchar y actuar desde lo local

Los resultados muestran que hay diferencias en las percepciones según el entorno, pero también hay puntos en común: la mayoría de las personas encuestadas consideran que el abandono de perros es una forma de maltrato y reconocen que medidas como la esterilización, la adopción y la educación pueden ayudar a enfrentar el problema. Estos hallazgos indican que, aunque el reto es grande, hay una disposición social para actuar, lo que abre la puerta a construir soluciones desde lo comunitario y lo educativo. Como se puede ver, las vecinas y vecinos de los entornos mencionados están al tanto de esta problemática de salud pública y tienen ideas sobre cómo contribuir a mitigarla. Con esta

información, se podrían desarrollar estrategias específicas, como materiales educativos tanto para los entornos rurales como para los urbanos en Yucatán, para realizar educación ambiental con adultos, jóvenes y niños. Es importante seguir dialogando con las personas sobre la conciencia ambiental y la tenencia responsable de los animales de compañía, como los perros domésticos. Finalmente, es importante destacar que las niñas y los niños muestran un interés particular por estas problemáticas ambientales y están muy interesados en participar en la educación ambiental. Apostar por su formación en estos temas desde la empatía y responsabilidad es una vía efectiva para imaginar y construir entornos más conscientes y saludables para todos.



Referencias bibliográficas

Cámara de Diputados (2023). México, primer lugar en maltrato animal a nivel Latinoamérica, señala Ana Karina Rojo. Comunicación Social de la Cámara de Diputados. <https://comunicacionsocial.diputados.gob.mx/index.php/notilegis/mexico-primer-lugar-en-maltrato-animal-a-nivel-latinoamerica-se-ala-ana-karina-rojo->

Ruiz-Morimoto, D. (2024). Perros callejeros, un problema de salud pública. Diario de Yucatán. <https://www.yucatan.com.mx/merida/2024/08/05/perros-callejeros-un-problema-de-salud-publica.html>
SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2021). Día Mundial de los Animales. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales | 04 de octubre de 2021. Blog. <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/dia-mundial-de-los-animales-284364?idiom=es/1000>

Educar para transformar: fortaleciendo el autocuidado alimentario en la Reserva Ecológica de Cuxtal

Autora:

Mariel Gullian Klanian

Correo de contacto:

mgullian@marista.edu.mx

Palabras clave:

Educación en salud, autocuidado alimentario, comunidades rurales, Cuxtal, hábitos saludables

Una necesidad que nace desde el territorio

En el corazón del sur de Mérida, dentro de la Reserva Ecológica Cuxtal, habitan comunidades rurales que, entre la belleza de su entorno natural, enfrentan retos importantes en materia de salud alimentaria. Dzoyaxché, Molas y San Ignacio Tesip comparten una problemática común: enfermedades recurrentes asociadas a prácticas inseguras en la manipulación y conservación de alimentos.

Desde esta realidad surgió una intervención educativa para fortalecer el autocuidado alimentario de sus habitantes. La intención

fue clara: dotar a las personas de herramientas para cuidar lo que comen, mejorar su salud y reconocer que prevenir enfermedades empieza en casa, desde la cocina.

Diseño metodológico y participantes

Se trabajó con 42 personas adultas voluntarias, mayores de 18 años, hablantes de español o maya, organizadas en tres grupos por comunidad. El enfoque fue cualitativo y cuantitativo: se diseñó una intervención educativa basada en las “5 claves para mantener los alimentos inocuos” de la Organización Mundial de la Salud (WHO,



2006) y se aplicó un instrumento pre y post test para evaluar su impacto (Gullian-Klanian et al., 2025).

Este instrumento incluyó:

- 36 reactivos de conocimientos (verdadero/falso),
- 25 reactivos de actitudes (escala de acuerdo/desacuerdo),
- 26 reactivos de hábitos personales (escala tipo Likert: “siempre” a “nunca”).

Los datos fueron analizados con prueba de proporciones X^2 (Chi cuadrado) con nivel de significancia del 5%, lo que permitió validar estadísticamente los resultados obtenidos.

La intervención: seis sesiones, cinco claves, muchos aprendizajes

Durante seis sesiones grupales, se abordaron las claves propuestas por la OMS (WHO, 2006): mantener la limpieza, separar alimentos crudos y cocidos, cocinar completamente, mantener alimentos a temperaturas seguras y usar agua e ingredientes seguros.

Cada comunidad adaptó las actividades a su realidad. En Dzoyaxché, por ejemplo, se elaboraron conservas de vegetales, se practicaron técnicas de limpieza segura con productos caseros y se compartieron recetas tradicionales saludables. En Molas se exploró el uso de termómetros caseros para verificar cocción segura y se compararon etiquetas nutricionales de productos procesados. En San Ignacio Tesip, se enfatizó el control de plagas y la separación de utensilios.

Todo fue guiado en español y, cuando fue necesario, también en lengua maya, respetando el marco intercultural del territorio.

Resultados con rostro humano y estadístico

Los efectos fueron tangibles, tanto en los datos como en los testimonios de los participantes.

- En Dzoyaxché, los conocimientos aumentaron del 59% al 72%, las actitudes del 54% al 79%, y los hábitos saludables del 48% al 82%.

- En San Ignacio Tesip, los conocimientos pasaron del 25% al 65% (con un 40% de mejora estadísticamente significativa), y los hábitos del 38% al 66%.

- En Molas, los participantes iniciaron con un nivel alto de conocimientos (73%) y alcanzaron el 80% tras la intervención, reforzando principalmente hábitos y actitudes positivas. En promedio, la intervención elevó los conocimientos en un 60%, actitudes en un 44% y hábitos en un 67%.

Una participante compartió: “Antes cocinábamos sin pensar mucho. Ahora sabemos que hasta cómo guardamos el pollo puede enfermarnos. Cambié muchas cosas en casa.”



Construcción colectiva y educativa

Las sesiones fueron más que clases: fueron espacios de reflexión, de compartir preocupaciones y de aprender en comunidad. Se utilizó una metodología participativa, con dinámicas como dramatizaciones, juego de roles, mapas de peligros alimentarios y análisis de experiencias personales (Gullian-Klanian et al., 2024).

Además, se promovieron productos locales, el uso de materiales accesibles y prácticas de bajo costo. La intervención buscó no imponer, sino dialogar y reconstruir saberes, integrando la experiencia cotidiana de las familias con evidencia científica y técnica.

Hacia una política pública replicable

El modelo diseñado no solo fue eficaz, también es escalable. Al estar basado en herramientas sencillas, adaptables y evaluables, puede ser replicado en otras comunidades rurales con

características similares.

Esta intervención propone un cambio de enfoque: no basta con informar, es necesario formar capacidades que se sostengan en el tiempo. Y esto solo es posible cuando se reconoce la dignidad, el conocimiento previo y el contexto de las personas con las que se trabaja.

Conclusión: saber para cuidarnos mejor

Este trabajo demostró que la educación en salud alimentaria puede transformar rutinas, actitudes y entornos. Las comunidades de la Reserva Cuxtal, con su participación activa y su apertura al cambio, dieron vida a un proceso que hoy puede servir como base para programas institucionales más amplios.

Porque prevenir enfermedades empieza en casa, con las manos que alimentan, en las cocinas donde se construye salud.



Referencias

Gullian-Klanian, M., Sánchez Solís, M. J., & Cutz de Ocampo, J. (2025). Educational intervention instrument for self-care in nutritional health: Evaluation in Mayan Mexican communities. *International Journal of Community Medicine and Public Health*, 12, 660–668.

Gullian-Klanian, M., Sánchez-Solís, M. J., & Cutz-de Ocampo, J. (2024). Intervención para el autocuidado alimentario en comunidades rurales de la Reserva Ecológica de Cuxtal. *Estudios Sociales: Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional*, 34(64).

World Health Organization. Five keys to safer food manual. Nutrition and Food Safety (NFS). 2006 Disponible: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241594639>. Accedido en línea 8 Septiembre 2025.

Voces del pasado en el archivo. Testimonios sobre reclutamiento militar en Yucatán a mediados del siglo XIX

Autor:

Cristóbal Alfonso Sánchez Ulloa

Correo de contacto:

cristobalsanchez@ciesas.edu.mx

Palabras clave: Archivo histórico, reclutamiento, fuerzas armadas, historia, memoria.

Introducción

Uno de los archivos más importantes del país es el Archivo General del Estado de Yucatán (AGEY). Ahí se resguardan documentos centenarios, gracias a los cuales podemos reconstruir el pasado de la península y rescatar la memoria de quienes la han habitado. Este es uno de los sitios que he explorado para desarrollar mi proyecto: “La memoria, la política y la construcción del estado y la nación en Campeche, siglos XIX y XX”, que realizo en el CIESAS Peninsular, como Investigador por México de la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación.

En este texto, parte de dicha investigación, ejemplifico lo que podemos hallar en archivos tan ricos como el AGEY.



ARCHIVO GENERAL DEL ESTADO

RENACIMIENTO MAYA
YUCATÁN
GOBIERNO DEL ESTADO 2024 2030

El reclutamiento

Como parte de mi proyecto, he estudiado los conflictos armados que hubo entre el gobierno de Yucatán y el distrito de Campeche, cuando este último se convirtió en un estado (entre 1857 y 1863) (véase Baqueiro, 1990; Gantús, 2015; y Negrín, 2019). Me he interesado en las personas que participaron o que se vieron afectadas por estos conflictos (soldados y civiles). Como parte de este interés, he explorado el reclutamiento y las acciones que algunos individuos tomaban para evitarlo.

En la época, era común –en la península y en todo el país– que las fuerzas armadas, tanto los cuerpos permanentes (ejército regular), como la guardia nacional (fuerzas de los estados, que sólo actuaban en momentos de conflicto), se nutrieran de personas de bajos recursos, reclutados forzosamente (Ceja, 2022, pp. 83-85). En la península, por ejemplo, las autoridades de ciudades, pueblos y villas enlistaban a ciudadanos cuando era requerido; los trabajadores de las haciendas eran enviados a las filas por los dueños de las mismas (como una “contribución” para el gobierno); y hasta los presos eran reclutados.

Algunos lograban escapar del reclutamiento. La estrategia más utilizada era desertar; sin embargo, muchos desertores eran capturados y, como sanción, eran enrolados de forma permanente o enviados a sitios lejanos. Otras personas enviaban documentos a las autoridades, para comprobar que tenían una incapacidad física o de algún otro tipo para marchar. Y también, hubo quienes escribieron a las autoridades, para librar a un familiar de alguna obligación en las armas. De las muchas solicitudes de este estilo que se conservan en el AGEY, aquí retomo dos, de madres de familia.

Tomasa Mezeta

María Tomasa Mezeta, oriunda de Cacalchén,

envió un oficio –escrito por alguien más pues era iletrada– al jefe político de Mérida en septiembre de 1857. Tomasa contó que era viuda, con seis hijas y solamente un hijo, llamado José Carmen López, quien se encargaba de llevar comida al hogar. A éste, sin embargo, lo habían apresado y llevado al cuartel en Cacalchén por robar sandías en la milpa de un vecino. José huyó del cuartel, pero pronto fue apresado y enviado a Mérida. La madre fue a la capital para buscarlo, y se enteró que lo habían destinado al cuerpo permanente de artillería del Castillo de San Benito.

Tomasa escribió que era “una madre cargada de hijos” y que ahora se encontraba “desamparada”. Pidió al jefe político que la socorriera, destinando a su hijo a la campaña de Campeche y permitiéndole regresar a Cacalchén como parte de la guardia nacional al concluir la guerra. Así podría auxiliar a su familia cuando no estuviera de servicio.

Para su infortunio, el asunto llegó hasta el comandante de las armas del estado, el general José Cadenas. Éste informó que a José del Carmen lo envió el comandante de la fuerza de Cacalchén, junto con un oficio que advertía que era “desertor con reincidencia, ladrón ratero y perverso”. Por estos motivos, Cadenas decidió filiarlo en la batería activa de artillería, “como una medida de corrección y escarmiento” (AGEY, Fondo Poder Ejecutivo, Serie Gobernación, caja 125, vol. 75, exp. 59). La petición, para desdicha de Tomasa Mezeta, no logró su cometido.

Matea Brito

Otra peticionaria fue Matea Brito, habitante del barrio de San Sebastián, Mérida. Brito envió un escrito –por conducto de otro letrado– en junio de 1858; contó que su esposo, José Amaya, murió en la lucha contra los mayas rebeldes; que su hijo mayor, Florentino Amaya, había quedado “herido e inutilizado” en el mismo conflicto; y que su otro hijo Fermín

–“único sostén y esperanza de mi ancianidad”– había sido alistado en el batallón de Guardia Nacional de Mérida y enviado a Maxcanú, en el marco del conflicto con Campeche. Sin embargo, relató Brito: “sea por el aturdimiento de su edad, sea por su completa ignorancia de los deberes de un militar en campaña, sea por un poco de aguardiente con que perdió el buen uso de sus facultades”, desertó del cuartel.

Fermín fue capturado. Como castigo, le dieron doscientos “palos”; además, lo mandaron al batallón fijo de Yucatán. Matea lamentó que, aunque generalmente sólo se aplicaba uno u otro castigo a los desertores: “a mi pobre hijo, tras ese castigo que le tiene además en una cama del Hospital general, se le hace pertenecer ya a un cuerpo permanente, dejándome a mí privada de todo apoyo y amparo”. La madre suplicó que le permitieran volver al cuerpo de guardia nacional, para que también pudiera trabajar en su oficio y sostenerla. Y reiteró: “mi hijo es el hijo de un ciudadano muerto por su patria y hermano de otro inutilizado en servicio y defensa de la misma”.

Ella sí logró su cometido, pues el general Martín Peraza, en ese momento general y comandante de las armas de Yucatán, mandó dar de baja al soldado Fermín del Batallón Permanente Fijo del Estado (AGEY, Fondo Poder Ejecutivo, Serie Gobernación, caja 126,

vol. 76, exp. 20).

A modo de conclusión

Los documentos no nos dicen mucho más sobre las madres que acudieron a las autoridades, ni sobre sus hijos. Sin embargo, con estos dos ejemplos, retomados de una investigación mucho más amplia, es posible acercarnos a algunos aspectos de la vida militar en esos años, conocer sobre las dificultades que enfrentaban los soldados y sus familiares y descubrir algunas acciones que tomaron para enfrentar esos problemas.

Estos documentos nos recuerdan que los grandes procesos históricos, regionales y nacionales, también fueron protagonizados por individuos casi desconocidos. En los conflictos del pasado, personas como las que aquí se mencionaron, y muchas otras, fueron quienes estuvieron en las trincheras, en los cuarteles, en las batallas. Con estos testimonios podemos conocer, aunque sea un poco, las vidas de dichos individuos y de sus familiares; y, de alguna forma, “escuchar” sus voces. Por ello –y por muchas otras razones– es importante y necesario conservar adecuadamente y seguir consultando los archivos históricos. Ellos resguardan la memoria de los estados, del país y de sus habitantes.



Referencias

- Archivo General del Estado de Yucatán, Fondo Poder Ejecutivo, Serie Gobernación.
- Baqueiro Preve, S. (1990). Ensayo histórico sobre las revoluciones de Yucatán desde el año de 1840 hasta 1864 (S. Rodríguez Loza, ed.; Vol. 5). Universidad Autónoma de Yucatán.
- Ceja Andrade, C. (2022). La fragilidad de las armas: Reclutamiento, control y vida social en el ejército en la Ciudad de México durante la primera mitad del siglo XIX. El Colegio de México, Universidad Autónoma de Querétaro, El Colegio de Michoacán., Gantús Inurreta, F. (2015). El nacimiento del estado campechano (1857-1863). En F. Gantús Inurreta, C. Alcalá Ferráez, & L. Villanueva, Campeche. Historia breve (3a. ed., pp. 128-145). FCE, COLMEX, FHA.
- Negrín, A. (2019). Campeche. Una historia compartida (2a edición). Instituto Mora, Gobierno del Estado de Campeche.

Cuidar el territorio desde la comunidad: la experiencia de Sanahcat

Autores:

Emma Villaseñor Sánchez, Albert Chan Dzul, Malena Oliva

Correo de contacto:

malenaoliva@iecologia.unam.mx

Palabras clave: territorio, gobernanza, conservación comunitaria

“El apego afectivo a un lugar no puede ser fácilmente separado de los sentimientos de atención profunda o incluso aprehensión o asombro”

Borrini-Fayerabend, 2024

En Sanahcat, Yucatán, el monitoreo participativo se ha convertido en una forma de caminar y pensar el territorio en colectivo. Así, surgen preguntas esenciales sobre lo que se quiere cuidar, recordar y defender.

El trabajo de monitoreo de biodiversidad detona el diálogo sobre el territorio: surgen preguntas en cuánto a qué se quiere conocer de él, qué se sabe y no se está transmitiendo a las nuevas generaciones, qué no se quiere perder. Qué se quiere cuidar en colectivo, y cómo; qué tiene un lugar que no tienen otros pueblos; qué ha cambiado, qué amenazas hay. De todo esto se habla cuando se hace monitoreo, aunque casi siempre con otras palabras.

Es un diálogo que brota espontáneo cuando caminamos para elegir los sitios donde pondremos las fototrampas. Un pretexto para hablar de los árboles: su nombre en maya, su parentesco. Su uso y desuso. Sus tiempos de flor y fruto. El gusto que les tienen ciertas aves o mamíferos, por sus hojas o sus frutas. El tipo de suelo que prefieren. Con qué otras plantas suelen acompañarse. Cómo se usan en la cocina, pero sólo en ciertas fiestas.

El monitoreo comenzó recientemente en

Sanahcat, un pueblo del centro-norte de Yucatán que, como muchos otros en la península, enfrenta transformaciones profundas. Procesos de despojo, abandono institucional y racismo histórico han dejado huellas visibles en su entorno y en su tejido social (Torres-Mazuera et al., 2021).

Aun así, en Sanahcat hay personas, familias y colectivos que siguen cuidando la tierra, organizándose y buscando formas de sostener la vida comunitaria. A partir de ese ímpetu local se ha comenzado un proceso de reflexión sobre el territorio, a partir del enfoque de *Territorios de Vida* (Consorcio TICCAs/f). Este enfoque busca fortalecer y reconocer a los pueblos con un vínculo profundo con su territorio y formas de gobernanza que les permiten tomar decisiones y hacerlas valer. Como resultado de estas dos condiciones, se tiene un territorio en buen estado de conservación que permite que sus habitantes mantengan sus medios de vida (Sajeva et al. 2019). El monitoreo participativo contribuye a ello: estrecha el vínculo con el territorio y a partir de éste, puede fomentar el planteamiento de reglas para su cuidado colectivo. Reglas que ayuden al cuidado ante amenazas e intereses ajenos a la comunidad.

Caminar para recordar, hablar para cuidar

Mientras avanzamos en hilera por los caminos que don Rodolfo nos muestra (Fig. 1 y 2), se entrelazan muchas voces, muchas conversaciones. Ariel habla de cómo se forman los grupos en las batidas de cacería; de la primera vez que participó; de quién le enseñó. De por qué le gustaría que su hijo aprendiera; de cómo se mueven los venados en el monte.

Más al centro de la hilera, Sara y Albert piensan dónde podrían poner otra cámara. Hablan de un lugar donde crecen bien juntitas muchas plantas de Dz'idz'il ché y justo ahí está el trilladero del venado.

Se habla de los destrozos que hacen los puercos de monte y los tejones en la milpa y de cómo eso también quiere decir que estos animales todavía están en el pueblo y que cada vez hay menos milpa.



Caminar en grupo da pie para encontrarse con grutas y cenotes que pocos visitan (Fig. 3). Para ver huellas de animales que, en secas, buscan el agua para calmar la sed y comer hojas que siempre están verdes y frutos que duran más porque el agua del cenote mantiene la humedad en el suelo y en el aire. Se encuentran estructuras que muestran que los humanos han usado esas grutas desde hace muchísimo tiempo. Y entonces se habla en el grupo sobre cómo hay quienes disfrutan estar ahí, en las

grutas y quienes no se atreven, porque sienten la presencia de los “dueños” del monte y de los “guardianes” de los cenotes.

Siempre es una coincidencia encontrarse buenos tesoros en el monte: recoger semillas de pasto para el techo nuevo; llevarse varas de madera dura para sostener el alambre, lianas para el pak'lu'um (pared de lodo), frotarse las manos con ramas que serán leña para el fogón, para las tortillas, para el frijol.



Figura 3

Caminar sobre caminos reales. Caminos viejos por donde se transportaban hojas de henequén desde los planteles hasta el pueblo, o hacia otros pueblos. Henequén que se volvía cuerda, costal, historia. Que salía del pueblo rumbo a otros pueblos, al puerto de Progreso, a Estados Unidos.

Escoger juntos los sitios para colocar las cámaras, sobre el mapa (Fig. 4), refleja la

diversidad de intereses y preocupaciones en cuanto al territorio: ¿qué ha cambiado con los caminos nuevos? ¿Cómo afecta el basurero a la fauna? ¿Quién entra sin permiso? ¿Qué reglas hay que poner para que no se cacen demasiados animales? Reflexionamos, por ejemplo, acerca de la pandemia: cómo otros la sufrieron, pero ahí en Sanahcat, donde había maíz, hortalizas y animales para cazar, al menos no se sufrió por comida.



Monitorear para defender, conocer para sostener

Por eso el monitoreo, además de servir para conocer los animales que hay en el monte (Fig. 5 y 6), sirve como una forma de revitalizar el vínculo con el territorio, de recorrerlo y reconocerlo. A su vez, eso sirve para su defensa.

Con pocos recursos materiales (unas cuantas cámaras trampa) y una decidida intención del pueblo, se logra abonar a procesos mucho más profundos de bienestar comunitario y de conservación. Ello fortalece a las comunidades frente a un abanico de amenazas externas, que van desde el despojo de tierras hasta el

bombardeo de valores culturales ajenos, que hacen perder de vista el valor del territorio propio. Este relato es una pincelada de la experiencia de colaboración entre instituciones de investigación y un pueblo que busca defender sus medios de vida y revalorizar su territorio.

Agradecimientos: a la gente de Sanahcat por abrirnos las puertas para colaborar y visitar sus montes. Las actividades de monitoreo son parcialmente financiadas por el Programa UNAM-PAPIIT IA301625, el Programa Investigadores por México y el Programa de Pequeñas Donaciones del FMAM (PPD).

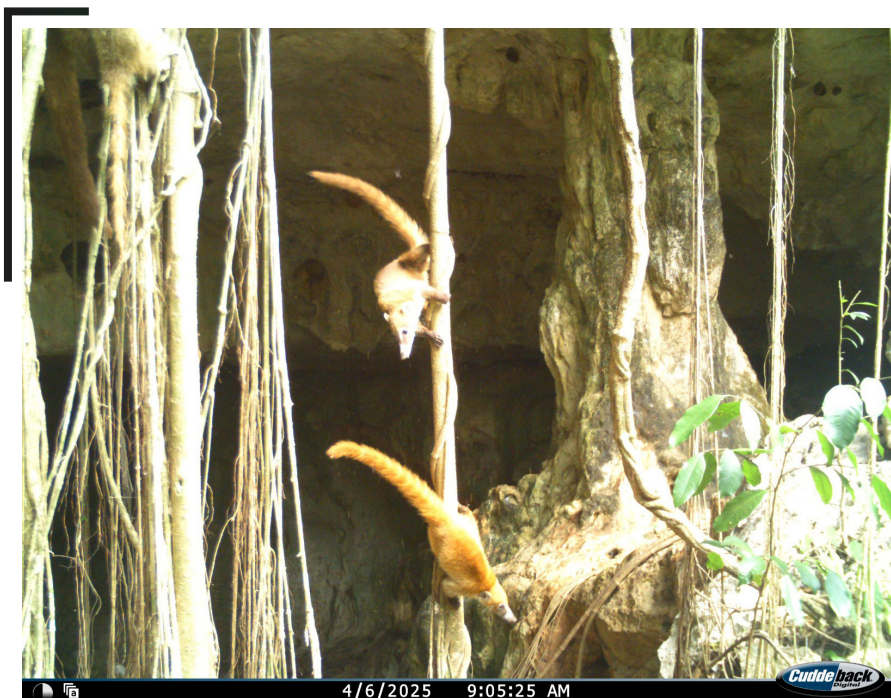
Referencias

Borrini-Feyerabend G. with T. Jaeger, 2024. Territories of life. Exploring vitality of governance for conserved and protected areas, ICCA-GSI with ICCA Consortium, IUCN and UNDP GEF SGP, <https://volume.territoriesoflife.org/>, <https://doi.org/10.70841/VY54762>

Consorcio TICCA S/F. <https://www.iccaconsortium.org/es/bienvenido-al-consorcio-ticca/>

Sajeva, G., Borrini-Feyerabend, G., Niederberger, T., 2019. Meanings and more... policy brief of the ICCA Consortium no. 7. In: ICCA Consortium in Collaboration With Cenesta.

Torres-Mazuera, G., Madrid, S., y Benet R. (2021). Tres décadas de privatización y despojo de la propiedad social en la Península de Yucatán. Ciudad de México: Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible, AC (CCMSS). Recuperado de https://www.ccmss.org.mx/wp-content/uploads/2020_22_TresDecadasPrivatizacion.pdf.



Energías marinas en Yucatán: el oleaje como una fuente renovable

Autores:

Carlos Martín Sosa Chuil, Ismael de Jesús Mariño Tapia

Correo de contacto:

carlos.sosa@enesmerida.unam.mx, oleaje, absorbedor puntual, WEC, energías renovables.
imarino@enesmerida.unam.mx

Palabras clave: energía del oleaje, convertidores de energía del

El océano, además de poseer una gran biodiversidad y brindarnos paisajes majestuosos, es una fuente de energía renovable con gran potencial. Aunque las tecnologías de aprovechamiento del oleaje se han desarrollado principalmente en regiones con climas marítimos de alta energía, las costas de la Península Yucatán presentan condiciones particulares que, con un diseño adecuado, podrían permitir la implementación de Convertidores de Energía del Oleaje (WEC por sus siglas en inglés), lo que podría fortalecer la resiliencia energética local, y complementar fuentes como la solar y la eólica, especialmente en zonas costeras descentralizadas.

Este tipo de energía, también conocida como energía undimotriz, se genera cuando el viento transfiere su energía a la superficie del mar, formando olas que viajan grandes distancias y transportan una cantidad considerable de energía. A diferencia de otras fuentes renovables como la solar o la eólica, que dependen de condiciones atmosféricas variables, el oleaje presenta una mayor disponibilidad temporal: hasta un 90 % del tiempo en ciertas regiones (Rehman et al., 2023).

El comportamiento más estable del oleaje permite una mejor planeación y previsibilidad en la generación eléctrica. En sistemas híbridos, donde el sol o el viento son intermitentes, el mar puede convertirse en un respaldo energético confiable, lo cual es especialmente útil para comunidades remotas, islas y zonas costeras aisladas.

Para tener una idea, considerando un consumo eléctrico moderado, un parque eólico distribuido en un kilómetro podría abastecer al 80% de las viviendas de Progreso, y aunque el oleaje con la misma extensión de costa solo cubriría la mitad, su constancia lo convierte en una opción competitiva si se cuenta con dispositivos adecuados.



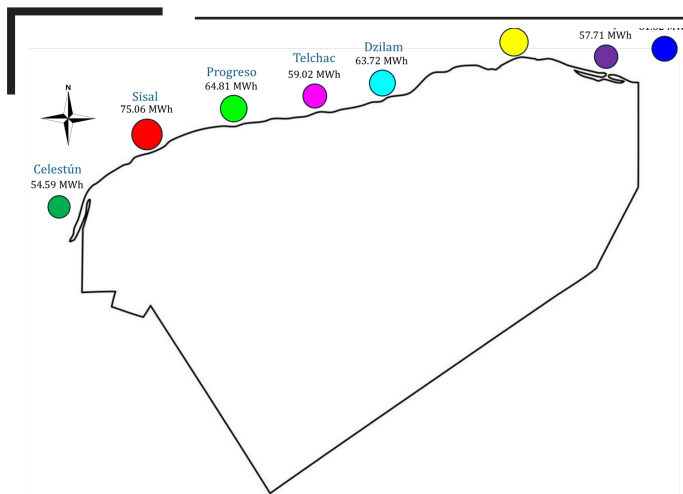


FIGURA 1. Disponibilidad anual de energía undimotriz por sitio en Yucatán (Adaptado de Santana Guzmán, 2021).

¿Cómo es el oleaje en Yucatán?

En la costa de Yucatán, las olas son generalmente suaves y regulares. De acuerdo con Santana Guzmán (2021), a unos 10 metros de profundidad, la altura significativa del oleaje oscila entre 0.5 y 1 metro, con periodos pico de 3 a 5 segundos. Aunque estas cifras son modestas comparadas con otras zonas del país, su estabilidad estacional y su origen en los vientos alisios las hacen aprovechables con tecnologías adaptadas.

A lo largo del año, esta región muestra una relativa consistencia en su régimen de olas, que se altera ocasionalmente por fenómenos como nortes o huracanes e implica que el diseño de los dispositivos debe considerar no solo el rendimiento promedio, sino también la resistencia a eventos extremos.

Uno de los principales desafíos del oleaje es que no existe un dispositivo estándar capaz de adaptarse a todas las condiciones marinas. Por ello, es fundamental diseñar soluciones a la medida. Entre las tecnologías para el contexto de Yucatán se encuentran las Columnas de Agua Oscilante (OWC), que utilizan una cámara cerrada donde el movimiento de la ola comprime el aire, que luego pasa por una turbina. Mientras que los dispositivos de desbordamiento canalizan el agua que sobrepasa una rampa para mover turbinas, similar a una mini hidroeléctrica,

los absorbedores puntuales son boyas flotantes ancladas al fondo que se mueven verticalmente con las olas, cuya ventaja es que son modulares y de fácil mantenimiento. Un ejemplo es el dispositivo CETO-6 de Carnegie Clean Energy (Gaudin et al., 2021), que es una boya que genera un 1MW.

Crear versiones reducidas de estos dispositivos para alimentar sensores marinos o estaciones de comunicación los hace ideales para la Península, donde el mar es poco profundo, y se generaría un bajo impacto ambiental y visual.

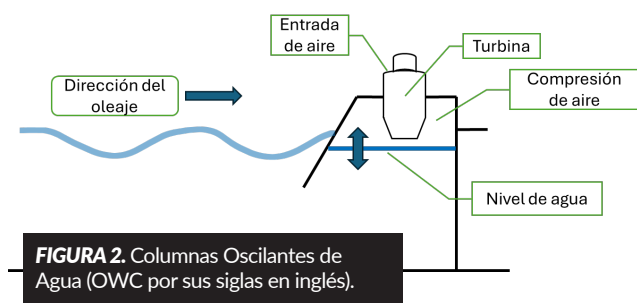


FIGURA 2. Columnas Oscilantes de Agua (OWC por sus siglas en inglés).

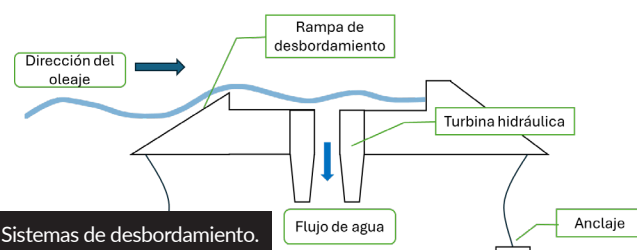


FIGURA 3. Sistemas de desbordamiento. Similar a una mini hidroeléctrica.

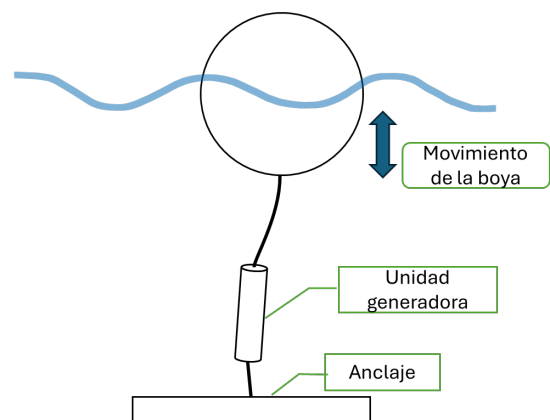


FIGURA 4. Absorbedor puntual. Principio de funcionamiento del dispositivo CETO-6.

Más que electricidad: otros beneficios de esta tecnología

La implementación de estas tecnologías no solo se limita a la producción eléctrica. En zonas costeras pueden desempeñar un papel importante para reducir la erosión, actuando como atenuadores naturales del oleaje. Al absorber parte de su energía, ayudan a preservar playas, arrecifes y otras estructuras naturales.

Por otro lado, una vez concluida su vida útil, estos dispositivos pueden aprovecharse como arrecifes artificiales, lo que contribuye a generar nuevos hábitats para peces, corales y diversas especies marinas (Pelc & Fujita, 2002).

Una aplicación innovadora en estudio es la restauración de arrecifes de coral mediante electrólisis. Utilizando la energía generada in situ se aumenta el pH local del agua, favoreciendo la calcificación de corales en zonas afectadas por la acidificación (Lees et al., 2024). Esta sinergia entre energías limpias y conservación marina es particularmente relevante para los ecosistemas del Caribe mexicano.

México cuenta con un litoral de más de 11,000 km entre el Pacífico, el Golfo de México y el mar Caribe. A pesar de su potencial energético, la energía del oleaje sigue siendo una fuente poco explotada, debido principalmente a los altos costos iniciales, la necesidad de diseños específicos y la falta de inversión.

El potencial estimado de estas costas se sitúa entre 10 y 20 kW/m² en zonas de alta energía, como el Pacífico, mientras que en el Golfo de México y la Península de Yucatán este valor baja entre 2 y 5 kW/m² (Khare et al., 2020). Aun así, en aplicaciones locales, estos valores son suficientes para alimentar servicios básicos, plantas desalinizadoras o estaciones de vigilancia costera.

En el plano internacional, ejemplos como la planta de Mutriku en España (Crespo et al., 2017), con capacidad de 296 kW o el ambicioso proyecto WEDUSEA en Escocia, que busca conectar un convertidor a la red eléctrica con 1 MW (WEDUSEA, 2023), demuestran que la energía del oleaje puede pasar de la etapa experimental a aplicaciones comerciales.

Centros como CINVESTAV, CICY y UNAM realizan investigaciones con modelos computacionales y prototipos a escala, avanzando hacia un diseño adaptado a nuestras condiciones geográficas.



FIGURA 5. Construcción del prototipo WEC en el CINVESTAV Mérida (2019).



FIGURA 6. Instalación del prototipo WEC en Telchac, Yucatán (2019).

Obstáculos por vencer, soluciones por explorar

A pesar de su potencial, los desafíos son considerables. El desarrollo de dispositivos duraderos, la corrosión marina, el mantenimiento en zonas remotas y la inversión inicial son barreras que deben enfrentarse. Sin embargo, con la evolución tecnológica y la disminución de costos, estas se vuelven asequibles.

Nuestras costas, con su acceso fácil, bajo oleaje y su creciente demanda energética, son el escenario idóneo para probar y escalar soluciones sostenibles, modulares y comunitarias. La energía del oleaje no está destinada únicamente a reemplazar plantas eléctricas, sino a complementar las fuentes existentes, diversificar la matriz energética y ofrecer soluciones limpias en entornos donde otras tecnologías enfrentan limitaciones.



FIGURA 7. Dispositivo WEC estudiado por la UNAM y el CINVESTAV (García, 2014; Sosa, 2023)

Referencias

- Crespo, A., et al. (2017). Towards simulating floating offshore OWCs. *Coastal Eng.*, 126, 11–26.
- de Alegría-Arzaburu, A. R., et al. (2017). Seasonal morphodynamics of a mesotidal beach. *Geomorphology*, 295, 383–392.
- García, E. (2014). Optimización de un dispositivo de olas tipo boya flotante (Tesis doctoral, Instituto de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México).
- Gaudin, C., David, D., Cai, Y., Hansen, J., Bransby, M., Rijnsdorp, D., Lowe, R., O'Loughlin, C., Lu, T., & Uzielli, M. (2021). From single to multiple wave energy converters: Cost reduction through location and configuration optimisation. *The University of Western Australia, Australia*.
- Hejazi, R. (2017). Nuclear energy: Sense or nonsense. *Int. J. Sustain. Built Environ.*, 6(2), 693–700.
- Khare, V., et al. (2020). *Ocean Energy Modeling and Simulation with Big Data*. Butterworth-Heinemann.
- Kofoed, J. P., et al. (2006). Testing of the wave converter Wave Dragon. *Renew. Energy*, 31(2), 181–189.
- Lees, E. W., et al. (2024). eCoral: How Electrolysis Could Restore Seawater Conditions Ideal for Coral Reefs. *J. Phys. Chem. Lett.*, 15(49), 12206–12211.
- Momirlan, M., & Veziroglu, T. N. (2005). Hydrogen as fuel for a cleaner planet. *Int. J. Hydrogen Energy*, 30(7), 795–802.
- Nava, G. (2024). Centrales fotovoltaicas flotantes. *Revista Alterna* (11), 14–17. <https://www.cfe.mx/>
- Pelc, R., & Fujita, R. M. (2002). Renewable energy from the ocean. *Marine Policy*, 26(6), 471–479.
- Rehman, S., et al. (2023). A review of energy extraction from wind and ocean. *Ocean Eng.*, 267, 113192.
- Santana Guzmán, M. (2021). Caracterización de la energía del oleaje en Yucatán [Tesis de maestría, CINVESTAV].
- Sasaki, W. (2017). Predictability of global offshore wave power. *Int. J. Marine Energy*, 17, 98–109.
- Sheng, W. (2019). Wave energy conversion and hydrodynamics modelling technologies: A review. *Renew. Sustain. Energy Rev.*, 109, 482–498.
- Sosa, C. (2023). Comportamiento y absorción de potencia de una boya cilíndrica para un dispositivo convertidor de energía del oleaje (Tesis doctoral, CINVESTAV-Mérida).
- WEDUSEA. (2023). Wave Energy Demonstration at Utility Scale to Enable Arrays. <https://wedusea.eu/about/>

Revalorización de residuos plásticos: de la basura a una solución para el agua

Autores:

Mauricio Hunh Ibarra, Marcial Yam Cervantes, Enoc Cetina Mancilla, Manuel Aguilar Vega, María Ortencia González Díaz*

Correo de contacto:

maría.gonzalez@cicy.mx*

Palabras clave:

reciclaje, plásticos, membranas, purificación de agua, economía circular.

Vivimos rodeados de plástico. Lo usamos a diario, desde bolsas y botellas hasta muebles, electrodomésticos y autos. El problema es que gran parte de ese plástico se desecha rápidamente y termina contaminando el ambiente. Cada año, cerca de 8 millones de toneladas de plástico llegan a los océanos, afectando a peces, tortugas, aves y muchos otros seres vivos [1]. El problema es tan grave que en el océano Pacífico existe una enorme isla de basura, conocida como el «vórtice de plástico» (**Figura 1**), cuyo tamaño es comparable al estado de Texas (EE. UU.) o incluso el del país Afganistán [2].

¿Y en México?

En nuestro país, la mitad del plástico que usamos es desechable o de un solo uso. Eso quiere decir que lo empleamos solo unos minutos, pero tarda cientos de años en descomponerse. Estos residuos se han encontrado en muchos ecosistemas mexicanos, desde nuestras ciudades hasta las playas, manglares y costas [4].

Cada persona en el país usa alrededor de 66 kg de plástico al año (**Figura 2**), y casi todo eso termina como basura. Apenas se recicla el 5% de los residuos plásticos, lo que nos ubica entre los países con menor tasa de reciclaje [4, 5]. Una gran oportunidad desperdiciada.

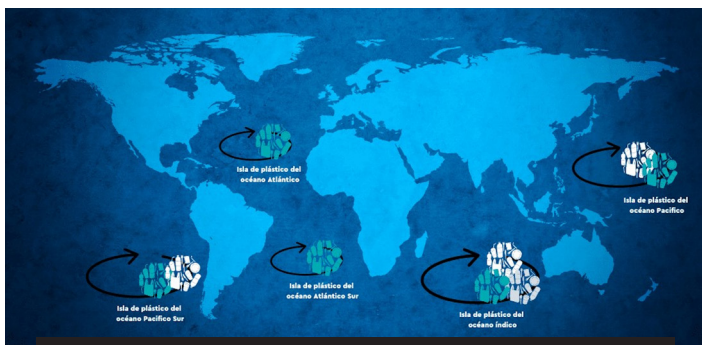


Figura 1. Mapa de las islas de plástico (3)

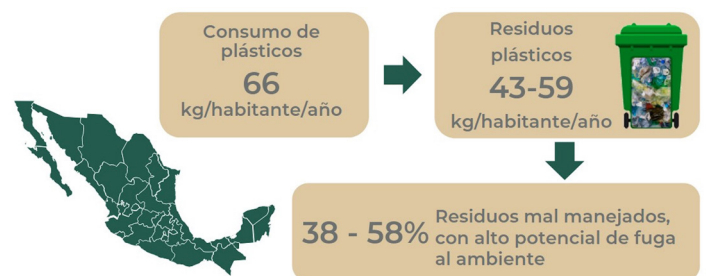


Figura 2. Flujo de plásticos en México (4)

¿Y si el plástico dejara de ser basura?

Una forma efectiva de combatir la contaminación plástica es reciclar y reutilizar correctamente estos materiales. Al hacerlo, los residuos pueden transformarse en productos útiles como nuevos plásticos, combustibles o tecnologías para tratar el agua, como las membranas de fibra hueca [6].

El PVC (policloruro de vinilo) es uno de los plásticos más usados en el mundo. Está presente en tuberías, techos, pisos y equipos médicos. Solo este año se estima una producción global de 60 millones de toneladas [7]. Aunque su mal manejo puede generar gran contaminación, el PVC tiene un alto potencial de reciclaje, lo que lo convierte en un material clave para avanzar hacia una economía circular [8].

Una solución desde Yucatán

Con esta idea, estamos desarrollando un proyecto innovador: diseñar membranas a partir de plástico reciclado para el tratamiento de aguas residuales. Liderado por la Dra. María Ortencia González Díaz y financiado por la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (Secihti), el objetivo es claro: transformar un problema (la contaminación plástica) en una solución (agua limpia).

La tecnología de membranas es una de las más prometedoras para enfrentar la crisis del agua. Actualmente, más de 2200 millones de personas carecen de acceso a agua potable. En México, la situación también es crítica: el 60% de los cuerpos de agua está contaminado, 157 acuíferos están sobreexplotados y la mitad del territorio ha perdido su vegetación original [9].

¿Cómo se transforman los residuos en tecnología para el agua?

En el Centro de Investigación Científica

de Yucatán (CICY) se están desarrollando membranas para purificar agua, fabricadas a partir de PVC reciclado proveniente de tuberías usadas (**Figura 3**). Este tipo de residuos, comunes en la construcción, suelen desecharse al final de su vida útil. Reutilizarlos ayuda a darles una segunda vida útil y evitar que terminen contaminando el ambiente.



Figura 3. Tubos de PVC reutilizados como materia prima.

Estas membranas son del tipo fibra hueca, similares a pequeños tubitos delgados, con un diámetro de apenas 1 milímetro. Su forma y estructura permiten que el agua fluya por dentro o por fuera de la fibra, actuando como un filtro. En este proyecto se prepararon dos tipos de membranas: una usando únicamente PVC reciclado, y otra de PVC con ciertos aditivos. Ambas mostraron muy buenos resultados: su forma circular se mantuvo bien definida y se lograron producir grandes cantidades de membrana, que permiten avanzar hacia su aplicación práctica.



Estas membranas son del tipo fibra hueca, similares a pequeños tubitos delgados, con un diámetro de apenas 1 milímetro. Su forma y estructura permiten que el agua fluya por dentro o por fuera de la fibra, actuando como un filtro. En este proyecto se prepararon dos tipos de membranas: una usando únicamente PVC reciclado, y otra de PVC con ciertos aditivos. Ambas mostraron muy buenos resultados: su forma circular se mantuvo bien definida y se lograron producir grandes cantidades de membrana, que permiten avanzar hacia su aplicación práctica.



Figura 4. Rollos de membranas de fibra hueca obtenidas del reciclaje

Para entender mejor cómo funcionan estas membranas, también se estudian con un microscopio especial llamado microscopio electrónico de barrido (SEM, por sus siglas en inglés). Este equipo permite ver la estructura interna de las fibras a una escala muy pequeña, donde se pueden observar claramente su forma hueca, así como los diminutos poros, incluso a nivel nanométrico, que permiten filtrar contaminantes tan pequeños como moléculas de colorantes u otros contaminantes microscópicos.

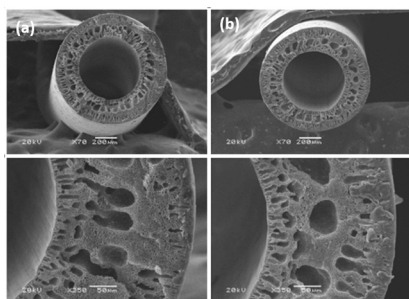


Figura 5. Imagen en microscopía electrónica de barrido (SEM) de las membranas a aumentos de 70x y 350x. a) PVC y b) PVC modificado.

Estas fibras huecas no se usan de forma individual. Para que realmente funcionen en el tratamiento de agua se ensamblan en módulos, que son cartuchos que contienen muchas fibras en su interior. De esta manera, se puede filtrar un mayor volumen de agua al mismo tiempo, haciendo más eficiente el proceso (**Figura 6**).

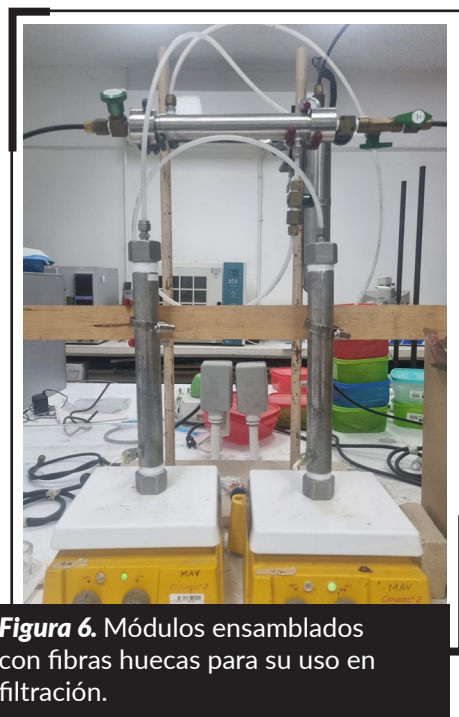


Figura 6. Módulos ensamblados con fibras huecas para su uso en filtración.

La **Figura 7** muestra qué tan bien funcionan las membranas para eliminar colorantes del agua. En pruebas de laboratorio, lograron quitar hasta el 95% de un tinte llamado negro reactivo 5 (Black-5), que se usa mucho en la industria textil y puede ser muy contaminante e incluso dañino para la salud.

Cuando al agua se le agrega sal (NaCl), como la sal de mesa que se usa para fijar los colores en la ropa, la capacidad de limpieza de las membranas baja, llegando a eliminar solo entre el 45% y el 67% del colorante. Esto pasa porque las membranas no solo filtran por tamaño, sino que también repelen algunas sustancias por una especie de «carga eléctrica». La sal interfiere con ese efecto y por eso el colorante pasa más fácilmente.

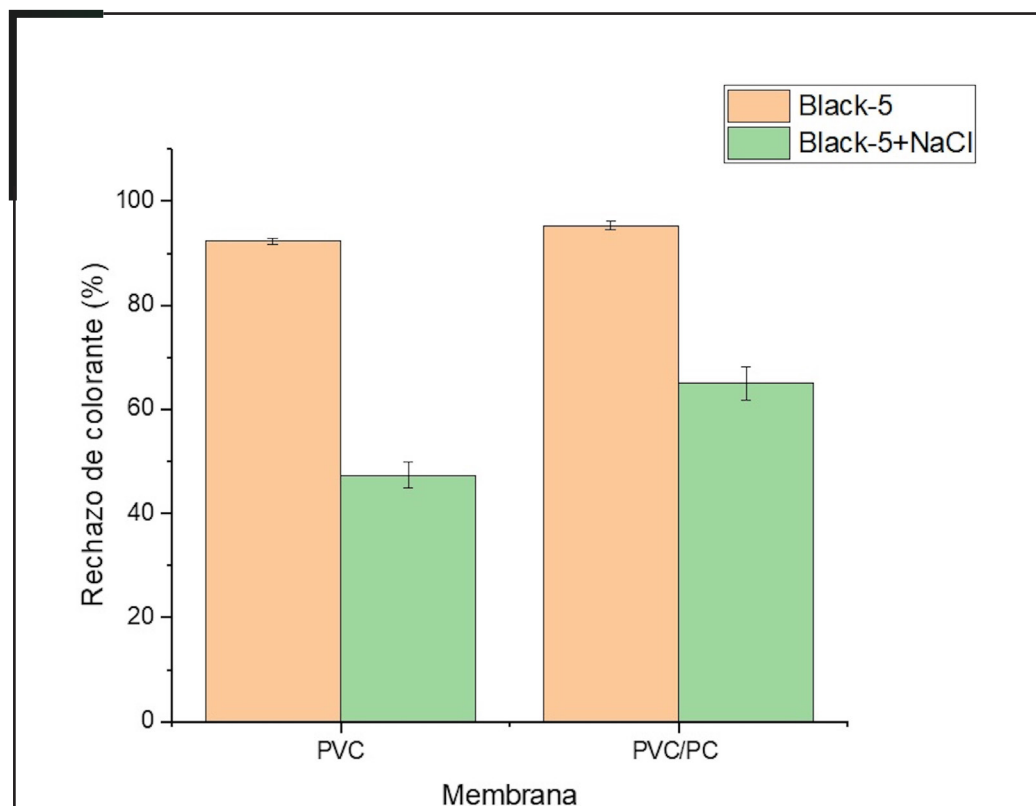


Figura 7. Capacidad de eliminación de colorante Black-5 en membranas de PVC reciclado.

Este proyecto muestra que es posible reutilizar residuos plásticos, como tuberías de PVC, para crear materiales útiles en el tratamiento de agua contaminada. Las membranas desarrolladas eliminan colorantes peligrosos y abren la puerta a soluciones más sostenibles. El grupo de investigación continúa explorando el reciclaje de distintos plásticos para contribuir a la economía circular y al cuidado del ambiente.

Referencias

- [1] National Geographic. (2025, May 28). The world's plastic pollution crisis, explained | National Geographic. Laura Parker. <https://www.nationalgeographic.com/environment/article/plastic-pollution>.
- [2] Britannica. (2025). Great Pacific Garbage Patch | Description, Causes, & Facts | Britannica. <https://www.britannica.com/topic/Great-Pacific-Garbage-Patch>
- [3] Gravity Wave. (2024). La gravedad de las ISLAS DE PLÁSTICO. <https://www.thegravitywave.com/islas-de-plastico/>
- [4] SEMARNAT. (2023). INVENTARIO NACIONAL DE FUENTES DE CONTAMINACIÓN PLÁSTICA.
- [5] Dialogue Earth. (2023). As plastic piles up in Mexico, waste pickers bear the burden | Dialogue Earth. <https://dialogue.earth/en/pollution/371082-as-plastic-piles-up-in-mexico-waste-pickers-bear-the-burden/>.
- [6] Yavari, S., Sembay, M., Bushanov, Y., Bakenov, Z., Shafiee, M., & Kalimuldina, G. (2025). Recycling Polyvinyl Chloride (PVC) Pipe Wastes into PVC/ZnO Nanofiber-Based Triboelectric Nanogenerators. *Energy & Environmental Materials*, 8(3), e12884. <https://doi.org/10.1002/EEM2.12884>.
- [7] Pham, L. Q., Uspenskaya, M. V., Olekhovich, R. O., & Bernal, R. A. O. (2021). A Review on Electrospun PVC Nanofibers: Fabrication, Properties, and Application. *Fibers* 2021, Vol. 9, Page 12, 9(2), 12. <https://doi.org/10.3390/FIB9020012>.
- [8] Vinyl Institute. (2025). Vinyl Sustainability & Advocacy | The Vinyl Institute. <https://www.vinylinfo.org/>.
- [9] UNAM. (2023). Enfrenta México crisis hídrica. https://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2023_370.html

Un Enfoque Integral para la Mejora de Productividad mediante el Uso de Manufactura esbelta y Ergonomía en una Fábrica de Fibra Sintética

Autores:

Moreno Santos Ana Sofía, Villanueva Rosado Claudina, Cruz Morales Víctor

Correo de contacto:

ana.moreno03@anahuac.mx, claudina.villanueva@anahuac.mx y victor.cruz@anahuac.mx

Palabras clave:

Ergonomía; Manufactura esbelta; Productividad.

Introducción

El presente trabajo se realizó en una empresa especializada en la producción de fibra sintética destinada al refuerzo de estructuras de concreto. El área de producción de fibra ha crecido según el incremento en la demanda a lo largo de los años, sin embargo, la falta de organización a largo plazo ha generado dificultades en la fluidez del proceso de producción resultando en movimientos innecesarios y condiciones laborales poco favorables. La capacidad de producción opera a un 73%, sin posibilidad de incremento significativo debido a la distribución ineficiente del área. El objetivo principal de este trabajo fue el aumento significativo de la productividad con una reorganización eficiente del flujo de materiales y la mejora de las condiciones laborales, demostrando la relación directa entre el bienestar del trabajador y el desempeño productivo.

Metodología

Para tener un mayor entendimiento del proceso y encontrar las áreas con oportunidad

de mejora, se realizó un diagrama de flujo (Figura 1).

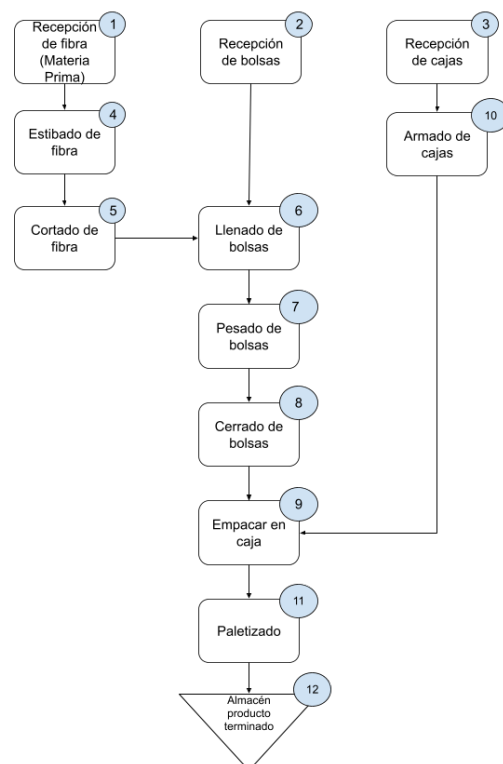


Figura 1. Diagrama de flujo del área de producción de fibra

Posteriormente, se llevó a cabo un estudio de REBA (Rapid Entire Body Assessment) con el fin de identificar posibles situaciones peligrosas que los trabajadores podrían enfrentar durante sus turnos. Se observaron y evaluaron movimientos que no agregan valor. Los resultados mostraron que las regiones corporales afectadas por trastornos musculoesqueléticos relacionados con el trabajo incluyeron la parte baja y alta de la espalda, así como el hombro.

Se continuó con el estudio de temperatura basado en la NOM-015-STPS-2001 calculando el calor térmico metabólico, el estrés térmico y el WBGT [1], con ayuda del termómetro de globo. También se elaboró un estudio de ruido basado en la NOM-011-STPS-2001 haciendo 50 mediciones con un sonómetro en diferentes puntos donde el ruido es mayor y con los datos obtenidos se calculó el nivel de sonido continuo equivalente (Leq) y la fórmula Nivel de Exposición al Ruido (NER) en múltiples niveles de exposición [2].

Siguiendo la metodología de manufactura esbelta se elaboró el VSM (Value Stream Map) actual de la empresa con intenciones de disminuir el tiempo total de procesamiento, se midieron los tiempos de cada proceso y se identificaron cuellos de botella para posteriormente realizar un nuevo diagrama con los nuevos tiempos y la disminución de unidades en espera.

Como parte del proceso de estandarización, se midió la tasa de salida de fibra para comparar

el rendimiento esperado con el real y llevar un mayor control de lo que se está produciendo en el día.

Resultados y Discusión

En base a los resultados obtenidos de los estudios de temperatura y ruido, se concluyó que los trabajadores se encontraban al límite de los niveles de exposición de ambos. Con intención de disminuir el estrés térmico, se instaló un aire acondicionado portátil en el área de producción, logrando reducir el WBGT (Índice de Temperatura de Globo y Bulbo Húmedo) 2 °C en su zona de alcance.

Al momento de realizar el estudio de ruido, 0% del personal utilizaba la protección auditiva (tapones de oído). Se realizó una campaña de concientización de los efectos directos de la exposición continua a altos niveles de ruido en la salud, la cual resultó en el uso voluntario de protección auditiva en más del 70% de los trabajadores.

Como último paso en los esfuerzos para mejorar la ergonomía del trabajador, se identificaron las 2 posturas más peligrosas por medio del uso del REBA. Con el cambio de herramientas para optimizar los distintos procesos dentro de la operación (Figura 2 y 3) y modificaciones en la distribución del área de trabajo, el puntaje de cada postura se disminuyó por dos puntos, logrando que bajen a un nivel de riesgo menor.



Se determinó la cantidad ideal de 5 operadores en el área de corte para que la empresa pueda cumplir con su objetivo de 6 toneladas diarias (considerando las 2 toneladas del turno nocturno) que permitiría la alimentación de una nueva mesa de trabajo que da como resultado un 50% de incremento en la productividad. (Figura 4)

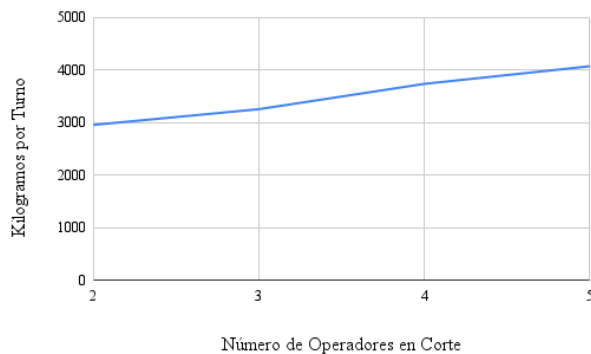


Figura 1. Gráfica tasa de salida de fibra según el número de operadores

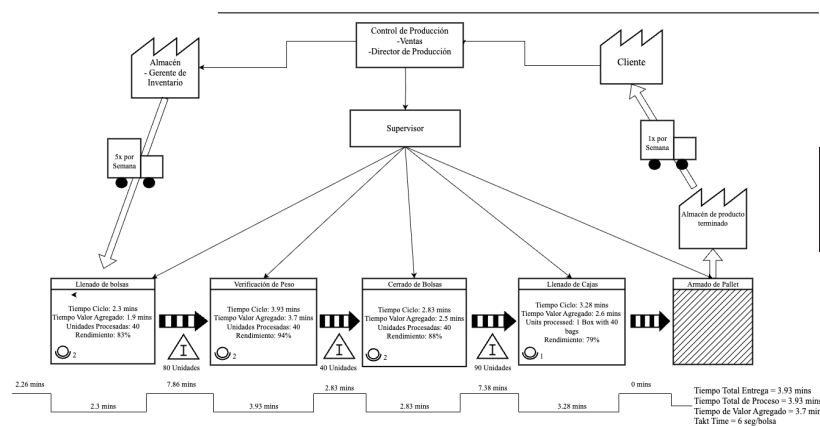
Con los cálculos obtenidos de tiempos de los procesos se elaboró el VSM (Figura 5) para la identificación de cuellos de botella. Se hizo un cambio en la distribución de la línea de producción con el objetivo de disminuir el número de unidades en espera, resultando en el cumplimiento del tiempo takt (Takt Time) para llegar al objetivo diario de la empresa.

Conclusiones

La aplicación de ergonomía y manufactura esbelta nos permitió optimizar el proceso de fibra a lo largo de este proyecto, reduciendo desperdicios y mejorando la eficiencia, manteniendocomoprioridadlasaludybienestar de los operarios. Esto no solo incrementó la productividad, sino que también disminuyó riesgos laborales y tiempos improductivos, logrando un flujo de trabajo más seguro, ágil y sostenible. Desde el inicio de este proyecto hasta ahora, se logró aumentar la producción un 8%. Todavía se tienen planes futuros para seguir mejorando el área de fibra dentro de la empresa, para mantener a la mano de obra segura y satisfecha, pero sin comprometer la productividad.

Agradecimientos

Agradecemos a nuestros profesores de la Universidad Anáhuac Mayab, al Dr. Víctor Cruz por su orientación académica y el Maestro José Luis Escalante por su asesoría en las metodologías aplicadas. De manera especial, agradecemos al Maestro David Puga Bolio, quien nos brindó acceso a la fábrica, guiándonos y compartiendo sus conocimientos a lo largo de este proyecto.



Referencias

1. Oficial, D., & Sección, C. (n.d.). Viernes 14 de junio de 2002 CUARTA SECCION SECRETARIA DEL TRABAJO Y PREVISION SOCIAL. <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/680156/NOM-015-STPS-2001.pdf>
2. Oficial, D., & Sección, S. (n.d.). Miércoles 17 de abril de 2002 SECRETARIA DEL TRABAJO Y PREVISION SOCIAL. <https://www.stps.gob.mx/bp/secciones/dgsst/normatividad/normas/Nom-011.pdf>
3. Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (1990). The machine that changed the world. Free Press.

Extractos microbianos de *Streptomyces* spp como promotores de crecimiento vegetal en chile habanero

Autores:

Saúl Hernández Pat, Alberto Uc Vázquez y Zahaed Evangelista Martínez

Correo de contacto:

jonahdez318@gmail.com, auc@ciatej.mx, zevangelista@ciatej.mx

Palabra clave: Agroquímicos, Actinobacterias, Ácido Indol Acético.

La agricultura en México debe aumentar su producción para satisfacer la demanda de alimentos en el país, para lo cual requeriría emplear una mayor cantidad de agroquímicos, particularmente insecticidas, fertilizantes, herbicidas, fungicidas y reguladores de crecimiento vegetal. Estos productos se elaboran por medio de síntesis química, son muy estables y difíciles de degradar, acumulándose en el ambiente provocando efectos negativos sobre el suelo, agua, fauna local y al hombre (Silveira-Gramont et al. 2018). Yucatán cuenta con gran cantidad de hortalizas cultivadas bajo el sistema de monocultivo, en ella se aplican agroquímicos de manera desmedida y constante, por ejemplo, para 2005 se reportó que la aplicación de agroquímicos ascendió a cuatro mil 800 toneladas en comparación al año anterior (Arellano-Aguilar y Von. 2016; Llanes, 2024).

El Chile habanero es un cultivo de gran importancia económica para México, principalmente para los estados del Sureste (Yucatán, Campeche, Quintana Roo y Tabasco), de los cuales Yucatán posee la mayor superficie sembrada con 342.13 ha gracias a la demanda del producto como alimento, fuente de colorantes naturales y fitoquímicos (Tucuch-

Haas et al. 2012; SIAP, 2024). Una de las estrategias que puede disminuir la aplicación de pesticidas en los cultivos agrícolas, es el uso de alternativas biológicas con la capacidad de promover el crecimiento de las plantas y aumentar su productividad. Entre estas opciones sustentables se encuentran los bioestimulantes, que participan en la absorción y asimilación de minerales, mejoran la tolerancia de las plantas al estrés ambiental e incrementan su desarrollo. Estos bioefectores están compuestos por diferentes sustancias que pueden provenir de bacterias, hongos y extractos vegetales (Héctor-Ardisana et al. 2020).

Las Bacterias Promotores del Crecimiento Vegetal (BPCV) se distribuyen en la zona de las raíces promoviendo el crecimiento de las plantas a través de mecanismos asociados a la producción o regulación de fitohormonas, a la fijación de nitrógeno atmosférico, así como a la solubilización de nutrientes esenciales como el fósforo o potasio del suelo (Moreno, et al. 2018; Velasco-Jiménez, et al. 2020). Entre las bacterias BPCV que habitan en el suelo, se conocen las del género *Streptomyces*, microorganismos conocidos por su capacidad de producir diversos compuestos con actividad

biológica que estimulan el desarrollo de las raíces secundarias, aumentando la altura de la planta, calidad del follaje y diámetro del tallo, que impactan de manera positiva en el desarrollo y producción de los vegetales, así como en los niveles de compuestos fenólicos y flavonoides acumulados (Ventura y Hurtado, 2021; Mohapatra, et al. 2023).

Entre los reguladores de crecimiento vegetal que pueden producir estas bacterias se encuentra el Ácido indol-3-acético (AIA), el cual pertenece a la familia de las Auxinas vegetales cuyo precursor, el aminoácido L-triptófano, conduce a la síntesis de esta hormona (Figura 1. Vega-Celedón et al. 2016; Alcántara-Cortés et al. 2019).

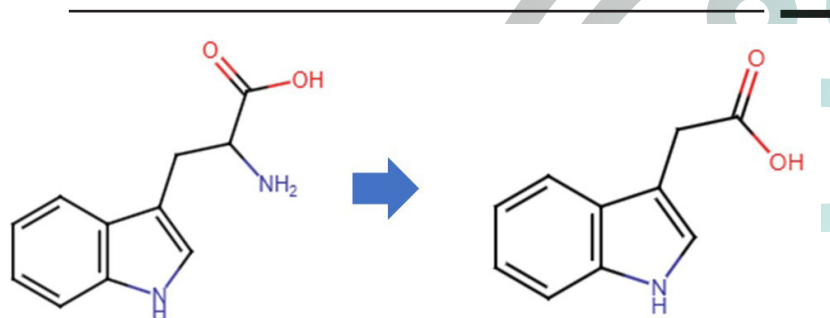


Figura 1. Estructuras químicas del aminoácido L-Triptófano (izquierda) y el Ácido indol-3-acético (derecha).

En los laboratorios de Bioprocesos y Biotecnología Vegetal del CIATEJ Subsele Sureste se han evaluado diferentes cepas de *Streptomyces* con la finalidad de determinar su uso potencial en el área agrícola, para el desarrollo de productos que puedan ser empleados como bioestimulantes vegetales, antifúngicos y/o nematocidas. En la investigación con estas bacterias se evaluó la capacidad de 10 cepas de *Streptomyces* para producir AIA, mediante la determinación cuantitativa y cualitativa del Ácido indol-3-acético. Con las cepas con mayor producción de la hormona se obtuvo un extracto

bacteriano (EB) que se empleó para estudiar su efecto sobre la germinación de las semillas, emergencia y crecimiento de plántulas de chile habanero.

Para obtener el EB de las cepas seleccionadas, las bacterias crecieron en un medio de cultivo microbiológico con el aminoácido L-triptófano y se dejaron crecer a una temperatura de 29°C durante 10 días. La producción de AIA se determinó mediante procedimientos de química analítica. En esta etapa del proyecto se seleccionaron 5 cepas con los valores más altos de producción de AIA (Figura 2).

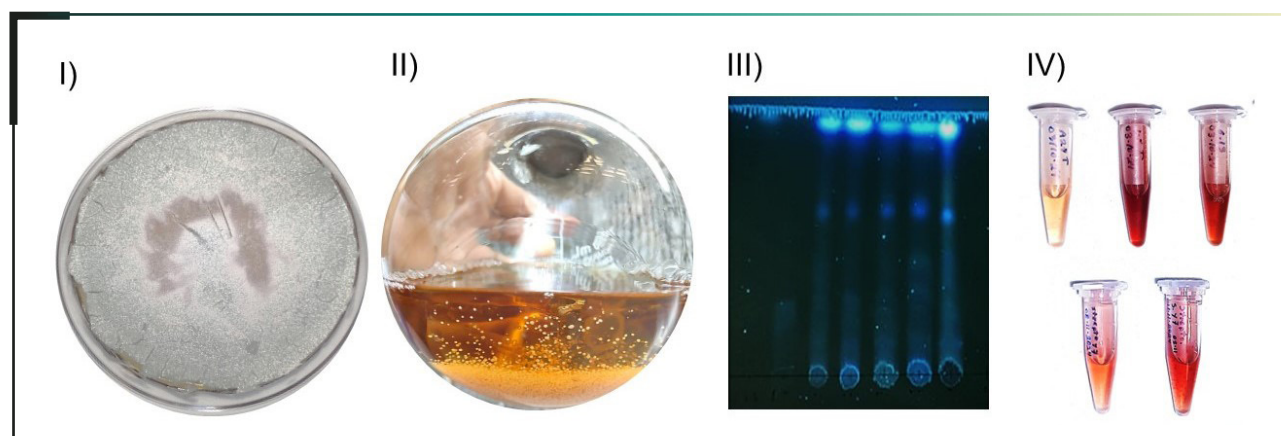


Figura 2. Estrategia experimental para la producción del AIA. I. Selección de las cepas. II. Producción del AIA empleando medios de crecimiento con L-triptófano. III. Identificación de la presencia del AIA. IV. Cuantificación de la fitohormona producida.

Posteriormente, se evaluó el efecto de la aplicación del EB de las 5 cepas sobre la germinación de las semillas de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) a diferentes concentraciones (0, 15, 30 y 45%). Para ello, se humedecieron las semillas con los tratamientos de los EB durante 24 horas y se colocaron en charolas de plástico en condiciones controladas de luz, temperatura y humedad, registrando los cambios diariamente durante 3 semanas.

En la etapa de germinación, se observó que las semillas tratadas con el EB de la cepa 2 (T2) germinaron en menor tiempo que con el resto de los extractos bacterianos, alcanzando un 94.29% al día 10, incluso funcionó mejor que

cuando se les aplicó un producto comercial. El efecto de los EB producidos por las cepas seleccionadas se determinó evaluando características de crecimiento en las plántulas de chile habanero como el diámetro del tallo, número de hojas, largo del tallo, altura, largo de raíz y desarrollo de raíces secundarias (Figura 3). Los EB producidos por las cepas 1, 2, y 3 (T1, T2 y T3) mostraron los mejores resultados en cuanto a la longitud de la raíz y el tallo, mayor biomasa de tallo y raíz, así como en el número de hojas. Los EB de las cepas antes mencionadas demostraron ser mejores que al aplicar los EB de las otras cepas, incluso en aquellas plántulas en las que se les añadió un fertilizante comercial (T7).



Figura 3. Evaluación de los EB en la Germinación y desarrollo de plántulas de chile habanero. T1 = EB de la cepa 1; T2 = EB de la cepa 2; T3 = EB de la cepa 3; T4 = EB de la cepa 5; T5= EB de la cepa 5; T6 = Agua; T7 = Fertilizante comercial; T8 = EB al 0%.

Los EB de las diferentes cepas de *Streptomyces* no mostraron efectos negativos en el proceso de germinación de chile habanero, por el contrario los EB de las cepas 1, 2 y 3, aceleraron la germinación. En las plántulas, los EB de estas tres cepas promovieron una mayor longitud de raíz, aumentaron el diámetro del tallo, la altura, el número de hojas y el peso seco total.

En general, las cepas de *Streptomyces* que producen AIA son una excelente alternativa para ser utilizadas en el campo porque promueven el crecimiento de las plántulas y puede ser que mejoren la capacidad productiva de las plantas, mejorando el rendimiento de los cultivos. En conjunto, los Extractos Bacterianos al ser aplicados en el campo contribuyen en disminuir el uso de productos agroquímicos en beneficio del ambiente y la inocuidad de los alimentos.

Referencias

- Alcántara-Cortés, J., Acero Godoy, J., Alcántara Cortés, J. y Sánchez Mora, R. (2019). Principales reguladores hormonales y sus interacciones en el crecimiento vegetal. Nueva, Vol. 17. No. 32, 109-129. Recuperado de: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-24702019000200109&lng=en&tlng=es
- Arellano-Aguilar, O. y Von Osten, J. (2016). La huella de los plaguicidas en México. Greenpeace. Pp. 5-12. Recuperado de: https://www.greenpeace.org/static/planet4-mexico-stateless/2018/11/30b49459-30b49459-plaguicidas_en_agua_ok_em.pdf
- Héctor-Ardisana, E., Torres-García, A., Fosado-Téllez, O., Peñarrieta-Bravo, S., Solórzano-Bravo, J., Jarre-Mendoza, V., Medranda-Vera, F. y Montoya-Bazán, J. (2020). Influencia de bioestimulantes sobre el crecimiento y el rendimiento de cultivos de ciclo corto en Manabí, Ecuador. Cultivos Tropicales, Vol. 41. No. 4. Recuperado de: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362020000400002&lng=es&tlng=es
- Llanes Salazar, R. (2024). ¿Sur tóxico? Un estado del arte de los estudios sociales sobre plaguicidas en Yucatán. Acta Sociológica, Vol. 93, pp. 141-172. Recuperado de: <https://doi.org/10.22201/fcpys.24484938e.2024.93.89078>
- Mohapatra, S., Biswal, G., Prabhukarthikeyan, S. y Mihira, K. (2023). Biochemical Characterization of Streptomyces spp. Isolated from Rhizosphere Soils of Rice in Odisha. Biofical Forum – An International Jour, Vol. 15. No. 1. Pp. 765-772. ISSN No. (Online): 2249-3239.
- Moreno, A., García, V., Reyes, J., Vásquez, J. y Cano, J. (2018). Rizobacterias promotoras de crecimiento vegetal: una alternativa de biofertilización para la agricultura sustentable. Biotecnol, Vol. 20, No. 1. Pp. 68-83. DOI: 10.15446/rev.colomb.biote.v20n1.73707
- SIAP (2024). Anuario estadístico de la producción agrícola. Servicio de información Agroalimentaria y Pesquera. Recuperado de: https://nube.agricultura.gob.mx/cierre_agricola/
- Silveira-Gramont M., Aldana-Madrid, M., Piri-Santana, J., Jasa-Silveira, G. y Rodríguez-Olibarria, G. (2018). Plaguicidas agrícolas: un marco de referencia para evaluar riesgos a la salud en comunidades rurales en el estado de Sonora, México. Revista Internacional de contaminación ambiental, Vol. 34. No. 1. Pp. 7-21.
- Tucuch-Haas, C., Alcántar-González, G., Ordaz-Chaparro, V., Santizo-Rincón, J., y Larqué-Saavedra, A. (2012). Producción y calidad de chile habanero (Capsicum chinense Jacq.) con diferentes relaciones NH₄⁺/NO₃⁻ y tamaño de partícula de sustratos. Terra Latinoamericana, Vol. 30. No. 1. Pp. 9-15. Recuperado de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792012000100009&lng=es&tlng=es
- Vega-Celedón, P., Canchignia, H., González, M. y Seeger, M. (2016). Revisión bibliográfica. Biosíntesis de Ácido Indol-3-Acético y Promoción del Crecimiento de Plantas por Bacterias. Cultivos tropicales, Vol. 37. Pp. 33-39.
- Velasco-Jiménez, A., Castellanos-Hernández, O., Acevedo-Hernández, G., Aarland, C. y Rodríguez-Sahagún, A. (2020). Bacterias rizosféricas con beneficios potenciales en la agricultura. Terra Latinoamericana, Vol. 38. No. 2, pp. 333-345.
- Ventura, R. y Hurtado, J. (2021). Estudio del efecto promotor del crecimiento vegetal de cepas nativas halotolerantes del género Streptomyces en condiciones del suelo con salinidad (Trabajo de investigación para optar el grado de Bachiller en ciencias con mención en Biología). Repositorio institucional de la Universidad Peruana Cayetano Heredia. Recuperado de: https://repositorio.upch.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12866/15303/Estudio_VenturaPoma_Rosa.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Salud renal: el cuidado de los riñones es un compromiso con tu salud

Autores:

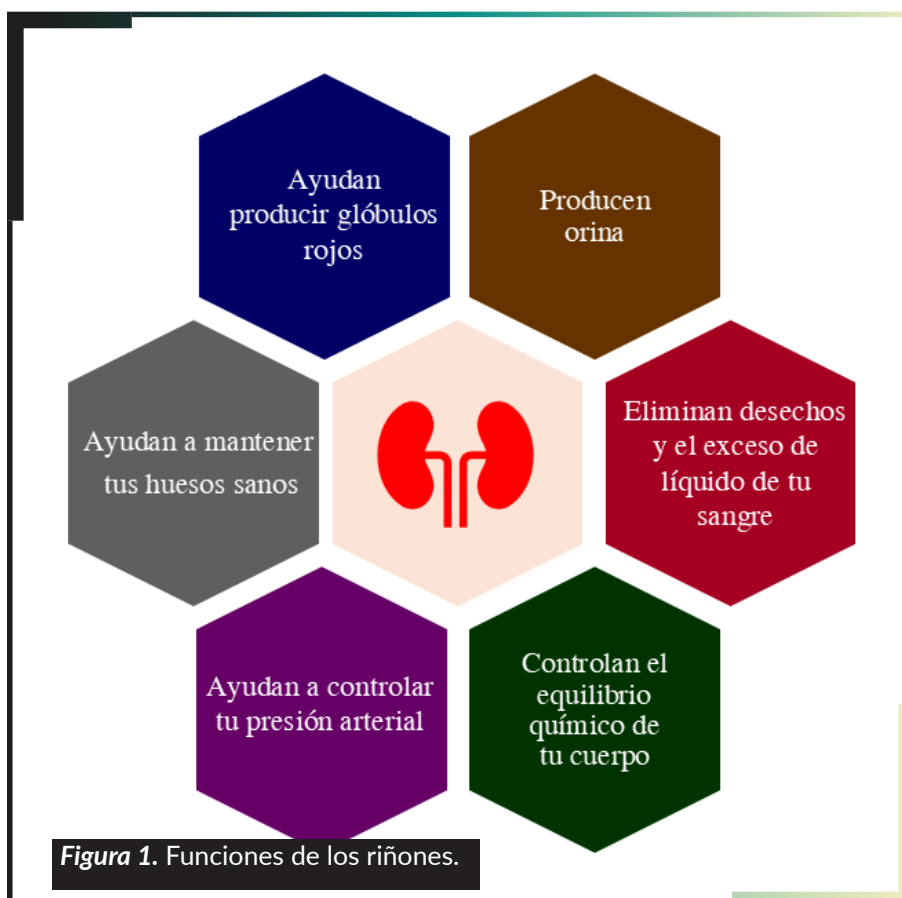
Carlos Gracida Osorno y Gloria María Molina Salinas

Correo de contacto:

gloria.molinas@imss.gob.mx;
carlos.gracida@imss.gob.mxmx

Palabra clave: salud renal, enfermedad renal crónica, obesidad, diabetes mellitus, litiasis renal

Los riñones de los mamíferos son órganos multifacéticos y esenciales para la vida, ya que regulan la conservación y eliminación de agua y electrolitos para mantener el equilibrio corporal (Figura 1). Estos órganos vitales desempeñan un papel crucial en la eliminación de desechos metabólicos del cuerpo. La interrupción total de la función renal generalmente resulta en la muerte en una semana en la mayoría de las especies, mientras que la pérdida parcial de la función renal provoca diversos grados de anomalías según el tejido funcional restante (Figura 2).



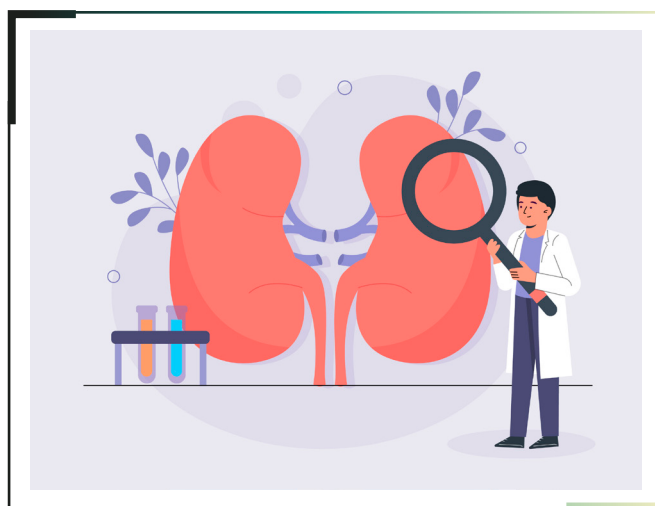


Figura 2. El nefrólogo es el médico especialista para el estudio, diagnóstico y tratamiento de enfermedades y afecciones que afectan a los riñones (Tomado de <https://www.freepik.es/fotos-vectores-gratis/nefrologo>).

La enfermedad renal representa un desafío considerable para la salud pública, y algunos expertos la describen como una epidemia silenciosa. Esto se debe a que, al igual que otras enfermedades crónicas no transmisibles, su detección suele ser tardía debido a la falta de síntomas en las etapas iniciales. La carga de la enfermedad renal, en términos de prevalencia, morbilidad, mortalidad y costos, sigue aumentando, especialmente en los países de bajos ingresos. La enfermedad renal crónica (ERC) se ha convertido en una de las principales causas de muerte y sufrimiento en el siglo XXI, en parte debido al incremento de factores de riesgo como la obesidad y la diabetes mellitus.

Para detectar enfermedades renales, es esencial medir ciertos compuestos en la sangre y la orina. Esto incluye la acumulación de desechos nitrogenados (son generados por el metabolismo de proteínas y ácidos nucleicos que contienen nitrógeno), que se evalúa a través de los niveles de creatinina y urea. Cuando estos compuestos se acumulan, pueden aparecer síntomas como fatiga, pérdida de apetito, úlceras en las mucosas, vómitos, diarrea, pérdida de peso, anemia y cambios en la producción de orina. Este conjunto de síntomas se denomina insuficiencia renal, uremia o síndrome urémico (se produce cuando los riñones no pueden eliminar los desechos del cuerpo, como la urea, lo que provoca su acumulación en la sangre) (Figura 3).

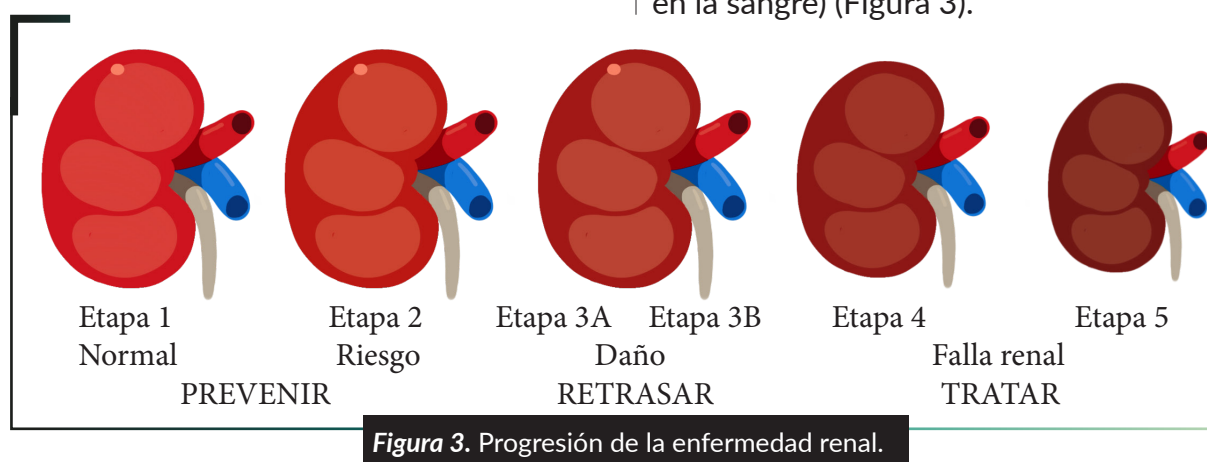


Figura 3. Progresión de la enfermedad renal.

La lesión renal aguda y la enfermedad renal crónica están vinculadas a altos costos en la atención médica, una disminución en la calidad de vida y serias repercusiones para la salud, tales como enfermedades del corazón, insuficiencia renal que requiere tratamientos de reemplazo como la diálisis peritoneal y la hemodiálisis, infecciones, depresión y mortalidad.

De acuerdo con el estudio de la Carga Global de Enfermedad (CGE) de 2019, cerca del 10% de la población adulta mundial sufría de ERC, lo que provocó 1.4 millones de muertes y la pérdida de 41.5 millones de años de vida saludable. En México, la ERC constituye un reto importante, aunque no se dispone de un registro específico. Según los datos del CGE, la prevalencia de ERC en México se calculó en un 13.8% en 2019, siendo la tercera causa de muerte. De acuerdo con la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2022-2023, Yucatán se encuentra entre los estados con una alta incidencia de obesidad y diabetes mellitus, especialmente en la población adulta. Además, la litiasis renal, que es la formación de cálculos o piedras en el sistema urinario debido a la acumulación y cristalización de sales minerales en la orina, también conocida como piedras en el riñón, representa un problema de salud pública con una prevalencia que supera el promedio nacional. Esto podría indicar que la prevalencia de la ERC en Yucatán también es más alta en comparación con la tendencia nacional.

En 2014, el gasto anual promedio en salud por persona para esta enfermedad se calculó en 8,966 dólares estadounidenses en la Secretaría de Salud, y en 9,091 dólares estadounidenses en el Instituto Mexicano del Seguro Social. Además, está afectando significativamente las finanzas de las instituciones y la economía de las familias. En muchos países, la enfermedad renal no se considera una prioridad, lo que genera desigualdades en el acceso al tratamiento

renal. Además, las políticas de salud pública mundiales tienden a enfocarse en cuatro enfermedades principales: cardiopatías, cáncer, diabetes mellitus y enfermedades respiratorias crónicas. Es fundamental que la enfermedad renal se incluya en la agenda de salud internacional y reciba atención prioritaria. Es nuestra responsabilidad prevenir o retrasar la enfermedad renal, lo que implica adoptar cambios saludables en nuestro estilo de vida (Figura 4).

1. Una alimentación saludable, consumiendo alimentos bajos en sodio y grasas.
2. Realizar actividad física que favorezca la salud renal, ya que ayuda a mantener un peso ideal.
3. Mantener una adecuada hidratación, bebiendo alrededor de 2 litros de agua al día.
4. Consumir bebidas bajas en calorías o sin azúcar.
5. Evitar el consumo de tabaco y alcohol.
6. Controlar los niveles de azúcar en sangre, la presión arterial y el colesterol.
7. Evitar la automedicación.
8. Realizar revisiones médicas periódicas.

Figura 4. Recomendaciones para mantener la salud renal.

Es realmente importante que entendamos y valoremos la salud de nuestros riñones. Sería muy útil empoderar a las personas con información y herramientas para cuidar y prevenir enfermedades renales. La prevención y la detección temprana son claves para mantener una buena salud renal a largo plazo. Desde 2006, se ha designado el segundo jueves de marzo como el Día Mundial del Riñón, con el objetivo de aumentar la conciencia sobre la importancia de cuidar nuestros riñones (Figura 5).

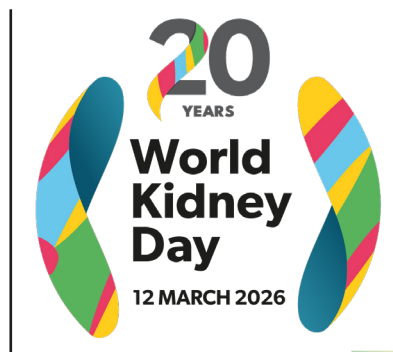


Figura 5. Logo del Día Mundial del Riñón (Tomado de World Kidney Day <https://www.worldkidneyday.org/>)

Referencias

- Argaiz, E. R., Morales-Juárez, L., Razo, C., Ong, L., Rafferty, Q., Rincón-Pedrero, R., & Gamba, G. (2023). The burden of chronic kidney disease in Mexico: data analysis based on the Global Burden of Disease 2021 study. *La carga de enfermedad renal crónica en México: análisis de datos basado en el estudio Global Burden of Disease 2021*. *Gaceta medica de Mexico*, 159(6), 487–493. <https://doi.org/10.24875/GMM.M24000830>
- Bellasi, A., Di Lullo, L., & Di Iorio, B. (2019). Chronic Kidney Disease: The Silent Epidemic. *Journal of clinical medicine*, 8(11), 1795. <https://doi.org/10.3390/jcm8111795>
- Chapman, C. L., Johnson, B. D., Parker, M. D., Hostler, D., Pryor, R. R., & Schlader, Z. (2020). Kidney physiology and pathophysiology during heat stress and the modification by exercise, dehydration, heat acclimation and aging. *Temperature* (Austin, Tex.), 8(2), 108–159. <https://doi.org/10.1080/23328940.2020.1826841>
- Dorantes-Carrillo, L. A., Medina-Escobedo, M., Cobá-Canto, Y. A., Alvarez-Baeza, A., & Méndez Domínguez, N. (2022). Morbidity, mortality, and renal replacement therapy for chronic kidney disease in Mexico between 2016 and 2018. *Nefrologia*, 42(3), 351–354. <https://doi.org/10.1016/j.nefro.2022.06.001>
- ENSANUT 2020-2023. Consultado en: <https://www.insp.mx/avisos/presentan-resultados-de-la-ensanut-2020-2023>
- Figuerola-Lara, A., Gonzalez-Block, M. A., & Alarcon-Irigoyen, J. (2016). Medical Expenditure for Chronic Diseases in Mexico: The Case of Selected Diagnoses Treated by the Largest Care Providers. *PloS one*, 11(1), e0145177. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0145177>
- Francis, A., Harhay, M. N., Ong, A. C. M., Tummalapalli, S. L., Ortiz, A., Fogo, A. B., Fliser, D., Roy-Chaudhury, P., Fontana, M., Nangaku, M., Wanner, C., Malik, C., Hradsky, A., Adu, D., Bavanandan, S., Cusumano, A., Sola, L., Ulasi, I., Jha, V., American Society of Nephrology, ... International Society of Nephrology (2024). Chronic kidney disease and the global public health agenda: an international consensus. *Nature reviews. Nephrology*, 20(7), 473–485. <https://doi.org/10.1038/s41581-024-00820-6>
- GBD Chronic Kidney Disease Collaboration (2020). Global, regional, and national burden of chronic kidney disease, 1990–2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *Lancet* (London, England), 395(10225), 709–733. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30045-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30045-3)
- Heller, O., Somerville, C., Suggs, L. S., Lachat, S., Piper, J., Aya Pastrana, N., Correia, J. C., Miranda, J. J., & Beran, D. (2019). The process of prioritization of non-communicable diseases in the global health policy arena. *Health policy and planning*, 34(5), 370–383. <https://doi.org/10.1093/heapol/czz043>
- Jha, V., Al-Ghamdi, S. M. G., Li, G., Wu, M. S., Stafylas, P., Retat, L., Card-Gowers, J., Barone, S., Cabrera, C., & Garcia Sanchez, J. J. (2023). Global Economic Burden Associated with Chronic Kidney Disease: A Pragmatic Review of Medical Costs for the Inside CKD Research Programme. *Advances in therapy*, 40(10), 4405–4420. <https://doi.org/10.1007/s12325-023-02608-9>
- Kellum, J. A., Romagnani, P., Ashuntantang, G., Ronco, C., Zarbock, A., & Anders, H. J. (2021). Acute kidney injury. *Nature reviews. Disease primers*, 7(1), 52. <https://doi.org/10.1038/s41572-021-00284-z>
- Li, P. K., Garcia-Garcia, G., Lui, S. F., Andreoli, S., Fung, W. W., Hradsky, A., Kumaraswami, L., Liakopoulos, V., Rakhimova, Z., Saadi, G., Strani, L., Ulasi, I., Kalantar-Zadeh, K., & World Kidney Day Steering Committee (2020). Kidney health for everyone everywhere-from prevention to detection and equitable access to care. *Kidney international*, 97(2), 226–232. <https://doi.org/10.1016/j.kint.2019.12.002>
- Makris, K., & Spanou, L. (2016). Acute Kidney Injury: Definition, Pathophysiology and Clinical Phenotypes. *The Clinical biochemist. Reviews*, 37(2), 85–98.
- Neale, E. P., Rosario, V. D., Probst, Y., Beck, E., Tran, T. B., & Lambert, K. (2023). Lifestyle Interventions, Kidney Disease Progression, and Quality of Life: A Systematic Review and Meta-analysis. *Kidney medicine*, 5(6), 100643. <https://doi.org/10.1016/j.xkme.2023.100643>
- Tyagi A, Aeddula NR. Azotemia. [Updated 2023 May 14]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 Jan-. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK538145/>

Agradecimientos: al Br. Hernando Maldonado Pérez, por su apoyo con el diseño de las figuras 3 y 4.

La transferencia tecnológica en dispositivos médicos para prevenir, diagnosticar y tratar enfermedades

Autores:

Hermila Andrea Ulibarri Benítez, Félix José Aguilar Vázquez, Ana María Canto-Esquivel, Jorge Carlos Canto Esquivel.

Correo de contacto:

hermila.ub@merida.tecnm.mx

Palabras clave:

transferencia de tecnología, dispositivos médicos, prevención enfermedades

En los últimos años, la tecnología ha transformado la forma en que se cuida la salud. Hoy es posible **vigilar el estado de un paciente a distancia**, detectar de manera temprana enfermedades crónicas y hacer diagnósticos en minutos gracias a dispositivos portátiles. (Majumder et al., 2017).

Esto ha sido posible gracias a la transferencia de tecnología, que convierte descubrimientos científicos en herramientas clínicas reales. Un ejemplo de ello, son las tecnologías *lab-on-a-chip*, dispositivos microfluídicos que manipulan y procesan volúmenes minúsculos de líquidos en microcanales integrados en un chip portátil, útiles para diagnósticos rápidos como control de glucosa o pruebas de malaria (Chin et al., 2012).

Este proceso, que va del hallazgo en el laboratorio a su implementación clínica, se denomina transferencia tecnológica. A continuación, se proporcionan diversas definiciones acerca de este concepto:

- La transferencia de tecnología es el proceso de convertir avances científicos y tecnológicos en bienes o servicios comercializables, involucrando el traspaso de habilidades, conocimientos y tecnologías entre universidades, gobiernos e industrias para su aplicación en el mercado (Lutchen, 2011).

- *World Intellectual Property Organization* (WIPO) dice que es: el proceso de transferir hallazgos científicos de una organización a otra con el propósito de su posterior desarrollo y comercialización", generalmente mediante acuerdos de licenciamiento de propiedad intelectual (WIPO, 2006).

- *National Science Foundation* (NSF): lo define como: el proceso por el cual la tecnología o el conocimiento desarrollado en un lugar o para un propósito es aplicado y explotado en otro lugar o para otro propósito, enfatizándolo para satisfacer necesidades públicas o privadas (NSF, 2020).

¿Quiénes hacen posible la innovación médica?

Universidades e instituciones de investigación

Generador de conocimiento y descubrimientos científicos. Poseen el capital intelectual y la innovación básica, su papel comprende: desarrollo de patentes, divulgación de hallazgos y formación de los futuros expertos (Jahn, R., Müller, O. y Bozorgmehr, K., 2015).

Oficinas de transferencia de tecnología (TTOs)

Gestionan la propiedad intelectual, identifican oportunidades de comercialización y negocian licencias. Puente entre la academia y la industria, proporcionando la creación de spin-offs, acuerdos de investigación y licenciamiento; para que los descubrimientos académicos lleguen al mercado (OECD, 2011; Siegel et al., 2003).

Industrias, empresas emergentes y fabricantes de dispositivos médicos

Transforman los hallazgos científicos en productos tangibles, asumiendo riesgos de inversión, validación clínica y procesos regulatorios. Su colaboración con TTOs y universidades es determinante, por ejemplo, para el desarrollo de diversos dispositivos médicos (Translational Medicine Communications, 2019).

Gobierno y entidades reguladoras

Ofrecen financiamiento, políticas y marcos regulatorios. En EE. UU., leyes como Bayh-Dole y Stevenson Wydler han sido fundamentales para que universidades y laboratorios públicos participen en la comercialización (Frederick B. Rudolph, et al, 1996). Agencias regulatorias como la FDA (a través de la CDRH) garantizan seguridad y eficacia durante todo el ciclo de vida de dispositivos médicos (FDA CDRH, 2024).

Intermediarios y redes de innovación

Incubadoras, parques tecnológicos, fondos de capital semilla, asociaciones de industria y consultoras especializadas; organizan redes de colaboración, aceleran adopción de innovaciones y ayudan a superar barreras de coordinación (IP Law Mastery, 2023).



¿Cuáles son algunos obstáculos para que la innovación llegue a los pacientes?

Barreras regulatorias complejas y prolongadas

El proceso regulatorio para dispositivos médicos de alto riesgo (Clase III) en EE. UU. demanda aplicaciones de premarco (premarket approval) con datos clínicos exhaustivos aumentando el tiempo de llegada al mercado comparado con dispositivos similares (Clase II) (Daizadeh, 2022; Tong et al., 2020). En Europa, los procesos similares plantean incertidumbre en la aprobación y reembolso, generando demoras en el acceso del paciente (KCE, 2021).

Falta de recursos financieros y apoyo institucional

La transferencia de tecnología en dispositivos médicos enfrenta barreras como la falta de financiamiento y apoyo institucional, especialmente en universidades y empresas pequeñas, lo que limita la articulación con el sector productivo y obstaculiza la innovación clínica (Salas, 2017).

Protección insuficiente de la propiedad intelectual y conflictos con la publicación

La divulgación científica enfrenta obstáculos cuando se intenta proteger la propiedad intelectual. Las universidades pequeñas carecen de políticas claras y apoyo legal, lo que dificulta registrar patentes y comercializar hallazgos, generando una brecha frente a instituciones con mayor infraestructura y recursos. (Rodríguez-Partidas y Bracho-Molero, 2023)

Brecha en generación de evidencia clínica y acceso al reembolso

Para dispositivos de alto riesgo es primordial asegurar evidencia robusta (ensayos clínicos, estudios comparativos, seguridad a largo plazo). Sin embargo, se han identificado vacíos importantes en la calidad y transparencia de los datos presentados para reembolso en la Unión Europea, lo que retrasa la evaluación por parte de agencias de salud pública (KCE, 2021)

Avances que mejoran la vida de las personas:

Reducción de inequidades en salud

El desarrollo y distribución de dispositivos médicos portátiles y sistemas de telemedicina, permite a la transferencia tecnológica llevar atención sanitaria a comunidades rurales o marginadas, reduciendo brechas en acceso y calidad de atención. Iniciativas como ecografía portátil o expedientes electrónicos móviles disminuyen desplazamientos y costos para sectores vulnerables (AMIIF, 2023).

Prevención y atención temprana

El uso de dispositivos wearables y sensores conectados, análisis de big data e inteligencia artificial (IA), facilitan detectar enfermedades crónicas y monitorear pacientes, resultando en intervenciones más rápidas y efectivas, reduciendo la progresión de enfermedades

y complicaciones (Ahsan y Siddique, 2022; Expansión, 2024).

Atención médica más eficiente y sostenible

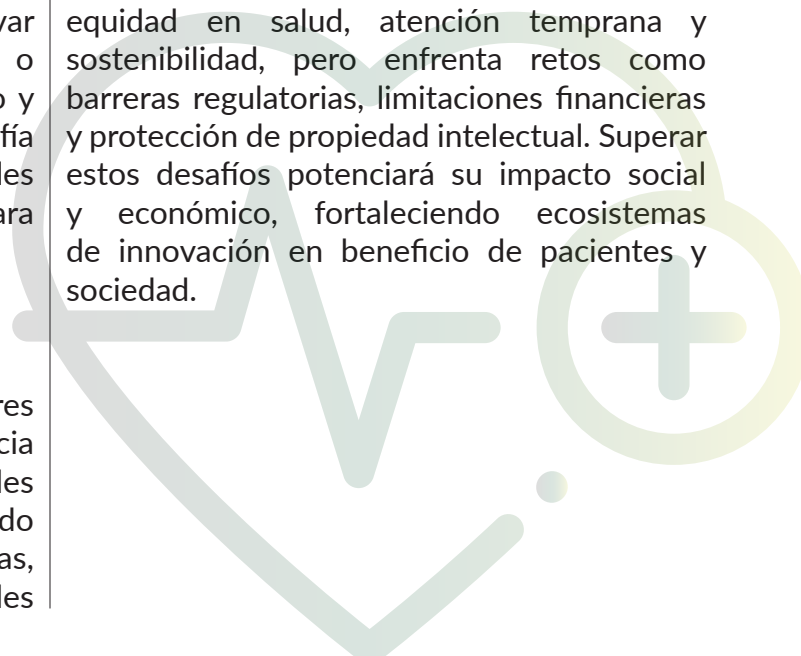
Las tecnologías basadas en la nube, IA y dispositivos compartidos optimizan procesos clínicos, reducen costos y residuos, incentivando la adopción de modelos de economía circular y adquisiciones sostenibles en hospitales, impactando positivamente a nivel ambiental y económico (Philips, 2023; Ahsan & Siddique, 2022).

Fomento de ecosistemas de innovación locales

La colaboración entre universidades, startups, gobiernos e industrias, fortalece la transferencia tecnológica impulsando redes regionales de innovación, impulsando nuevas empresas y el desarrollo económico local, particularmente en países en desarrollo (WIPO, 2024; Qualud, 2024).

¿Qué hace falta para que la innovación llegue más lejos?

La transferencia tecnológica en salud es clave para llevar innovaciones como dispositivos conectados y diagnósticos avanzados a la práctica clínica. Sus beneficios incluyen equidad en salud, atención temprana y sostenibilidad, pero enfrenta retos como barreras regulatorias, limitaciones financieras y protección de propiedad intelectual. Superar estos desafíos potenciará su impacto social y económico, fortaleciendo ecosistemas de innovación en beneficio de pacientes y sociedad.



Referencias

- Ahsan, M. M. y Siddique, Z. (2022). Industry 4.0 in healthcare: A systematic review. *arXiv*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2201.06999>
- Asociación Mexicana de Industrias de Investigación Farmacéutica (AMIIF). (11 de abril de 2023). Tecnología: Factor clave para reducir inequidades en salud. <https://amiif.org/panel-la-tecnologia-como-factor-clave-para-reducir-inequidades-en-salud/>
- Belgian Health Care Knowledge Centre (KCE). (2021). Improving transparency and evidence requirements in medical device approval and reimbursement in the EU (KCE Report 346). <https://kce.fgov.be/en/publication/report/medical-devices-regulation>
- Chin, C. D., Linder, V. y Sia, S. K. (2012). Commercialization of microfluidic point-of-care diagnostic devices. *Lab on a Chip*, 12(12), 2118-2134. <https://doi.org/10.1039/C2LC21204H>
- Daizadeh, N. R., Sinha, M. S. y Sinha, I. (2022). FDA approval pathways for medical devices: Balancing innovation and patient safety. *Journal of the American College of Radiology*, 19(6), 727-732. <https://doi.org/10.1016/j.jacr.2022.03.005>
- Expansión. (11 de julio de 2024). El futuro del potencial de la tecnología en la salud. <https://expansion.mx/opinion/2024/07/11/futuro-potencial-tecnologia-en-salud>
- Frederick B. Rudolph, et al. (1996). *Biotechnology: Science, engineering, and ethical challenges for the twenty-first century*. Joseph Henry Press. <https://doi.org/10.17226/4974>
- IP Law Mastery. (2023) Emerging IP Litigation Trends and Statistics. IP Law Mastery. <https://iplawmastery.com/ip-litigation-trends-and-statistics/>
- Jahn, R., Müller, O. y Bozorgmehr, K. (2015). Characteristics and determinants of knowledge transfer policies at universities and public institutions in medical research—Protocol for a systematic review. *Systematic Reviews*, 4, 110. <https://doi.org/10.1186/s13643-015-0094-3>
- Lutchen, K., et al., (2011). Engineering efficient technology transfer. *Science Translational Medicine*, 3(110), 110cm32. <https://doi.org/10.1126/scitranslmed.3003004>
- Majumder, S., Mondal, T. y Deen, M. J. (2017). Wearable sensors for remote health monitoring. *Sensors*, 17(1), 130. <https://doi.org/10.3390/s17010130>
- National Science Foundation. (2020). Invention, knowledge transfer, and innovation (Report NSB 2020-4). <https://www.nsf.gov/nsb/publications/2020/nsb20204.pdf>
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2011). *Patent and innovation in the 21st century*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264097490-en>
- Philips. (14 de noviembre de 2023). 10 healthcare technology trends for 2024. <https://www.philips.com/a-w/about/news/archive/features/2023/20231114-10-healthcare-technology-trends-for-2024.html>
- Qualud. (4 de octubre de 2024). Transferencia tecnológica: El motor de innovación en el sector salud. <https://www.qualud.com/blog/transferencia-tecnologica-el-motor-de-innovacion-en-el-sector-salud>
- Rodríguez-Partidas, N. J. y Bracho-Molero, A. E. (2023). Retos de la divulgación y difusión del conocimiento científico desde la formación doctoral. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, 8(15), 98–109. <https://doi.org/10.35381/r.k.v8i15.2429>
- Salas Tapia, Erika. Factores asociados a la transferencia de tecnología en el sector de dispositivos médicos en México. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco. Maestría en Economía, Gestión y Políticas de Innovación. México, 2017. <https://repositorio.xoc.uam.mx/jspui/bitstream/123456789/738/1/180412.pdf>
- Siegel, D. S., Waldman, D. A. y Link, A. N. (2003). Assessing the impact of organizational practices on the relative productivity of university technology transfer offices: An exploratory study. *Research Policy*, 32(1). [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(01\)00196-2](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(01)00196-2)
- Tong, A., Henry, D. A. y Craig, J. C. (2020). Regulatory challenges and gaps in evidence for medical devices in high-income countries: A narrative review. *BMJ Open*, 10(5). <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2020-036684>
- Translational Medicine Communications. (2019). Forming effective relationships between academia and the medical devices industry with a focus on launching a smart heart valve prosthesis for pediatric patients. *Translational Medicine Communications*, 4(1), 1-9. <https://doi.org/10.1186/s41231-019-0040-9>
- U.S. Food and Drug Administration (FDA CDRH). (2024). FDA Center for Devices and Radiological Health: Office of Strategic Partnership and Technology Innovation. <https://www.fda.gov/about-fda/cdrh-offices/office-strategic-partnerships-and-technology-innovation>
- World Intellectual Property Organization (WIPO). (10 de diciembre de 2024). Supporting innovation: How incentives drive technology transfer for global health – Part 1. *WIPO Magazine*. https://www.wipo.int/wipo_magazine/en/2024/06/article_0001.html
- World Intellectual Property Organization (WIPO). (2006). Technology transfer and development. *WIPO Magazine*. https://www.wipo.int/wipo_magazine/en/2006/05/article_0003.html

El teléfono móvil actúa como caballo de Troya, facilitando la propagación de patógenos resistentes a fármacos

Autores:

Gloria María Molina Salinas, Carlos Gracida Osorno, Hernando Maldonado Pérez, Andrés Humberto Uc Cachón

Correo de contacto:

gloria.molinas@imss.gob.mx

Palabras clave:

teléfono móvil, bacterias resistentes a antibióticos, fómites, resistencia antimicrobiana

El caballo de Troya es una narrativa que ha evolucionado de mito a símbolo cultural con múltiples interpretaciones. Esta leyenda griega relata cómo los griegos construyeron un caballo de madera, aparentando ser una ofrenda de paz para Troya. En su interior se ocultaban soldados griegos, preparados para salir y abrir las puertas de la ciudad para que el ejército griego entrara, facilitando la caída de Troya. La construcción del caballo fue obra de Epeo, con ayuda de Atenea. Los griegos simulaban retirarse, dejando el caballo como presente. Un espía griego llamado Sinón persuadió a los troyanos de que era un obsequio para Atenea y debía ser introducido

a la ciudad. Hoy, el caballo de Troya es símbolo de astucia y engaño, usado como metáfora para describir situaciones donde algo aparentemente inofensivo causa daño desde dentro. Existe una réplica del caballo de Troya en Çanakkale, Turquía, cerca del sitio arqueológico de Troya. Esta metáfora se puede emplear para los teléfonos móviles, ya que investigaciones científicas han demostrado que los dispositivos móviles, incluidos teléfonos, relojes inteligentes y tabletas, del personal de salud y población general, son portadores de patógenos potencialmente mortales (Figura 1).



Figura 1. El caballo de Troya que alberga y transporta patógenos que son resistentes a los antibióticos.

El uso constante de estos dispositivos y su potencial contaminación microbiana ha originado preocupación sobre su papel como agentes (fómites) en la propagación de enfermedades infecciosas. La transmisión por fómites se produce cuando los microorganismos de una persona infectada se depositan en objetos inanimados y posteriormente se transfieren a otra persona. El nivel de riesgo de transmisión microbiana a través de fómites depende de las especies microbianas presentes, la cantidad de microorganismos, el tamaño del fómite y la frecuencia de contacto humano. Las investigaciones indican que los teléfonos

móviles pueden albergar microorganismos peligrosos, como protozoarios, bacterias, hongos, virus y bacteriófagos.

Un análisis de 56 estudios realizados en 24 países ha revelado que el 68% de los teléfonos móviles pertenecientes a trabajadores de la salud y a la población general están contaminados con microorganismos, incluyendo bacterias que la Organización Mundial de la Salud (OMS) ha catalogado como de atención prioritaria debido a su resistencia a los antibióticos (Tabla 1).

Tabla 1. La lista de patógenos bacterianos prioritarios de la OMS (2024).

Prioridad	Bacterias
Crítica	<i>Acinetobacter baumannii</i> resistente a los carbapenémicos Enterobacterias resistentes a las cefalosporinas de tercera generación Enterobacterias resistentes a los carbapenémicos <i>Mycobacterium tuberculosis</i> resistente a la rifampicina
Alta	<i>Enterococcus faecium</i> resistente a la vancomicina <i>Staphylococcus aureus</i> resistente a la meticilina <i>Pseudomonas aeruginosa</i> resistente a los carbapenémicos <i>Shigella</i> spp. resistente a las fluoroquinolonas <i>Salmonella typhi</i> resistente a las fluoroquinolonas Salmonelas no tifoideas resistentes a las fluoroquinolonas <i>Neisseria gonorrhoeae</i> resistente a las cefalosporinas de tercera generación y/o a las fluoroquinolonas
Media	<i>Streptococcus pneumoniae</i> resistente a los macrólidos <i>Haemophilus influenzae</i> resistente a la ampicilina Estreptococos del grupo A resistentes a los macrólidos Estreptococos del grupo B resistentes a los macrólidos

Los microorganismos más frecuentemente identificados fueron *Staphylococcus aureus* y estafilococos coagulasa negativos. Estas especies, junto con *Escherichia coli*, se detectaron en más de un tercio de las investigaciones sobre teléfonos móviles. En los estudios centrados en los teléfonos móviles del personal de salud, se destacó la presencia de *S. aureus* resistente a la meticilina, *Acinetobacter* spp. y *Bacillus* spp., identificados en más de un tercio de los estudios (Figura 2).

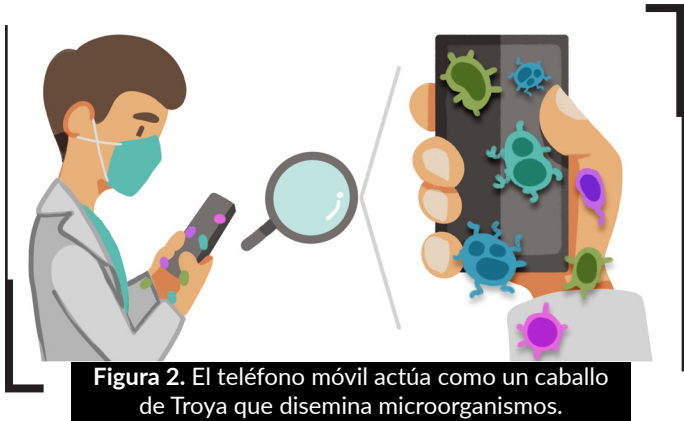


Figura 2. El teléfono móvil actúa como un caballo de Troya que disemina microorganismos.

Teléfono móvil en entorno hospitalario

En ambientes médicos, los teléfonos contaminados pueden facilitar la propagación de infecciones nosocomiales (actualmente denominadas infecciones asociadas a la atención de salud), incluidas las causadas por patógenos con escasos tratamientos por la resistencia antimicrobiana. A diferencia de las manos, estos dispositivos no se limpian regularmente y pueden actuar como vectores para patógenos al ser pasados por alto desde la bioseguridad. La identificación de bacterias de atención prioritaria alta y media según la OMS (Tabla 1) en estos dispositivos es preocupante, como *Acinetobacter baumannii* resistente a carbapenémicos, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* y *Klebsiella pneumoniae* resistentes a carbapenémicos y cefalosporinas, *Staphylococcus aureus* resistente a meticilina y *Enterococcus* spp. resistente a vancomicina, además de *Clostridioides difficile*. Estas bacterias pertenecen al grupo de superbacterias, con opciones terapéuticas escasas o inexistentes (Figura 3).



Figura 3. Una superbacteria.

Teléfono móvil en la comunidad

Es relevante señalar que también se han identificado bacterias y superbacterias en los teléfonos móviles de individuos de la comunidad, es decir, aquellos que no son trabajadores de la salud. Las investigaciones

indican que un elevado porcentaje de estos dispositivos alberga bacterias, siendo las especies más frecuentemente detectadas las potencialmente patógenas, como *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli* resistentes a los antibióticos (Tabla 1).

Prevención de infección y recomendaciones

Entre las estrategias para combatir la resistencia antimicrobiana se incluyen la higiene de manos, la vacunación y el saneamiento adecuado, las cuales pueden prevenir infecciones y reducir la necesidad de nuevos antibióticos.

Es importante que autoridades y comunidad científica reconozcamos la necesidad de desarrollar protocolos para reducir la propagación de microbios. La concientización sobre higiene de teléfonos móviles debe transformarse en una campaña global de desinfección que complemente la higiene de manos. Es crucial que la limpieza de estos dispositivos se realice a nivel comunitario. Esto es importante para quienes trabajan en la industria alimentaria y están en contacto con grupos vulnerables, como niños y personas mayores. También es relevante para quienes operan en espacios cerrados, como cruceros, aviones y aeropuertos, y para toda la comunidad.

Recomendaciones para tu teléfono móvil:

1. **Higiene.** Los Centros para el Control y Prevención de Enfermedades recomiendan usar toallitas o seguir indicaciones del fabricante. Es necesario limpiar frecuentemente los teléfonos, en especial el personal de salud, niños, adultos mayores y personas inmunodeprimidas (Figura 4).

2. **No lo uses en el sanitario.** Evitar emplear tu teléfono en el baño o en otros lugares donde haya una alta posibilidad de contaminación.

3. *Higiene de manos.* Lavar tus manos con regularidad, sobre todo después de usar el teléfono y antes de tocarte el rostro.

4. Las medidas de higiene anteriores también aplican para las tabletas y relojes inteligentes.



Figura 4. Higiene de teléfono móvil.

Conclusión

Es crucial reconocer que los teléfonos móviles (y otros dispositivos electrónicos) son portadores de gérmenes, incluidos aquellos resistentes a antibióticos. Ignorar esto pone en riesgo nuestra salud y la de quienes nos rodean. Por tanto, es necesario tomar medidas para minimizar el riesgo de transmisión. La descontaminación frecuente del dispositivo es una responsabilidad ineludible para protegernos a nosotros y a los demás. Actuar ahora es esencial para un entorno más seguro y saludable.

TODOS CONTRA LA RESISTENCIA ANTIMICROBIANA

Referencias

- Bhoonderowa, A., Gookool, S., & Biranjia-Hurdoyal, S. D. (2014). The importance of mobile phones in the possible transmission of bacterial infections in the community. *Journal of community health*, 39(5), 965–967.
- Bodena, D., Teklemariam, Z., Balakrishnan, S., & Tesfa, T. (2019). Bacterial contamination of mobile phones of health professionals in Eastern Ethiopia: antimicrobial susceptibility and associated factors. *Tropical medicine and health*, 47, 15.
- Boucherabine, S., Nassar, R., Mohamed, L., Olsen, M., Alqutami, F., Zaher, S., Hachim, M., Alkhajeh, A., McKirdy, S., Alghafri, R., Tajouri, L., & Senok, A. (2022). Healthcare Derived Smart Watches and Mobile Phones are Contaminated Niches to Multidrug Resistant and Highly Virulent Microbes. *Infection and drug resistance*, 15, 5289–5299.
- CDCs Cleaning and Disinfecting Guidance” (2021), downloaded from <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/community/disinfecting-buildingfacility.html> on April 27, 2021. Acceso 2 de Agosto de 2025.
- Kambouris ME. The Trojan War as military history. 2023. Pen and Sword Military.
- Olsen, M., Campos, M., Lohning, A., Jones, P., Legget, J., Bannach-Brown, A., McKirdy, S., Alghafri, R., & Tajouri, L. (2020). Mobile phones represent a pathway for microbial transmission: A scoping review. *Travel medicine and infectious disease*, 35, 101704.
- Olsen, M., Nassar, R., Senok, A., Moloney, S., Lohning, A., Jones, P., Grant, G., Morgan, M., Palipana, D., McKirdy, S., Alghafri, R., & Tajouri, L. (2022). Mobile phones are hazardous microbial platforms warranting robust public health and biosecurity protocols. *Scientific reports*, 12(1), 10009.
- Olsen, M., Goldsworthy, A., Morgan, M., Leggett, J., Demaneuf, T., Van Der Bruggen, N., Singh, G., Ghemrawi, R., Senok, A., Almheiri, R., McKirdy, S., Alghafri, R., & Tajouri, L. (2025). Microbial laden mobile phones from international conference attendees pose potential risks to public health and biosecurity. *Infection, disease & health*, 30(2), 85–96.
- Pal, S., Juyal, D., Adekhandi, S., Sharma, M., Prakash, R., Sharma, N., Rana, A., & Parihar, A. (2015). Mobile phones: Reservoirs for the transmission of nosocomial pathogens. *Advanced biomedical research*, 4, 144.
- Simmonds, R., Lee, D., & Hayhurst, E. (2020). Mobile phones as fomites for potential pathogens in hospitals: microbiome analysis reveals hidden contaminants. *The Journal of hospital infection*, 104(2), 207–213.
- Shelke, Y. P., Bankar, N. J., Bandre, G. R., Hawale, D. V., & Dawande, P. (2023). An Overview of Preventive Strategies and the Role of Various Organizations in Combating Antimicrobial Resistance. *Cureus*, 15(9), e44666.
- Turak G. THE POWER OF INTANGIBLE CULTURAL HERITAGE IN TOURISM: TROY LEGENDS AND MYTHS. *Düzce Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*. 2025; 15(1): 84-101.
- WHO. WHO updates list of drug-resistant bacteria most threatening to human health <https://www.who.int/news/item/17-05-2024-who-updates-list-of-drug-resistant-bacteria-most-threatening-to-human-health>. Acceso 2 de Agosto de 2025.

Principales estrategias para la prevención de riesgos psicosociales en las empresas familiares

Autores:

Hermila Andrea Ulibarri Benítez, Apolo Alejandro Baas Vázquez, Andrés Miguel Pereyra Chan, José Rubén Bacab Sánchez.

Correo de contacto:

hermila.ub@merida.tecnm.mx

Palabras clave:

Riesgos psicosociales, estrategias prevención, empresa familiar

La prevención de riesgos psicosociales es clave para la salud mental, el clima laboral y la productividad. Según Vallejo (2009), en empresas familiares, estos riesgos aumentan por la mezcla de vínculos afectivos y laborales, generando conflictos, estrés y desgaste emocional.

Poza & Daugherty (2014) señalan estrategias para reducir riesgos: gobernanza, gestión profesional, desarrollo emocional y cultura organizacional basada en comunicación y equidad. La OMS recomienda evaluaciones psicosociales periódicas para mejorar el entorno laboral.

Según Leach (2010), las empresas familiares destacan por el dominio familiar, ya sea por mayoría de acciones o la inclusión de miembros en puestos clave, lo que puede afectar su futuro.



Figura 1. Trabajadores mexicanos en situaciones de estrés

La Agrupación Europea de Empresas Familiares define a la empresa familiar como aquella controlada por una unidad familiar, con mayoría del patrimonio en manos de miembros consanguíneos, y al menos uno de ellos participando en la gestión y gobernanza corporativa (San Martín & Durán, 2017).

Según Grabinsky (2018), son empresas dirigidas por familias que buscan no solo ganancias, sino continuidad. Responden a ambiciones y orgullo familiar, donde prevalece un ambiente de simpatía y animosidad entre sus miembros.

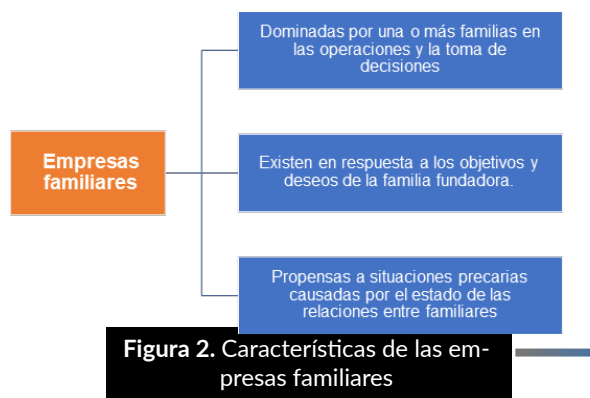


Figura 2. Características de las empresas familiares

Por otro lado, los riesgos psicosociales de acuerdo con Moreno y Baez (2010) son situaciones traumáticas que se generan en el entorno laboral debido a causas externas o internas y pueden provocar enfermedades físicas y mentales en los trabajadores.

La Guía de Actuación Inspectoral en factores Psicosociales de la ITSS (2012) define los riesgos psicosociales como condiciones laborales relacionadas con la organización, contenido y ejecución del trabajo, así como con las capacidades, necesidades, cultura y situación personal del trabajador, que afectan su bienestar, rendimiento y satisfacción.



Figura 3. Riesgos psicosociales que más afectan a los trabajadores en México.
(Nota: Gráfica recuperada del artículo ¿Cuáles son los riesgos psicosociales que más afectan a los mexicanos? Publicado por El Economista el 30/10/2021)

Según la NOM-035-STPS-2018, los factores de riesgo psicosocial pueden causar trastornos de ansiedad, del sueño, estrés grave y problemas de adaptación, derivados de las funciones del puesto, la jornada laboral o la exposición a eventos traumáticos o violencia laboral.

A continuación, se presentan los factores de riesgo más comunes según Cox y Griffiths (1996):

Factores	Descripción
Naturaleza del trabajo	Ritmo monótono y tareas repetitivas que desaprovechan las habilidades del trabajador.
Carga de trabajo y plazos	Ritmo de trabajo acelerado con mucha presión, actividades excesivas y plazos demasiado cortos.
Horario de trabajo	Horarios rígidos o variables, cambios imprevistos de turno y jornadas extensas sin pausas.
Falta de reconocimiento	Poca o nula participación en la toma de decisiones de la empresa, poco control sobre la carga de trabajo.
Ambiente laboral	Ambiente nocivo, mala gestión del equipo, falta de espacio personal, ruido excesivo e iluminación deficiente.
Cultura organizacional	Falta de apoyo, comportamiento nocivo, exigencias demasiado elevadas, inconsistencias entre las actividades de la empresa y sus objetivos.
Relaciones interpersonales	Conflictos con los compañeros de área, poca comunicación con los superiores, aislamiento.
Roles ambiguos	Ambigüedad en las responsabilidades del trabajador, actividades en conflicto con otro puesto de trabajo.
Desarrollo personal y profesional	Escasa promoción, contratos inciertos y pago insuficiente según responsabilidades.
Balance trabajo-familia	Falta de apoyo familiar, conflictos en el hogar, poco tiempo para convivir con la familia a causa del trabajo.

Elaborado a partir de Cox y Griffiths, 1996.

Tabla 1: Factores de riesgo psicosocial

El Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (2024), establece que los efectos de estos riesgos pueden ser los siguientes:

- **Efectos físicos.** Aumento de cortisol, hipertensión arterial, alteraciones del metabolismo, colitis, inflamación gastrointestinal, diabetes, desórdenes músculo-esqueléticos, trastornos dermatológicos y alergias.
- **Efectos en las emociones del trabajador:** Depresión y ansiedad, frustración, nerviosismo, baja autoestima.
- **Efectos en la conducta del trabajador:** Impuntualidad, incumplimiento en las funciones a desarrollar dentro de la empresa, violencia o falta de empatía con los demás y adicciones.
- **Efectos cognitivos:** Falta de capacidad para tomar decisiones, problemas de memoria, falta de concentración en el trabajo y bloqueo mental.

Espeleta (2015) distingue los efectos que los riesgos psicosociales causan en las empresas:

- **Afectan la productividad:** La falta de motivación o condiciones de riesgo reduce la productividad y calidad en la empresa.
- **Aumento de los costos:** Si ocurre un accidente laboral por enfermedad o violencia, la empresa debe pagar el sueldo del trabajador, aunque no asista. Además, podría contratar un reemplazo temporal.
- **Rotación constante de los trabajadores:** Ignorar estas cuestiones causa alta rotación, dificultando la gestión administrativa y

productiva.

- **Mala fama para la marca:** Una empresa que no cuida a sus trabajadores tendrá problemas para contratar y puede enfrentar sanciones por incumplir la ley laboral.

PRINCIPALES ESTRATEGIAS USADAS PARA PREVENIR RIESGOS PSICOSOCIALES EN EMPRESAS

La NOM-035 es clave para las empresas en México, al ofrecer evaluaciones y guías prácticas que facilitan su cumplimiento y prevención.

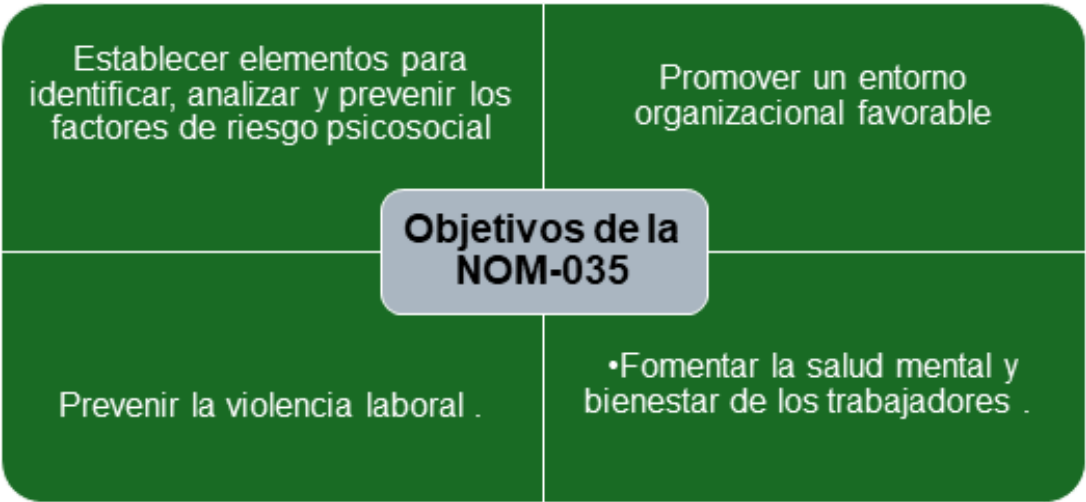


Figura 4. Principales objetivos de la NOM-035-STPS-2018

La norma puede integrarse con un diagnóstico e intervención adaptados a cada organización. Sierra (2023) propone algunos pasos iniciales para estos programas:

1. Aplicar evaluaciones diagnósticas para determinar cuáles son los riesgos psicosociales que se están manifestando en la empresa.
2. Presentar el programa a los trabajadores para recibir observaciones y mejorar su efectividad.

3. Considerando lo que se logró con el paso anterior, establecer la propuesta final para su posterior implementación.
4. Identificar y fortalecer las cualidades de los trabajadores y la empresa.
5. Implementar el programa con objetivos claros para facilitar su evaluación y control.



Figura 5. Presentación del Plan Sectorial de Salud Mental y Adicciones 2023-2024 a trabajadores del IMSS.

Agradecimientos

Jese Kadmiel Peláez Gómez por el apoyo en la búsqueda de información.

Referencias

- Cox, T. & Griffiths, A. J. (1996). The assessment of psychosocial hazards at work. In M.J.Schabracq, J. A. M. Winnubst, & C. L. Cooper (Eds.), *Handbook of Work and Health Psychology*. (pp. 127-146). Chichester: Wiley and Sons.
- El Economista. (2021). ¿Cuáles son los riesgos psicosociales que más afectan a los mexicanos? El Economista. <https://www.eleconomista.com.mx/arteseideas/Cuales-son-los-riesgos-psicosociales-que-mas-afectan-a-los-mexicanos-20211030-0018.html>
- Espeleta C, P. (2015). Los riesgos psicosociales: causas, consecuencias y posibles soluciones [Tesis de licenciatura]. Universidad de Valladolid. <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/15077/TFGO%20662.pdf?jsessionid=93113E182D9C37742004EF222E69E959?sequence=1>
- Grabinsky, S. (2018). Las empresas familiares en épocas críticas - Guía práctica (Primera edición). Espacio Empresarial S.A.
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene En el Trabajo, O.A., M.P. (INSST). (2024). Efectos de la Exposición a Factores de Riesgo Psicosocial. Efectos sobre las personas: las consecuencias psíquicas, fisiológicas y sociales. Evidencias Científicas de Daños en la Salud. <https://www.insst.es/documents/94886/4155701/Tema%2011.%20Efectos%20de%20la%20exposici%C3%B3n%20a%20factores%20de%20riesgo%20psicosocial.pdf>
- ITSS. (2012). Guía de actuaciones de la inspección de trabajo y seguridad social sobre riesgos psicosociales (Madrid: Ministerio de Empleo y Seguridad Social), 13, <https://bit.ly/30huiów>.
- Leach, P. (2010). La empresa familiar (Segunda edición). Ediciones Granica S.A.
- Moreno, J.B. y Báez, L.C. (2010). Factores y riesgos psicosociales, formas, consecuencias, medidas y buenas prácticas. <https://www.insst.es/documents/94886/96076/Factores+y+riesgos+psicosociales,+formas,+consecuencias,+medidas+y+buenas+pr%C3%A1cticas/c4cde3ce-a4b6-45e9-9907-cb4d693c19cf>
- San Martín, J., & Durán, J. (2017). Radiografía de la empresa familiar en México. Fundación Universidad de las Américas, Puebla.
- Secretaría del Trabajo y Previsión Social. (2018). Norma Oficial Mexicana NOM-035-STPS-2018, Factores de riesgo psicosocial en el trabajo-Identificación, análisis y prevención. https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5541828&fecha=23%2F10%2F2018
- Sierra, C. A. (2023). Estrategias de intervención en las organizaciones desde la psicología positiva como factor de prevención del riesgo psicosocial. (M. M. Quiroz, & D. Zamora, Edits.) *Revista Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo*, 5(2 (7)), 70 - 75.
- Poza, E. J., & Daugherty, M. S. (2014). *Family Business*. Cengage Learning.
- Vallejo, M. C. (2009). The effects of commitment of non-family employees of family firms from the perspective of stewardship theory. *Journal of Business Ethics*, 87(3), 379-390. <https://doi.org/10.1007/s10551-008-9926-6>
- World Health Organization. (2010). *Healthy workplaces: a model for action*. Geneva: WHO.

Integración de Design Thinking y Metodología 5S en la Mejora del Proceso Productivo de Horchata en la Empresa Yrisza

Autores:

Vásquez-Vado, María Nadine; Rocha-Leiva, Ailyn Stephanie; Cruz-Morales, Víctor

Correo de contacto:

mvasquez@anahuacmayab.edu.mx

Palabras clave:

Autonomía productiva; Eficiencia operativa; Innovación en procesos; Optimización de recursos; Sostenibilidad empresarial.

RESUMEN

El estudio diseñó dos modelos internos de producción de horchata de nuez en Yrisza, uno artesanal y otro semiindustrial, aplicando Design Thinking y 5S para reducir dependencia externa, optimizar costos y mejorar eficiencia. Con apoyo de diagramas de flujo, análisis Ishikawa y estudios de localización, se logró hasta un 20% de eficiencia operativa. Aunque enfrenta retos de inversión y adaptación del personal, la propuesta demuestra que la autonomía productiva es esencial para la sostenibilidad y escalabilidad de la empresa.

INTRODUCCIÓN

Yrisza es una empresa familiar ubicada en Yucatán que comercializa horchata premium de nuez, combinando atención al cliente, estrategias digitales y participación en eventos para posicionar su marca. A pesar de la buena aceptación del producto, la dependencia total de proveedores externos ha generado altos costos, variabilidad en la calidad y problemas para satisfacer la demanda.

Estas limitaciones, junto con la falta de maquinaria, un proceso de compras desorganizado y una cadena de suministro inestable, afectan la rentabilidad y frenan el crecimiento. Por ello, el objetivo general de este proyecto es desarrollar un proceso de producción semi-industrial de horchata de nuez en Yrisza mediante las metodologías Design Thinking y 5S, que permita prototipar eficientemente cada etapa en un plazo de seis meses.

1. METODOLOGÍA

La metodología del proyecto se estructuró en cinco fases para atender las necesidades de Yrisza: autonomía operativa, viabilidad financiera y producción escalable. Se aplicó Design Thinking [1,2], porque permite empatizar con las necesidades de la empresa, definir el reto central y generar soluciones innovadoras de producción adaptadas a los recursos disponibles. A manera de complemento, la metodología 5S [3,4] se implementó para organizar el espacio, reducir desperdicios y garantizar tanto orden como estandarización en el proceso.

En conjunto, ambas metodologías facilitaron un modelo de producción más eficiente, sostenible y con mayor control operativo. Además, proceso se apoyó en diagramas de flujo, análisis Ishikawa, planos de distribución y estimaciones de inversión. Cada fase se desarrolló de manera progresiva, asegurando un diseño estructurado, sostenible y adaptable a largo plazo.

1.1 Fase 1: Empatizar

Mediante entrevistas y análisis de reportes con los fundadores se detectaron necesidades clave: alcanzar autonomía productiva, estabilizar la producción y aumentar la rentabilidad, lo que abrió la oportunidad de consolidar a Yrisza como un negocio autosuficiente con un proceso de horchata de nuez estructurado.

1.2 Fase 2: Definir

En esta fase se definió el reto central: diseñar un proceso interno de horchata de nuez que garantice calidad, menor costo e independencia, con métricas de uniformidad, reducción de gastos, escalabilidad y simplicidad alineadas a los objetivos estratégicos de Yrisza.

1.3 Fase 3: Idear

En la fase de ideación se generaron propuestas para mejorar la producción, considerando recursos, inversión y limitaciones. La Figura 1 muestra las causas raíz de ineficiencias, lo que permitió definir puntos de control y aplicar la metodología 5S para reducir desperdicios, optimizar tiempos y avanzar hacia un 20% más de eficiencia operativa.



Figura 1. Diagrama de Ishikawa

1.4 Fase 4: Prototipado - Metodología 5S (Clasificar, Ordenar, Limpiar, Estandarizar)

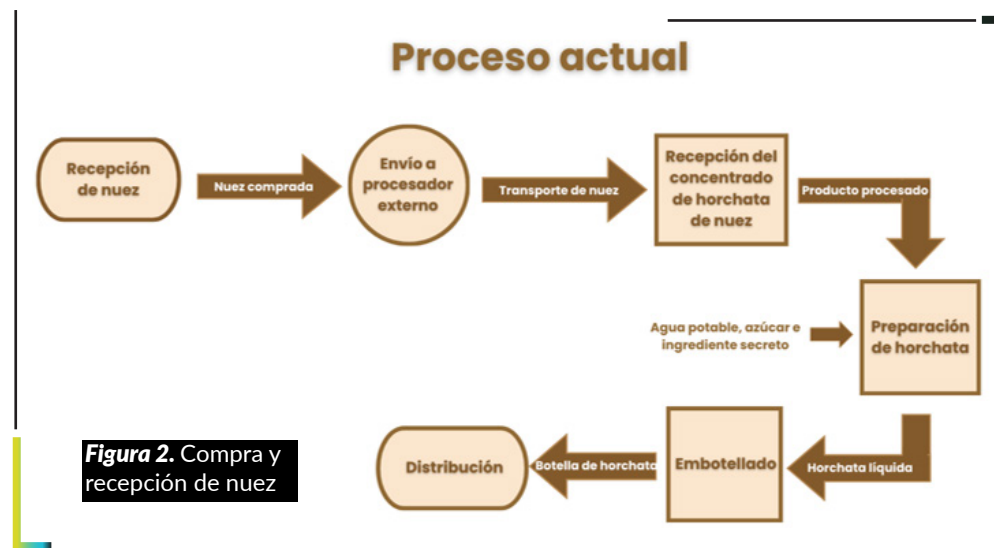
Se transformaron las ideas en dos modelos de producción: uno semi-industrial con maquinaria y otro artesanal optimizado con molino de reducir costos y tiempos. Ambos se diseñaron con diagramas de flujo y planos de distribución adaptados a la infraestructura y presupuesto de Yrisza. Además, se aplicaron las primeras cuatro 5S para organizar el espacio, garantizando eficiencia, limpieza y sostenibilidad operativa.

1.5 Fase 5: Evaluar

Se evaluaron dos prototipos de producción de horchata de nuez con tres lotes piloto de 100 litros cada uno. El mejor modelo completó cada lote en menos de 3.5 horas, mantuvo defectos por debajo del 1.5%, alcanzó más del 85% de utilización de recursos y obtuvo una calificación sensorial promedio superior a 4 de 5, confirmando su viabilidad para el diseño final.

2. RESULTADOS

El modelo actual de producción de horchata de nuez se observa en la Figura 2.



Propuesta 1. La propuesta de maquinado semi-industrial no fue la seleccionada por la empresa para implementarla. No obstante, la Figura 3 muestra el diagrama de flujo, la Figura 4 el plano de distribución de espacio y la Figura 5 la inversión que requería.



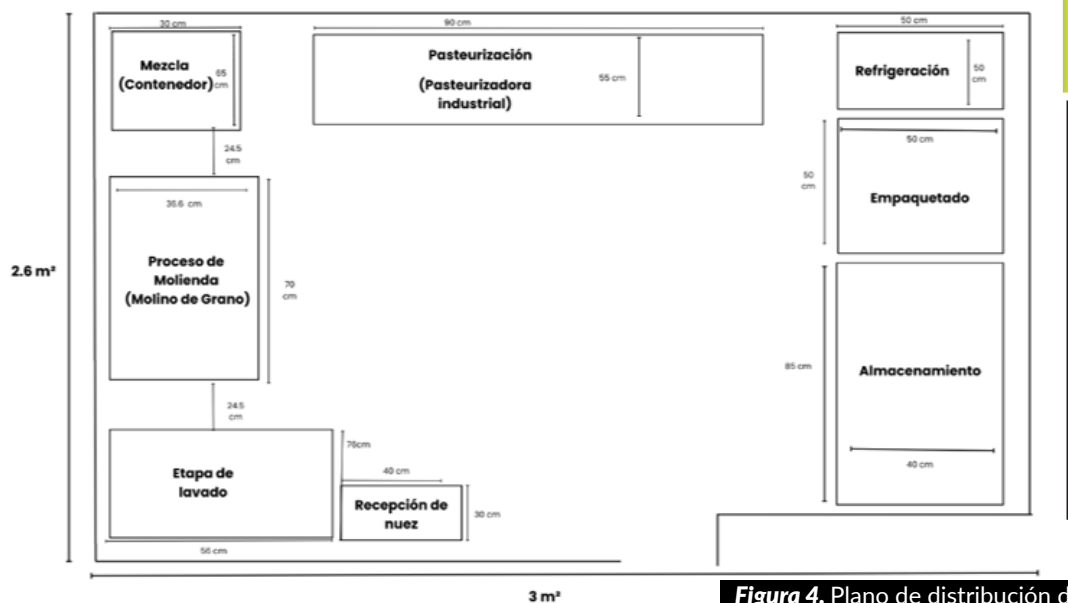


Figura 4. Plano de distribución de la Propuesta de maquinado

Tabla 1. Modelo de inversión - Maquinado

Producto	Descripción	Costo estimado
Pasteurizadora	Pasteurizadora industrial de 100 litros	\$ 35,000 MXN
Molino	Molino de acero inoxidable Nixtamal con motor 15 HP	\$ 9,500 MXN
Mejoras en las instalaciones	Renovaciones menores	\$ 2,500 MXN
Herramientas adicionales	Coladores, filtros, contenedores y demás utensilios	\$ 2,000 MXN
Total estimado de inversión		\$ 49,000 MXN

Figura 5. Inversión de la Propuesta de maquinado

Propuesta 2. La propuesta implementada en Yrisza consiste en un nuevo modelo de producción artesanal estructurado para horchata de nuez, el cual mejora el control operativo y reduce la dependencia externa. La Figura 6 presenta el diagrama de flujo del proceso artesanal. Cada paso fue prototipado considerando prácticas seguras, tiempos razonables y recursos disponibles, asegurando coherencia con los principios de eficiencia y orden.

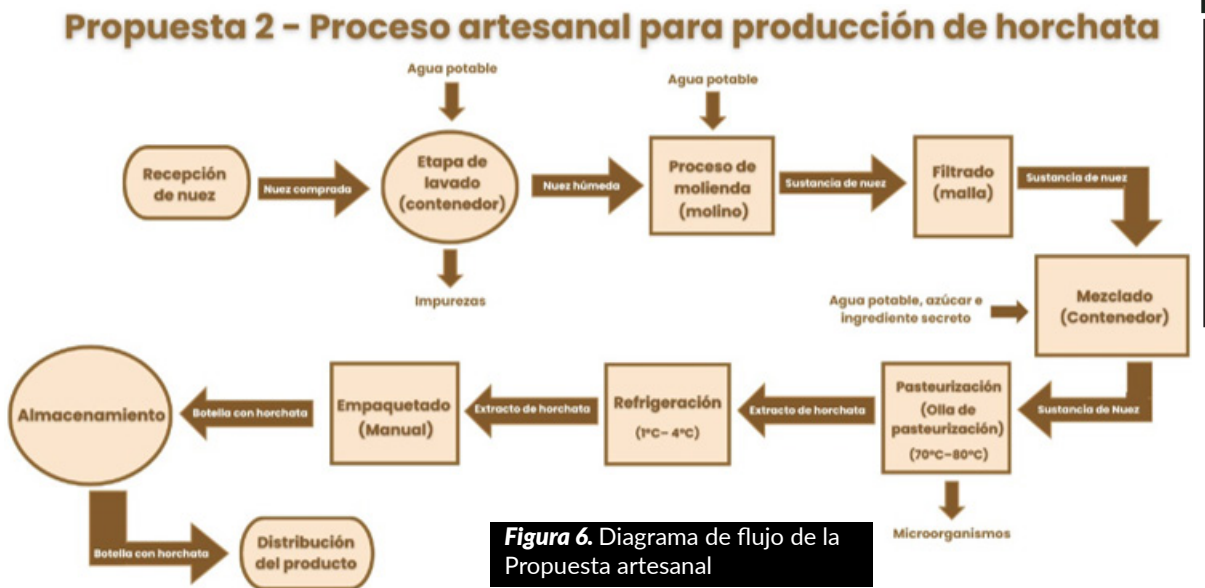
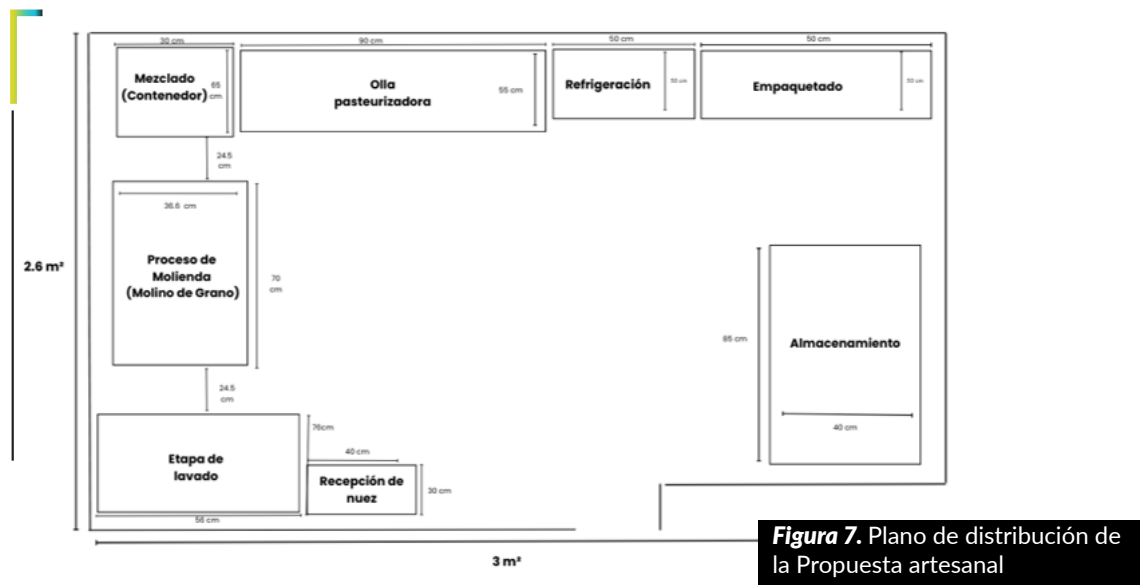


Figura 6. Diagrama de flujo de la Propuesta artesanal

La Figura 7 complementa la propuesta con un plano de distribución del espacio donde se lleva a cabo el proceso artesanal. Este diseño considera un flujo lineal que evita cruces entre materia prima y producto terminado, garantizando higiene y facilitando el seguimiento visual de las 5S, especialmente en aspectos de orden, limpieza y estandarización.



En cuanto a los recursos requeridos, la Figura 8 detalla una inversión inicial de \$17,830.56 MXN, que incluye utensilios clave, equipo menor, mobiliario y adecuaciones básicas del área. Esta opción representa una alternativa accesible y sostenible, ideal para iniciar operaciones sin comprometer la calidad del producto.

Figura 8. Inversión de la Propuesta artesanal

Tabla 2. Modelo de inversión - Artesanal

Producto	Descripción	Costo estimado
Pasteurizadora	Olla de acero inoxidable de 98 litros	\$ 3,830.56 MXN
Molino	Molino de acero inoxidable Nixtamal con motor 15 HP	\$ 9,500 MXN
Mejoras en las instalaciones	Renovaciones menores	\$ 2,500 MXN
Herramientas adicionales	Coladores, filtros, contenedores y demás utensilios	\$ 2,000 MXN
Total estimado de inversión		\$ 17,830.56 MXN

3. CONCLUSIONES

La propuesta de producción interna artesanal de horchata de nuez en Yrisza es una estrategia viable que permite reducir costos, mejorar el control de calidad y fortalecer la identidad artesanal. El modelo artesanal representa una solución inmediata y de bajo riesgo, mientras que el semi-industrial es una opción futura a medida que crezca la demanda. Aunque se cumplió la eficiencia al 20%, se recomienda estandarizar procesos, aplicar controles de calidad en puntos clave y reforzar la metodología 5S. Además, una comunicación continua con el equipo facilitará mejoras constantes y un entorno de trabajo más eficiente.

Referencias

1. Brown T (2009) Change by Design: How Design Thinking Creates New Alternatives for Business and Society. Harvard Business Press, USA.
2. Liedtka J, Ogilvie T (2011) Designing for Growth: A Design Thinking Toolkit for Managers. Columbia University Press, USA.
3. Gapp R, Fisher R, Kobayashi K (2008) Implementing 5S within a Japanese context: an integrated management system. *Management Decision* 46(4):565–579.
4. Silva FA, Almeida AT, Guimarães LG (2019) Aplicación de la metodología 5S en empresas alimentarias: mejoras en el ambiente de trabajo y reducción de pérdidas. *Revista de Gestión Industrial* 15(1):12–21.



Estandarización e implementación de un sistema de producción para un sustituto de queso en Grupo Noreña, utilizando diagramas de flujo, PQRST, SLP, ALDEP y CRAFT para mejorar la eficiencia y ampliar la línea de productos

Autores:

Gamboa Canto Jorge Carlos, Hernández Arceo Carlos Miguel, Cruz Morales Víctor, Vazquez Mayorga Vianney.

Correo de contacto:

jorge.gamboaca@anahuac.mx, victor.cruz@anahuac.mx, carlos.hernandez25@anahuac.mx

Palabras clave: Distribución de planta, diseño de procesos, manejo de materiales, optimización de costos.

Introducción.

Grupo Noreña se enfrenta a una creciente competencia en el sector de alimentos procesados, lo que desafía su liderazgo y limita su expansión en el mercado. Para hacer frente a este reto, este proyecto se enfoca en el diseño, documentación y optimización del proceso de producción para un nuevo sustituto de queso.

La estandarización de este proceso, permitirá a la empresa diversificar su oferta de productos y captar un nicho de mercado emergente. Además, se busca mejorar la eficiencia operativa aplicando metodologías de ingeniería como diagramas de flujo, análisis PQRST (Producto, Cantidad, Ruta, Servicios y Tiempo) y las técnicas SLP (Planeación Sistemática de la Distribución), ALDEP (Procedimiento de Diseño de Auto-Layout) y CRAFT (Técnica Computarizada de Asignación Relativa de Instalaciones) para la distribución de planta. Estas herramientas son fundamentales para

identificar cuellos de botella, minimizar tiempos muertos y optimizar el uso del espacio y los recursos.

El objetivo principal de este trabajo fue incrementar la capacidad productiva en un 15% en los primeros ocho meses. Esto se logró mediante la estandarización del proceso y la implementación de técnicas de mejora continua, asegurando así la consistencia, calidad y rentabilidad del nuevo producto.

Metodología.

Este estudio aplicó un enfoque de ingeniería industrial para optimizar el proceso productivo de un sustituto de queso. La metodología se ejecutó en dos fases: análisis del proceso y optimización de la distribución en planta (layout).

Inicialmente, se mapeó la línea de producción con diagramas de flujo para identificar operaciones sin valor agregado y establecer un proceso estandarizado, una técnica eficaz para detectar cuellos de botella y mejorar la comunicación (Libanio et al., 2013). A continuación, se implementó el análisis PQRST (Producto, Cantidad, Ruta, Servicios, Tiempo) para cuantificar los flujos de producción y definir los requerimientos del proceso, sentando las bases para el diseño del layout (Furterer & Kancharla).

Para la optimización de la distribución, se utilizó la Planeación Sistemática de la Distribución (SLP), elaborando un diagrama de relaciones (REL) para evaluar la proximidad necesaria entre áreas. A partir de este análisis, que busca minimizar las distancias de transporte (Erdiansyah & SZS, 2024), se generaron tres propuestas de distribución. Finalmente, estas propuestas se refinaron mediante los algoritmos ALDEP, para generar configuraciones iniciales basadas en la importancia de las relaciones, y CRAFT, para minimizar el costo de manejo de materiales mediante un proceso iterativo. La combinación de ALDEP y CRAFT es reconocida por su efectividad para reducir costos y mejorar la coherencia funcional del diseño (Deshpande et al., 2016).

Resultados y Discusión.
Análisis del Sistema y Estandarización del Proceso

La fase inicial implicó un análisis PQRST para definir las variables clave del sistema. Se caracterizó el producto como un sustituto de queso de 3 kg que requiere refrigeración, con una cantidad de producción estándar de 200-250 kg por ciclo de 3 horas (ver Fig. 1). La ruta del proceso se identificó como una secuencia lineal que avanza desde el almacén de materia prima hacia las áreas de mezclado y cocci3n, empaquetado y, finalmente, el almacén refrigerado de producto terminado. Como paso previo indispensable, el proceso fue estandarizado mediante diagramas de flujo y de operaciones (ver Fig. 2). Esta etapa fue fundamental para crear una base operativa consistente y fiable, sobre la cual se aplicaron las metodologías de diseño y optimización del layout.



Figura 1. Producción del sustituto de queso

Diseño Cualitativo y Cuantitativo del Layout

Para el diseño del layout, se aplicó inicialmente la metodología Systematic Layout Planning (SLP). Este enfoque cualitativo se centró en la relación de proximidad entre áreas funcionales para minimizar recorridos ineficientes (ver Fig. 3) La propuesta resultante (ver Fig. 4) reubicó estratégicamente el almacén de materia prima junto al área de mezclado y la estación de empaquetado contigua a la de maquinaria, mejorando así el flujo de materiales y la ergonomía del operario.

DISTANCIA EN METROS	TIEMPO EN MINUTOS	SÍMBOLOS	Cantidad	DESCRIPCION DEL PROCESO
12	5		1	Transferir la base y la grasa desde el almacén
17			1	Calentar la máquina a 60° C y agregar la grasa
2			2	Agregar 30 ml de colorante
5			3	Agregar 25 kg de la base
8			4	Agregar 50 L de agua
30			5	Esperar a que el queso se cueza y preparar los moldes
2			6	Agregar 10 gr de saborizante
2			1	Inspeccionar que el queso esté cocido
40			7	Llenar los 30 moldes con el queso
15			8	Colocarlos en el estante
360			1	Dejar reposar por 6 hrs
4	2		1	Colocar el estante en el cuarto frío

Figura 2. Mapa de procesos

Posteriormente, este diseño cualitativo se validó y refinó cuantitativamente. Se utilizó el algoritmo ALDEP (Automated Layout Design Program) para generar un diagrama de bloques inicial basado en los requerimientos de espacio y las relaciones de proximidad (ver Fig 5).

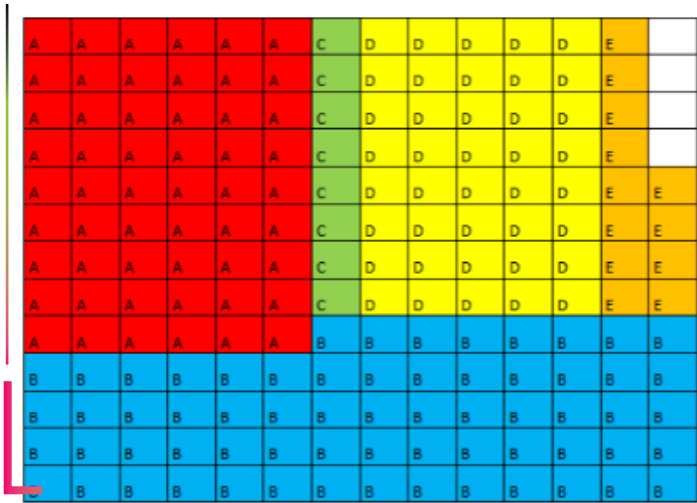


Figura 5. Diagrama de bloques

Este layout sirvió como base para el algoritmo CRAFT (Computerized Relative Allocation of Facilities Technique), el cual calculó el costo total de manejo de materiales a partir del flujo de materiales y las distancias entre los centroides de cada área.

Resultados de la Optimización

El análisis cuantitativo arrojó un costo total de movimiento de \$4,790.22 por cada lote de 200 kg de producto. Este resultado fue validado mediante un proceso iterativo, ejecutando el algoritmo CRAFT múltiples veces para asegurar que la solución final no representara un óptimo local. Dicha validación confirma que la distribución propuesta es la configuración más eficiente identificada, proporcionando una métrica robusta del éxito de la optimización.

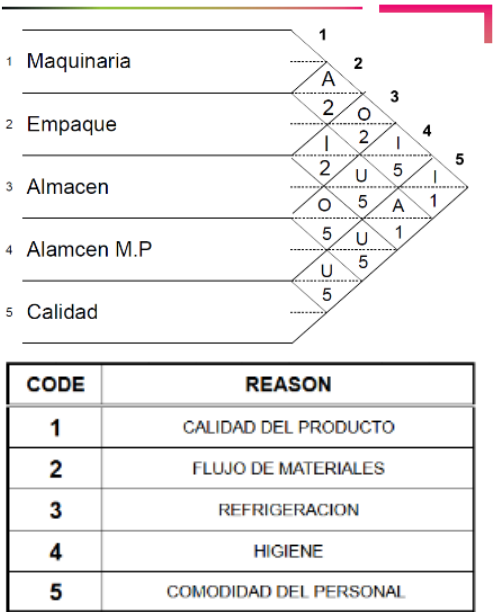


Figura 3. Diagrama de relaciones

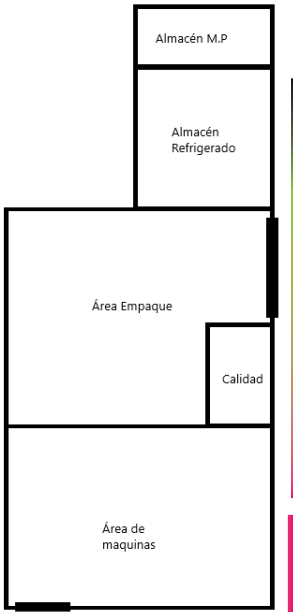


Figura 4. Layout propuesta final

Conclusiones.

La aplicación de las metodologías de ingeniería industrial permitieron optimizar el proceso productivo. La estandarización, mediante herramientas de mapeo y el análisis PQRST, eliminó actividades innecesarias y definió los requerimientos clave del sistema. Posteriormente, la Planeación Sistemática de la Distribución (SLP), junto con los algoritmos ALDEP y CRAFT, facilitó el diseño y la selección de un *layout* óptimo. La distribución final minimiza los costos de manejo de materiales, reduce los desplazamientos y asegura una mayor coherencia operativa, cumpliendo así con los objetivos de eficiencia del proyecto.

Agradecimientos.

Agradecemos a la Universidad Anáhuac Mayab por su respaldo académico y las facilidades otorgadas para este proyecto. A Grupo Noreña, por su confianza y por brindarnos acceso a sus instalaciones e información, elementos que fueron fundamentales para nuestros resultados. Extendemos un reconocimiento especial a los profesores Víctor Cruz Morales y Vianney Vázquez Mayorga, cuya guía y observaciones críticas fueron clave para la calidad técnica de este trabajo.

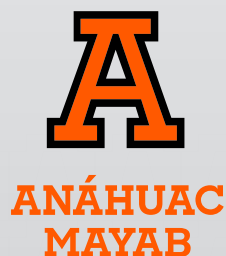
Referencias bibliográficas

- Deshpande, V. A., Patil, N. D., Baviskar, V., & Gandhi, J. (2016). Plant Layout Optimization using CRAFT and ALDEP Methodology. ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/318743771_Plant_Layout_Optimization_using_CRAFT_and_ALDEP_Methodology
- Erdiansyah, M. Y., & SZS, J. A. (2024). Redesign of Production Floor Layout Using Systematic Layout Planning (SLP) Method. International Journal of Economics Development Research, 5(2), 1567–1580. <https://journal.yrpiiku.com/index.php/ijedr/article/view/5384>
- Furterer, S., & Kancharla, P. (2021). Applying lean six sigma and systematic layout planning to improve patient transportation equipment storage in an acute care hospital. Purdue e-Pubs. <https://docs.lib.purdue.edu/iclss/2021/hl/1/>
- Grant, M. (2020, 27 de agosto). Standardization. Investopedia. <https://www.investopedia.com/terms/s/standardization.asp>
- Libanio, C. D. S., De Souza, L. V. M., Migowski, S. A., & Duarte, F. D. (2013, junio). Visual management in manufacturing companies: Case study in Brazilian market [Ponencia]. International Conference on Industrial Engineering and Operations Management, Valladolid, España. https://www.researchgate.net/publication/281376696_Visual_management_in_manufacturing_companies_Case_study_in_Brazilian_market



gaceta

Órgano Oficial de Divulgación del Sistema de Investigación, Innovación
y Desarrollo Tecnológico del Estado de Yucatán



ESCUELA
NACIONAL DE
ESTUDIOS
SUPERIORES
UNIDAD MÉRIDA



*Un agradecimiento especial a las instituciones
participantes en esta edición*



RENACIMIENTO MAYA
YUCATÁN
GOBIERNO DEL ESTADO | 2024 ♦ 2030

SECIHTI
SECRETARÍA DE CIENCIA,
HUMANIDADES, TECNOLOGÍA
E INNOVACIÓN

Contáctanos: gaceta.siidetey@gmail.com | www.siidetey.org



RENACIMIENTO MAYA
YUCATÁN
GOBIERNO DEL ESTADO | 2024 ♦ 2030

SECIHTI

SECRETARÍA DE CIENCIA,
HUMANIDADES, TECNOLOGÍA
E INNOVACIÓN



SIIDETEY



Parque Científico y
Tecnológico de Yucatán