

REVISTA SPAUACH

ACADEMIA VITALIS

Año 9, no 11. Julio-diciembre de 2025

Potencial de la hidroponía simplificada en Chihuahua

pag. 70

¿Son los biocombustibles la solución hacia un planeta sostenible?

pag. 13

Medios de comunicación off line Vs. medios on line: exclusión o integración mercadotécnica

pag. 47



Comité editorial

Director
Rubén Torres Medina

Editor
Tomás Uziel Salas Hernández

Consejo Editorial
Silvia Amanda García Muñoz
Edgar Rascón Nuñez
Rubén Borunda Escobedo
Heriberto Ramírez
Antonio Ornelas

Diseño Editorial
Oscar Hernández Estrada
Tomás Uziel Salas Hernández

Corrector de estilo
Oscar Hernández Estrada

DERECHOS DE AUTOR y DERECHOS CONEXOS, año 9 número 11, julio-diciembre 2025. Es una publicación editada por el Sindicato del Personal Académico de la Universidad Autónoma de Chihuahua. Circuito Universitario S/N Campus 1, Magisterial C. P. 31200 Chihuahua, Chihuahua. Director: Rubén Torres Medina. Editor Responsable. Tomás Uziel Salas Hernández. Reserva de derechos al uso exclusivo No. 04-2023-030717380700-102, ISSN 2992-8133. Otorgado por el Instituto Nacional de Derechos de Autor. Última actualización 22 de diciembre de 2025. Los manuscritos publicados en esta revista reflejan exclusivamente la opinión de los autores.

Índice

- | | |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5 | Biocostras: protectoras naturales del suelo frente a la desertificación |
| 13 | ¿Son los biocombustibles la solución hacia un planeta sostenible? |
| 24 | Capacitación y divulgación tecnológica agropecuaria y agroindustrial en la región centro-sur de Chihuahua |
| 35 | Consumo, confianza y percepción de los medios de comunicación y redes sociales en Chihuahua: un análisis cuantitativo de hábitos informativos |
| 47 | Medios de comunicación off line vs. medios on line: exclusión o integración mercadotécnica |
| 55 | Viabilidad económica de la producción de chile de árbol deshidratado en una zona rural de Chihuahua |
| 62 | Importancia medicinal de las semillas de flamboyán (<i>Delonix regia</i> (Bojer ex Hook.) Raf.): una revisión |

70

Potencial de la hidroponía simplificada en Chihuahua

78

Más allá del lucro: La Revolución Humanista como modelo estratégico para las Empresas del Siglo XXI

87

Más allá del alivio muscular: Masoterapia como herramienta integral contra el estrés crónico

95

Filtros lentos de arena: una buena opción para disminuir contaminantes microbiológicos en agua

Biocostras: protectoras naturales del suelo frente a la desertificación

Resumen

Las biocostras del suelo son comunidades vivas formadas por organismos como cianobacterias, algas, bacterias heterótrofas, arqueas, hongos, líquenes y musgos que cubren la superficie del suelo en zonas áridas y semiáridas. Aunque a simple vista parezca únicamente una costra sobre el suelo sin mayor función, en realidad son comunidades vivas que protegen el suelo de la erosión, conservan la humedad, retienen nutrientes, fijan nitrógeno atmosférico y capturan carbono para transformarlo en materia orgánica. Gracias a estas funciones, las biocostras son fundamentales para mantener la salud del suelo y permitir que otras formas de vida se desarrolleen. Sin embargo, estas comunidades son extremadamente frágiles, una simple pisada, el rodamiento de una bicicleta o el paso del ganado pueden destruir en segundos lo que tomó décadas en formarse. A ello se suman amenazas como el pastoreo intensivo, la expansión urbana y el turismo sin regulación, que junto con los efectos del cambio climático están acelerando su deterioro. Actualmente, la investigación científica explora el potencial biotecnológico de las biocostras para restaurar suelos degradados. En algunos estudios, estas comunidades microbianas se cultivan en condiciones controladas y luego se trasladan al campo para favorecer la recuperación del terreno. Proteger y aprovechar el potencial ecológico de las biocostras resulta fundamental para combatir la desertificación y preservar la salud de los ecosistemas áridos.

Palabras clave: Biocstra, zonas áridas, restauración ecológica, cambio climático.

Introducción

Cuando caminamos por zonas áridas o desérticas, muchas veces observamos el suelo agrietado, rocoso o cubierto por una capa endurecida cuyos colores pueden variar desde tonos claros hasta oscuros. A simple vista puede parecer solo suelo compacto y seco, pero esa delgada capa esconde un ecosistema vivo: la costra biológica del suelo, o también llamada biocstra. Se trata de una comunidad formada por distintos organismos como cianobacterias, algas, bacterias heterótrofas, arqueas, hongos, líquenes y musgos que se organizan sobre la superficie

Zilia Yanira Muñoz-Ramírez¹.

Román González-Escobedo².

- (1) Facultad de Ciencias Químicas
- (2) Facultad de Zootecnia y Ecología

Universidad Autónoma de Chihuahua

Recibido: 10 de agosto de 2025

Aceptado: 10 de septiembre de 2025

del suelo y cumplen funciones fundamentales para su protección y fertilidad (Garcia-Pichel, 2023).

Durante mucho tiempo, las biocostras fueron ignoradas por la ciencia y por la mayoría de las personas que transitan los desiertos, pues su apariencia discreta las hacía pasar desapercibidas. Sin embargo, las biocostras constituyen un componente esencial, ya que aportan significativamente a la fertilidad y estabilidad del suelo. Su presencia ayuda a mantener procesos ecológicos fundamentales en ambientes donde pocas formas de vida pueden prosperar. Frente a escenarios futuros de cambio climático, en los que se prevé una modificación en los patrones de precipitación, el papel de las biocostras se vuelve aún más relevante, pues podrían amortiguar los efectos del deterioro del suelo y contribuir a la resiliencia de los ecosistemas áridos y semiáridos (Belnap *et al.*, 2004).

Desarrollo

¿Qué es una biocosta?

La palabra “biocosta” se refiere a una capa delgada y compacta que se forma en la superficie del suelo gracias a la actividad de organismos vivos

(Figura 1). A diferencia de una costra mineral, la biocosta está compuesta por seres vivos microscópicos y macroscópicos que crean una estructura que protege el suelo y favorece su estabilidad. Esta estructura no solo depende de la presencia de los organismos, sino también de las sustancias que secretan, como los exopolisacáridos, compuestos extracelulares que contribuyen a la adhesión de las partículas del suelo y al mantenimiento de la integridad física de la biocosta.

Destacan las cianobacterias por su capacidad para realizar fotosíntesis y fijar nitrógeno, acompañadas de



Figura 1. Biocosta del suelo.

otros microorganismos y organismos fotosintéticos que conforman la biocostra, los cuales se entrelazan formando una red que fija las partículas del suelo, reduce la erosión y permite que el agua se infiltre más lentamente (Weber *et al.*, 2022). Un ejemplo representativo es *Microcoleus vaginatus*, una cianobacteria filamentosa dominante en biocostras de zonas áridas, cuyas filamentos se entrelazan y secretan exopolisacáridos que actúan como una matriz cohesiva. Esta estructura permite cementar las partículas del suelo, formar biopelículas estables y conservar la humedad en ambientes desérticos (Lan *et al.*, 2017).

¿Dónde se encuentran las biocostras?

Las biocostras son frecuentes en regiones áridas y semiáridas del planeta, caracterizadas por escasa vegetación, temperaturas extremas, prolongados períodos de sequía y suelos pobres en materia orgánica. Se han documentado en diversos desiertos de América, incluido el Desierto Chihuahuense, así como en extensas áreas de Australia, regiones secas del norte de África y amplias zonas de Asia Central (Gufwan *et al.*, 2025). En el caso de México, las biocostras tienen una presencia notable en el centro-norte del país, especialmente en el Desierto Chihuahuense, una de las ecorregiones más extensas y biodiversas de América del Norte (Sosa-Quintero *et al.*, 2022). Esta región alberga una rica variedad de plantas y animales adaptados a condiciones extremas, y las biocostras forman parte fundamental del equilibrio ecológico que permite su existencia. También se han observado en zonas altas de clima seco, en pastizales abiertos, laderas rocosas y suelos volcánicos con escasa cobertura vegetal.

Las biocostras se desarrollan principalmente en suelos desnudos o poco alterados, donde no hay cobertura vegetal densa, lo cual les permite captar la luz solar y expandirse. Su presencia indica que el ecosistema conserva cierta estabilidad y funcionalidad, y que los procesos naturales del suelo siguen operando, aunque de forma lenta. En cambio, su ausencia o destrucción puede ser señal de degradación severa del suelo, como ocurre en sitios erosionados o con compactación extrema por actividades humanas (Márquez-Godoy & González-Escobedo, 2022).

¿Por qué son importantes?

A pesar de su apariencia discreta y de pasar inadvertidas para la mayoría de las personas, las biocostras del suelo cumplen funciones ecológicas fundamentales que benefician tanto al

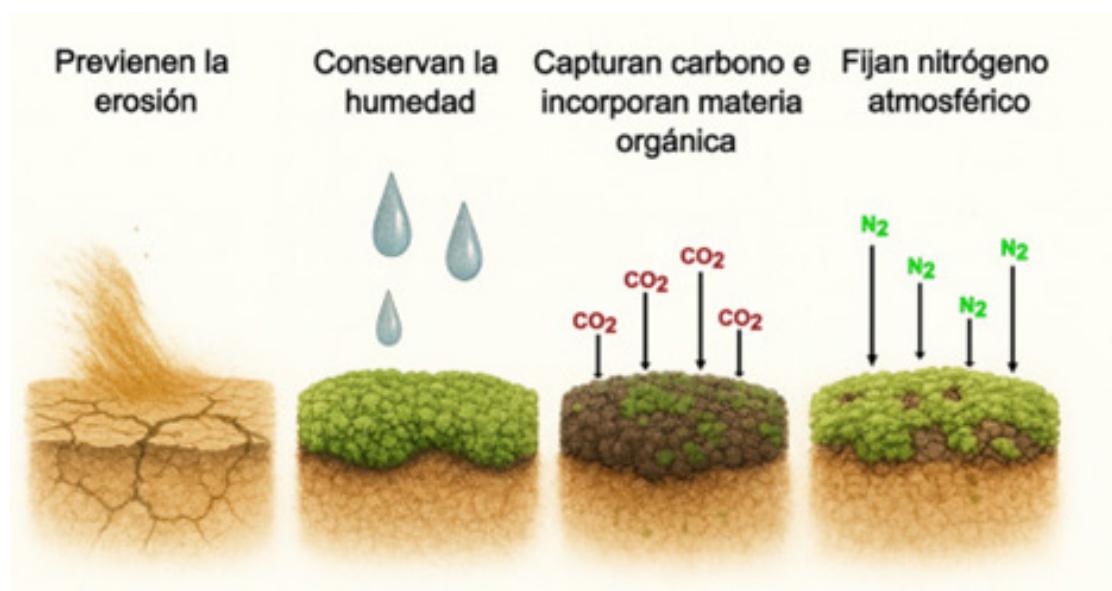


Figura 2. Algunas de las funciones ecológicas de la biocota del suelo.

suelo como a los ecosistemas que dependen de él (Figura 2). Entre sus funciones más destacadas se encuentra la protección contra la erosión. Al formar una capa compacta y cohesiva sobre la superficie del suelo, las biocostras ayudan a que el viento y el agua no arrastren las partículas del suelo y la materia orgánica. Esto es especialmente importante en regiones áridas, donde el suelo es suelto y más vulnerable al desgaste. Gracias a esta función, las biocostras contribuyen a conservar la estructura del suelo y a prevenir la pérdida de nutrientes (Caster *et al.*, 2021).

Otra función vital es la retención de humedad. Aunque el ambiente pueda ser seco, las biocostras logran absorber agua durante las lluvias y conservarla por más tiempo, reduciendo su evaporación. Esto crea microambientes más favorables para otros organismos, como semillas y plántulas, que de otro modo no podrían sobrevivir en condiciones tan extremas. Además, muchas biocostras participan en la fijación de nitrógeno atmosférico, especialmente aquellas que contienen cianobacterias. Este proceso permite transformar el nitrógeno del aire en formas que pueden ser utilizadas por las plantas, enriqueciendo así el suelo sin necesidad de fertilizantes comerciales.

Las biocostras también actúan como una especie de “pioneras” ecológicas. Al mejorar las condiciones del suelo, lo hacen más apto para que otras especies se establezcan, como plantas vasculares y microorganismos benéficos. En este sentido, facilitan la sucesión ecológica y promueven la recuperación natural de los ecosistemas (Gall *et al.*, 2022). Finalmente, cabe destacar su contribución a la captura de carbono. Al realizar fotosíntesis, algunas de las especies que integran las biocostras ayudan

a retirar dióxido de carbono de la atmósfera y lo incorporan a la materia orgánica del suelo. Esto convierte a las biocostras en pequeños pero efectivos sumideros de carbono, con un papel potencial en la mitigación del cambio climático (Shi *et al.*, 2025).

Una comunidad frágil y vulnerable

A pesar de su enorme valor ecológico, las biocostras del suelo son extremadamente frágiles. A diferencia de otras formas de vida que pueden regenerarse con rapidez, estas comunidades se desarrollan muy lentamente. Un solo paso de una persona, el rodamiento de una bicicleta o el peso de un automóvil pueden destruir una biocota que tardó entre 10 y 50 años en consolidarse. Cuando se dañan, su recuperación no es inmediata, puede tomar varias décadas para que vuelvan a formarse en las mismas condiciones.

En los últimos años, las actividades como el pastoreo intensivo, la expansión urbana, la agricultura mecanizada, la construcción de caminos y el turismo no regulado han contribuido significativamente a su deterioro. Incluso prácticas que parecen inofensivas, como caminar fuera de senderos marcados en áreas naturales, pueden fragmentar y erosionar estas comunidades sin que el impacto sea visible de inmediato. El cambio climático agrava aún más la situación. El aumento sostenido de las temperaturas, la reducción de las lluvias y la mayor frecuencia de eventos extremos,

como sequías prolongadas, dificultan tanto la formación de nuevas biocostras como la permanencia de las ya existentes, lo que las hace menos funcionales y más propensas a desaparecer (Jiang *et al.*, 2025). Por estas razones, conservar las biocostras no solo implica proteger un componente invisible del paisaje, sino también preservar una pieza clave en la salud de los suelos y en la resiliencia de los ecosistemas áridos frente al deterioro ambiental.



Figura 3. El turismo no regulado es una de las causas de destrucción de las biocostras.

Biocostras y restauración ecológica

En años recientes, los investigadores han comenzado a reconocer el enorme potencial de las biocostras como aliadas en la recuperación de suelos degradados. Gracias a sus funciones ecológicas, las biocostras pueden ser utilizadas para reactivar ecosistemas dañados de forma natural, eficiente y sostenible (Malešević *et al.*, 2024). Incluso, en algunas regiones del mundo, estas comunidades se han cultivado en condiciones controladas, como invernaderos o laboratorios, para luego ser aplicadas directamente en el campo. Esto permite acelerar la colonización de suelos erosionados o perturbados, evitando que el viento o el agua arrastren los nutrientes y facilitando el establecimiento de otras formas de vida, como plantas nativas. Esta técnica, conocida como inoculación de biocostras, se ha convertido en una herramienta prometedora para proyectos de restauración ecológica (Roncero-Ramos *et al.*, 2022).

A diferencia de enfoques más costosos o invasivos, la restauración basada en biocostras aprovecha los propios procesos del ecosistema, promoviendo la regeneración desde abajo y respetando las condiciones locales. Es una estrategia particularmente útil en zonas áridas y semiáridas, donde las condiciones climáticas extremas limitan el uso de vegetación densa o infraestructura pesada. En el Norte de México, donde vastas extensiones del territorio están expuestas a la desertificación, la pérdida de cobertura vegetal y el sobrepastoreo, el uso de biocostras representa una alternativa real para mitigar el deterioro del suelo. Su implementación en programas de conservación, revegetación o manejo de áreas naturales protegidas podría ser clave para restaurar la funcionalidad ecológica y mejorar la resiliencia del ecosistema frente al cambio climático.

Conclusión

Las biocostras del suelo, aunque poco visibles, cumplen funciones ecológicas clave para el mantenimiento y la regeneración de ecosistemas áridos y semiáridos. Cumplen un papel en la protección contra la erosión, la retención de humedad y de nutrientes, la fijación de nitrógeno atmosférico y la captura de carbono, facilitando la sucesión ecológica. Los diversos organismos que componen la comunidad de las biocostras no solo contribuyen a mantener la estructura y fertilidad del suelo, sino que también ofrecen una alternativa sustentable para enfrentar problemáticas urgentes como la desertificación, el cambio climático y la degradación ambiental. Las implicaciones de conocer y conservar las biocostras son profundas. Su fragilidad frente al tránsito humano, al sobrepastoreo, a las actividades

agrícolas y al turismo no regulado exige una gestión más cuidadosa del territorio, especialmente en regiones como el Norte de México, donde vastas superficies enfrentan procesos de deterioro acelerado. En un mundo que enfrenta cada vez más presiones sobre sus recursos naturales, reconocer el valor de las biocostras es una invitación a mirar el suelo con otros ojos. Lo que parece una simple costra sobre el suelo es, en realidad, una comunidad viva que sostiene la base misma de los ecosistemas. Conservarlas no es solo una tarea científica, sino también una responsabilidad social y ambiental que nos involucra a todos.

Agradecimientos

Agradecemos a la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI) por el apoyo otorgado para el proyecto de Ciencia Básica y de Frontera 2025 “Diversidad, Funcionalidad y Ensamblaje de Comunidades Sintéticas de Biocostras del Desierto Chihuahuense para el Control de la Degradación y la Restauración de Suelos” (Clave CBF-2025-I-1208).

Referencias

- Belnap, J., Phillips, S. L., & Miller, M. E. (2004). Response of desert biological soil crusts to alterations in precipitation frequency. *Oecologia*, 141(2), 306-316. <https://doi.org/10.1007/s00442-003-1438-6>
- Caster, J., Sankey, T. T., Sankey, J. B., Bowker, M. A., Buscombe, D., Duniway, M. C., Bar-ger, N., Faist, A. & Joyal, T. (2021). Biocrust and the soil surface: influence of climate, disturbance, and biocrust recovery on soil surface roughness. *Geoderma*, 403, 115369. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2021.115369>
- Gall, C., Nebel, M., Quandt, D., Scholten, T., & Seitz, S. (2022). Pioneer biocrust communities prevent soil erosion in temperate forests after disturbances. *Biogeosciences*, 19(13), 3225-3245. <https://doi.org/10.5194/bg-19-3225-2022>
- Garcia-Pichel, F. (2023). The microbiology of biological soil crusts. *Annual Review of Microbiology*, 77(1), 149-171. <https://doi.org/10.1146/annurev-micro-032521-015202>
- Gufwan, L. A., Peng, L., Gufwan, N. M., Lan, S., & Wu, L. (2025). Enhancing soil health through biocrusts: a microbial ecosystem approach for degradation control and restoration. *Microbial Ecology*, 88(1), 1-26. <https://doi.org/10.1007/s00248-025-02504-5>
- Jiang, H., Ye, Q., Wang, S., Yang, L., Ma, Y., Qi, Y., Luo, H., Zhou, Z., Chang, Q., Ma, L., Wang, H., Zhao, C., & Chen, N. (2025). Response patterns of three types of biocrust to reduced rainfall. *Ecosystem Health and Sustainability*, 11, 0316. <https://doi.org/10.34133/ehs.0316>

- Lan, S., Wu, L., Yang, H., Zhang, D., & Hu, C. (2017). A new biofilm based microalgal cul-tivation approach on shifting sand surface for desert cyanobacterium *Microcoleus vaginatus*. *Bio-resource technology*, 238, 602-608. <https://doi.org/10.1007/s00442-003-1438-6>
- Malešević, T. P., Meriluoto, J., Mihalj, I., Važić, T., Marković, R., Jurca, T., Codd, G. A., & Svirčev, Z. (2024). Restoration of damaged drylands through acceleration of biocrust development. *Catena*, 244, 108265. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2024.108265>
- Márquez-Godoy, J. N., & González-Escobedo, R. (2022). Tecnologías ómicas para la ex-ploración de la biocrosta del suelo. *Terra Latinoamericana*, 40. <https://doi.org/10.28940/terra.v40i0.1062>
- Roncero-Ramos, B., Roman, J. R., Acien, G., & Canton, Y. (2022). Towards large scale biocrust restoration: producing an effi-cient and low-cost inoculum of N-fixing cyano-bacteria. *Science of the Total Environment*, 848, 157704. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.157704>
- Shi, J., Tao, J., Peng, Y., Wang, J., & Wang, X. (2025). Biocrusts be-nefit soil carbon sequestration via increasing the stability of soil dissolved organic carbon in dryland ecosys-tem. *Journal of Environmental Management*, 375, 124304. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2025.124304>
- Sosa-Quintero, J., Godínez-Alvarez, H., Camargo-Ricalde, S. L., Gutiérrez-Gutiérrez, M., Huber-Sannwald, E., Jiménez-Agui-lar, A., Maya-Delgado, Y., Mendoza-Aguilar, D., Mon-taño, N. M., Pando-Moreno, M., & Rivera-Aguilar, V. (2022). Biocrusts in Mexican deserts and semideserts: a review of their species composition, ecology, and ecosystem fun-ction. *Journal of Arid Environments*, 199, 104712. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2022.104712>
- Weber, B., Belnap, J., Büdel, B., Antoninka, A. J., Barger, N. N., Chaudhary, V. B., Darrou-zet-Nardi, A., Eldridge, D. J., Faist, A. M., Ferrenberg, S., Havrilla, C. A., Huber-Sannwald, E., Malam Issa, O., Maestre, F. T., Reed, S. C., Rodriguez-Caba-llo, E., Tucker, C., Young, K. E., Zhang, Y., Zhao, Y., Zhou, X., & Bowker, M. A. (2022). What is a biocrust? a refined, contemporary definition for a broadening research com-munity. *Biological Reviews*, 97(5), 1768-1785. <https://doi.org/10.1111/brv.12862>

¿Son los biocombustibles la solución hacia un planeta sostenible?

Resumen

Los biocombustibles son energías renovables obtenidas de materia orgánica que pueden ser utilizados para reemplazar a los combustibles fósiles en la producción de energía y transporte. Su importancia radica en que contribuyen a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y favorecen la diversificación energética, aunque su desarrollo también plantea retos como el uso intensivo de tierras agrícolas y posibles impactos ambientales dependiendo de la generación del biocombustible. Sin embargo, representa una alternativa clave dentro de la transición hacia fuentes de energías más limpias y sostenibles, por lo que el propósito de este escrito es dar a conocer qué son los biocombustibles, sus beneficios y desafíos, así como la relevancia como alternativa sostenible frente a los combustibles fósiles. La metodología se basó en la revisión bibliográfica de informes internacionales, artículos científicos y documentos oficiales relacionados con el tema. La información se organizó y se sintetizó privilegiando un lenguaje accesible y la inclusión de datos actuales.

**Lorenza Esther
Martínez Escudero.
Elizabeth Villalobos
Pérez.
Angélica Anahí
Acevedo Barrera.**

**Universidad
Autónoma de
Chihuahua**

**Recibido: 15 de
septiembre de 2025**

**Aceptado: 12 de
noviembre de 2025**

Introducción

El medio ambiente comenzó a ser importante a nivel mundial en 1972, a partir de La Conferencia de las Naciones Unidas (ONU) sobre el Medio Humano, en donde se adoptaron una serie de principios para la gestión racional y se colocó al medio ambiente en el primer plano de las preocupaciones internacionales y representó el comienzo de un diálogo entre las naciones industrializadas y en desarrollo acerca de la relación entre el crecimiento económico, la contaminación del aire, el agua y los océanos, así como en el bienestar global de la población. En 2002, en la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible se reconoció la necesidad de promover el uso de energías renovables y se señaló el papel de los biocombustibles como parte de una matriz energética más sostenible (ONU, 2002). El uso de biocombustibles se inició a finales del siglo XIX y principios del XX, sin embargo, esto no prosperó debido a los elevados costos de la materia prima, almacenamiento y transporte, y, por otro lado, se dio inicio al uso del petróleo a un costo mucho menor y con otras importantes ventajas. Posteriormente llegó

la preocupación por el cambio climático aunado a un declive en la capacidad de extracción de los pozos y como consecuencia la caída de la producción, factores que han inducido a la búsqueda de nuevas alternativas energéticas (Cuevas-García y Nava, 2023; Ferrari, 2013). Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés) el biocombustible es el combustible o recurso energético producido directa o indirectamente a partir de material de origen biológico, es decir producido por los seres vivos. La biomasa es procesada de tal manera que da lugar a la liberación de la energía contenida en sus componentes mediante una reacción de combustión, dando lugar a diversos tipos de biocombustibles. Se han implementado diversas modalidades operativas de bioprocessos fermentativos a partir de fuentes renovables, de residuos alimenticios ricos en almidones y azúcares, alimentos caducados, microorganismos e incluso la utilización de insectos (Raksasat *et al*, 2020; Busic *et al*, 2018).

Clasificación de los biocombustibles

De primera generación. Se derivan de materia prima de plantas con un alto contenido de almidón y azúcares como por ejemplo maíz, caña de azúcar, etc., grasas animales y plantas con semillas con alto contenido de aceites (oleaginosas) (Toalombo *et al*, 2022; Bolaños, 2021). La tecnología utilizada para su obtención es sencilla, económica y de fácil acceso, como es la fermentación de azúcares y carbohidratos, (Lee y Lavoie 2013; Cuevas-García y Nava 2023) de donde se obtiene metanol, etanol, y n-butanol, siendo el etanol el primer biocombustible producido a escala industrial (Serna *et al*, 2011). Por otro lado, la materia prima para la obtención del biodiésel, el cual también se produce a escala industrial, son los cultivos de aceite vegetal comestible (soja, coco, girasol, etc.), o las grasas animales, sin embargo, su eficiencia energética actualmente no es económicamente viable (Torrentes, 2021). En el caso del biogás, éste puede producirse a partir de estiércol e incluso sargazo como materia prima, mediante procesos de digestión anaerobia llevados a cabo por consorcios microbianos en biodigestores (Cuevas-García y Nava 2023; Bolaños, 2021).

De segunda generación. A diferencia de los anteriores, los cuales son producidos a partir de materias primas alimentarias, estos son producidos a partir de una amplia gama de diferentes materias primas, especialmente lignocelulosa (Torrentes, 2021), astillas de madera o aserrín; residuos agrícolas, forestales o sólidos municipales (Lee y Lavoie, 2013). La trans-

formación de biomasa en energía para la obtención de estos biocombustibles requiere de costosas tecnologías, además de la utilización de enzimas especiales, lo que hace que su costo sea elevado, por lo que su producción a gran escala se encuentra limitada. (Torrentes, 2021; Toalombo *et al.*, 2022). Las ventajas que representan estos biocombustibles es que no compiten con los cultivos fuentes de alimento, además el cultivo de oleaginosas requiere menor superficie de siembra; (Atabani *et al.*, 2013).

De tercera generación. Estos biocombustibles son obtenidos mediante el cultivo de distintas especies de microalgas, con las cuales se logra producir mayor cantidad de aceite para la producción de biodiésel, que, con los cultivos mencionados anteriormente, de hasta 25 veces más que el que produce un cultivo tradicional (Bolaños, 2021). Las microalgas tienen la ventaja de que pueden crecer en diferentes tipos de agua, su crecimiento es rápido y poseen un elevado potencial energético dentro de sus componentes químicos, por lo que, mediante diferentes procesos permite la obtención de distintos tipos de biocombustibles (Figura 1). Sin embargo, el inconveniente del uso de algas para la producción de biocombustible, es que presenta emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) mayores o iguales a la de los combustibles fósiles (Jeswani *et al.*, 2020).

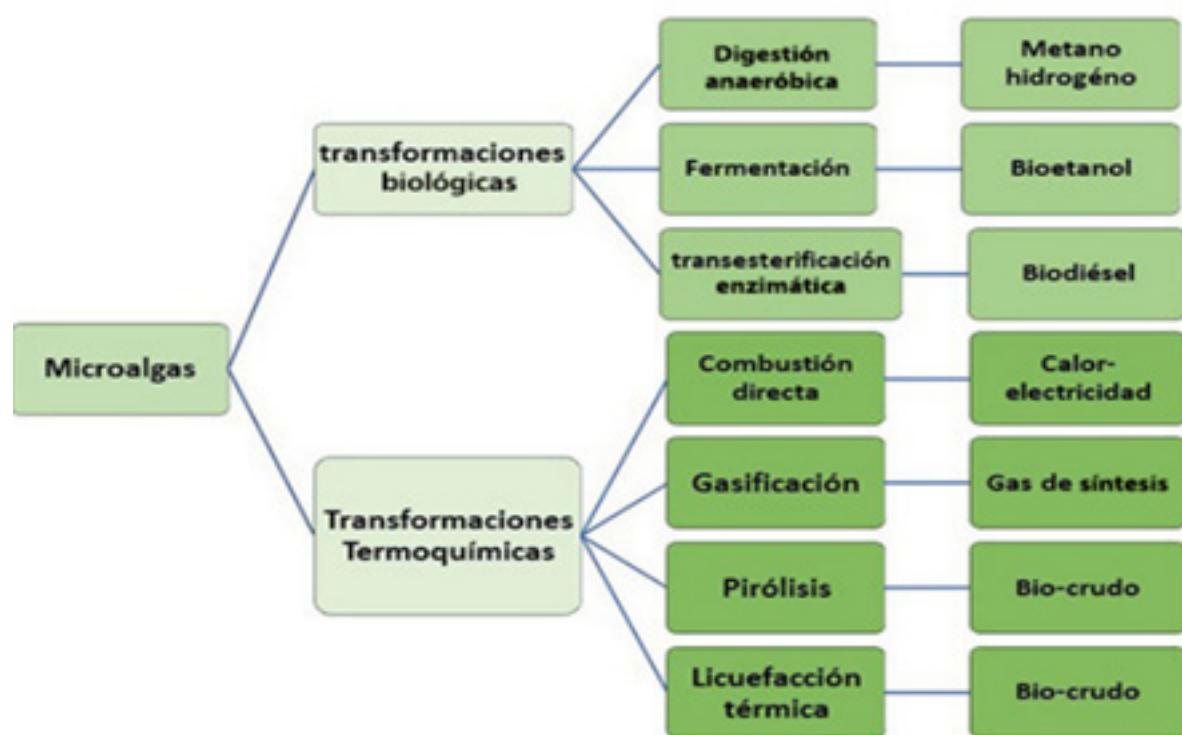


Figura 1. Obtención de biocombustibles utilizando microalgas.
Fuente: Esquema realizado tomando como base el trabajo de Naik *et al.* (2010), (Citado por Cuevas-García y Nava, 2023)

Por otro lado, también se pueden utilizar como materia prima, árboles, plantas de crecimiento rápido y pastos perennes, que, al igual que las algas poseen un elevado potencial energético (Serna *et al.*, 2011; Rizza *et al.*, 2017; Toalombo *et al.*, 2022; Cuevas-García y Nava, 2023).

De cuarta generación. Se producen a partir de bacterias o plantas genéticamente modificadas que consumen el CO₂ (dióxido de carbono) de la atmósfera, para la obtención de los biocombustibles. Esta generación de biocombustibles no se encuentra totalmente en desarrollo por lo que solo un reducido número de empresas desarrolla esta tecnología, enfocándose en la creación de prototipos de microorganismos con la capacidad de generar combustibles de forma directa a partir del dióxido de carbono (Torrentes, 2021; Hilbert, 2025).

De quinta generación. Estos se encuentran en fase experimental, su objetivo es automatizar y optimizar la producción, con la finalidad de disminuir costos tanto económicos como

energéticos. Esta tecnología está basada en inteligencia artificial, robótica y nanotecnología, incorporando además la biología sintética, en donde se emplea hidrógeno de origen renovable y CO₂, para producir biocombustibles sintéticos con cero emisiones netas (Gorry *et al.*, 2025; Hilbert 2025).

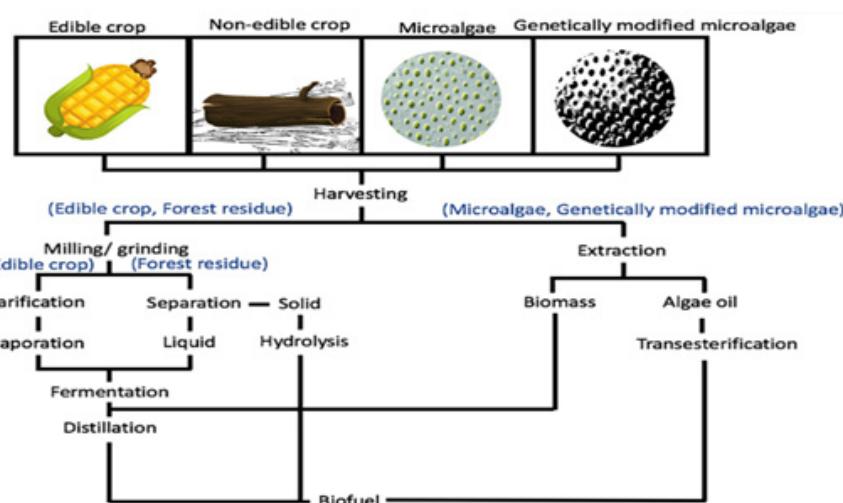
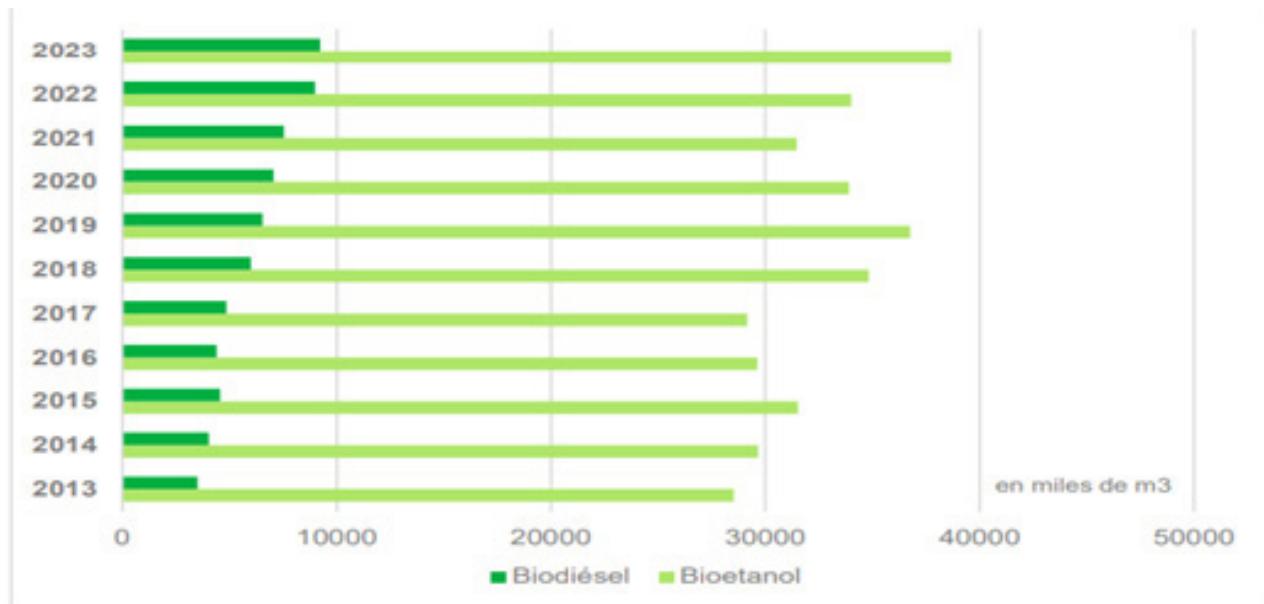


Figura 2. Proceso de producción de biocombustible por generación. Fuente: Mat *et al.*, 2020.

Producción de biocombustibles a nivel mundial.

El 80% de la energía utilizada en el mundo proviene de los combustibles fósiles, y es utilizado también en un 67% para producir electricidad. El primer país que dio inicio con la producción de etanol, fue Brasil en los años 70's, debido a una crisis petrolera se estimuló al país a desarrollar combustibles alternativos. Actualmente Brasil es el segundo principal productor mundial de bioetanol, alcanzando una producción de 6 millones de m³ en el año 2023. Hoy en día, en América Latina, hay siete países productores de bioetanol y cinco productores de biodiésel, y como se observa en la figura 3, la producción de ambos biocombustibles, se ha ido incrementando año con

año (Toalombo *et al.*, 2022; ARIAE, 2024; Ruiz y Sirot, 2025). En América del Norte, Estados Unidos tiene la mayor participación, con la mitad de la producción mundial de biocombustibles con un 43.5% (Paredes-Cervantes, *et al.*, 2020). En relación a la Unión Europea, Países Bajos, Francia y Alemania tienen la mayor producción, mientras que los países asiáticos Indonesia tiene la mayor aportación, seguido de China, En relación al biocombustible producido, es la biogasolina la que tiene mayor producción, con Estados Unidos a la cabeza, después se encuentra el biodiésel, con los países centroamericanos presentando la mayor producción (BP Global Group, 2022). De acuerdo a la Secretaría de Energía (SENER, 2025), el consumo mundial de energéticos se basó principalmente en recursos petroleros (38.87%), seguido de la energía eléctrica (20.96%), el gas natural (16.77%), mientras que las energías renovables representaron un 13.57%, y con menor participación estuvieron el carbón y sus derivados con un 8.83%.



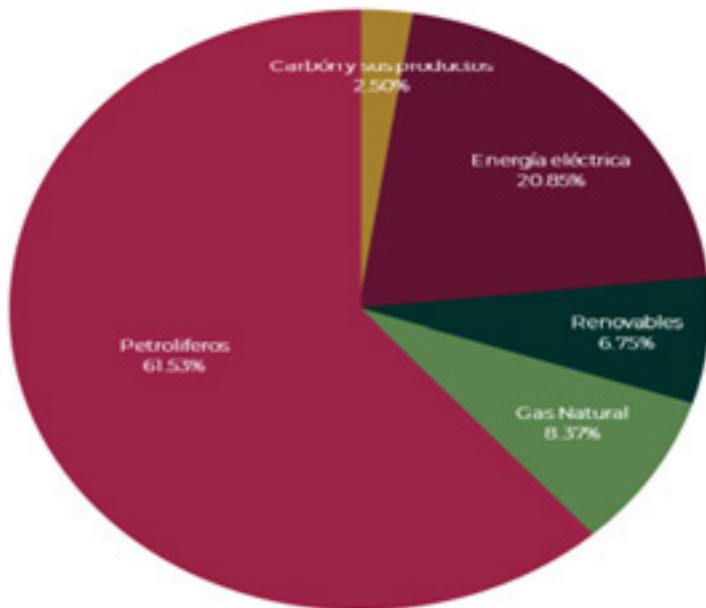
Producción de biocombustibles en México.

En México los yacimientos petroleros se están agotando y el petróleo que se extrae es difícil de procesar, pero existe una dependencia importante de este combustible (Figura 4), por lo que se crea la necesidad de que se busquen alternativas para generar energía (Ferrari, 2013; SENER, 2024). México tiene un gran potencial para la producción de diversos cultivos y una alta obtención de residuos, sin embargo, comparándolo con otros países, el avance en la producción y el uso de biocombustibles ha sido lento y en bajo porcentaje (Figura 5) comparado con otras fuentes energéticas (Gómez Castro *et al.*, 2019; Paredes-Cervantes, *et al.*, 2020; Cuevas-García y Nava 2023; SENER, 2025). La producción de biocombustibles de 1^a, 2^a y

Figura 3. Países productores de bioetanol y biodiésel
Fuente: Ruiz y Sirot 2025.

3^a generación es escasa, su consumo es bajo y son pocas las empresas productoras, esto es debido a la preocupación por la competencia con los cultivos alimenticios y el uso de suelo para su producción, o bien se encuentra condicionado a la existencia de excedentes de producción agrícola (Gorry *et al.*, 2025).

Figura 4. Consumo de energía final nacional 2022
FUENTE: Elaboración propia SENER con información de World Energy Balances, AIE, edición 2024.



Dentro del uso de biocombustibles, se destaca el biogás en el tratamiento de aguas residuales y en la gestión de residuos pecuarios, donde ha demostrado una elevada rentabilidad en la generación de electricidad, y ofrece además un notable potencial para la mitigación de gases de efecto invernadero (Gutiérrez, 2018). Por otro lado, las perspectivas para el biodiésel son limitadas, principalmente por la baja disponibilidad de materia prima para su producción (Reséndiz *et al.*, 2022; Paredes-Cervantes, *et al.*, 2020). A pesar de que México tiene la materia prima necesaria, inclusive para producir biocombustibles de aviación, y también tiene la capacidad para sustituir a los combustibles fósiles y cubrir la demanda energética total de estos combustibles en todos los sectores, no existe la infraestructura suficiente, ni el mercado, ni precios competitivos ni la información necesaria para fomentar su producción (Tauro, *et al.*, 2018; Gutiérrez-Antonio, 2025), sin embargo, según la SENER 2023, se pretende, para el año 2030, aumentar grandemente la energía renovable. Existen leyes gubernamentales que establecen la regulación de las actividades de producción, manejo, almacenamiento, importación, exportación, transporte, comercialización, etc., (Diario Oficial, 2025), sin embargo,

falta implementación de políticas con incentivos que faciliten y estimulen la permanencia de los productores en el mercado, (Paredes-Cervantes, *et al.*, 2020; Orozco-Ramírez, *et al.*, 2022; Gorry *et al.*, 2025).

Beneficios para el cambio climático.

Los biocombustibles son una muy buena alternativa energética muy conveniente y viable para combatir el cambio climático. Los estudios de análisis de ciclo de vida (ACV), señalan que bajo condiciones sostenibles los biocombustibles de segunda generación principalmente, poseen gran potencial para disminuir las emisiones de los gases de efecto invernadero, comparados con los combustible fósiles (Patel y Singh, 2023) Varios países están realizando grandes esfuerzos para producir biocombustibles y transgénicos para disminuir o sustituir a los combustibles fósiles, disminuir la contaminación y controlar de alguna forma el cambio climático. Los bioenergéticos de cuarta y quinta generación los más prometedores para disminuir los gases de efecto invernadero y combatir el cambio climático, ya que favorecen tanto al aprovechamiento de los residuos como al uso eficaz de los recursos (Torrentes, 2021; Hilbert, 2025). **Beneficios Económicos.** La producción de estos combustibles impulsa a la creación de empleos, al desarrollo del campo y al desarrollo tecnológico, sin dejar de lado al desarrollo de la economía confiriendo ventajas competitivas al país que lo produce (Enyinnaya y Kilanko, 2024; Ruiz y Sirot, 2025). En la última década el mercado global se ha visto incrementado por la participación de los países de Latinoamérica y el Caribe alcanzando un 27% en 2023 (OLADE, 2024), y algunos países confieren estímulos económicos a empresas que puedan ayudar a mejorar la calidad ambiental y que regulen las emisiones generadas debidas a su producción (Hernández *et al.*, 2023). Los biocombustibles que tienen mayor costo de producción son los líquidos de segunda y tercera generación, por lo que un impulso en las tecnologías podría mejorar su rentabilidad, dando énfasis a las tecnologías más prometedoras (Torrentes, 2021). Por otro lado, los

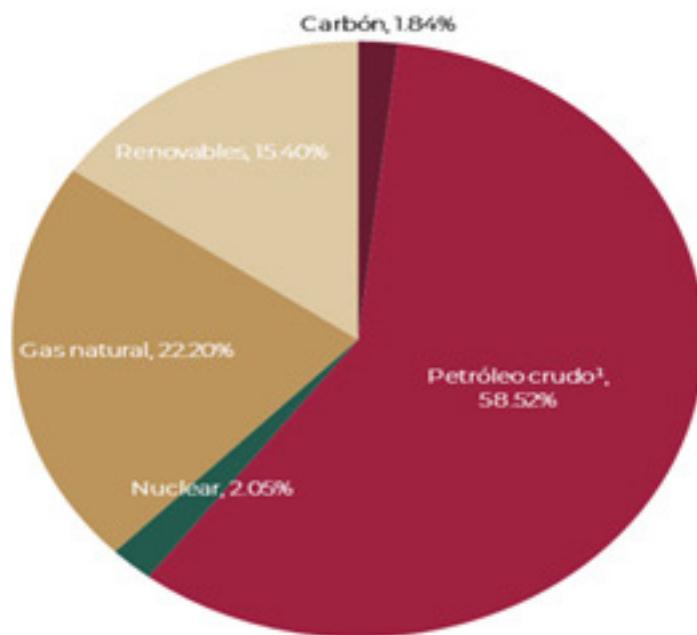


Figura 5. Producción nacional de energía primaria 2022
FUENTE: Elaboración propia SENER con información de World Energy Balances, AIE, edición 2024.

precios para las energías convencionales en el mercado mundial son muy volátiles, lo cual es un riesgo para la estabilidad económica mundial, lo que hace a las energías renovables un apoyo tanto para la diversificación en el suministro energético, como la ayuda a mantener una seguridad energética (Toalombo *et al.*, 2022). El cultivo de semillas de aceites no comestibles para la producción de biodiésel, tiene ventajas pues muchos de estos cultivos son resistentes a plagas y enfermedades, se adaptan a suelos poco fértiles y tienen poco consumo de agua lo que disminuye el costo por uso de agroquímicos (Atabani *et al.*, 2013). **Desventajas.** Los biocombustibles, aunque son una alternativa renovable, presentan costos elevados de producción, limitaciones técnicas, deforestación, alta demanda de recursos hídricos, el desvío de uso de suelo y de cultivos para la producción de alimentos, pues en el 2025 el 30% de los aceites comestibles eran para la producción de biodiésel (Cuevas-García y Nava 2023). Si bien los bioenergéticos de primera generación no son considerados como apoyo para el medio ambiente pues compiten por el uso de suelo y agua, lo que, trae consigo un incremento del costo de los alimentos (Bolaños 2021). **Impacto ambiental.** El uso de biocombustibles se ha promovido como una alternativa renovable frente a los combustibles fósiles con el objetivo de disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero. No obstante, su producción y consumo generan impactos ambientales que han suscitado un amplio debate sobre su verdadera sostenibilidad. Mediante los análisis y evaluación del ciclo de vida de los biocombustibles se puede determinar su viabilidad como opción energética sostenible, o incluso si éstos son tan contaminantes en alguna de las etapas, -desde los insumos hasta su uso-, como lo son los combustibles fósiles (Bera *et al.*, 2020). Los biocombustibles de tercera generación obtenidos a partir de algas que, aunque incorporan eficientemente el CO₂ para producir insumos, han mostrado que producen una alta emisión de gases de efecto invernadero, comparados incluso con los combustibles convencionales, esto debido a que su consumo eléctrico es alto, (Patel y Singh, 2023; Hernández *et al.*, 2023).

Conclusiones

Los biocombustibles son una excelente alternativa de energía para sustituir poco a poco a los combustibles de origen fósil, principalmente para la industria y el transporte. México, así como tiene gran potencial para la producción de biocombustibles, también tiene muchas áreas de oportunidad para desarrollar industrias productoras, fomentando por ejemplo, la incorporación de tecnologías en las empresas forestales para

optimizar el aprovechamiento de los subproductos generados en la industria maderera. La investigación debe enfocarse en el ciclo de vida, en la exploración de microorganismos más eficientes con la ayuda de la ingeniería genética y de la inteligencia artificial (IA), aspectos de gran importancia para el desarrollo tecnológico y eficientización de los procesos de obtención. La producción de biocombustibles de cuarta y quinta generación son muy prometedores para un futuro sostenible, la IA se ha venido abriendo camino revolucionando muchas áreas, por lo que no hay duda de que esta herramienta va a lograr crear algoritmos con capacidad para identificar microorganismos con alta capacidad productora de biomasa, con mayores rendimientos y mayor eficiencia energética, por otro lado, cada vez se optimizan más las técnicas de obtención de biocombustibles por lo que muy posiblemente en un futuro no muy lejano, los biocombustibles sí serán una solución para la sostenibilidad del planeta, un Planeta limpio que todos necesitamos.

Referencias

- Asociación Iberoamericana de Entidades Reguladoras de Energía (ARIAE). 2024. Benchmar-king Estadístico e Los Biocombustibles en Iberoamérica 2023: AÑO BASE 2022. Disponible en: <https://www.ariae.org>
- Atabani, A. E., A.S. Silitonga, H.C. Ong, T.M. I. Mahlia, H.H. Masjuki, Irfan Anjum Badruddin y H. Fayaz. 2013. Non-edible vegetable oils: A critical evaluation of oil extraction, fatty acid compositions, biodiesel production, characteristics, engine performance and emissions pro-duction. / Renewable and Sustainable Energy Reviews. 18:211–245.
- Bera, T., Kanika S., Inglett, y Wilkie, A. C. 2020. Biofuel: Concepts and Considerations. UF/IFAS. University of Florida. 1-6.
- Bolaños, D. 2021. Biocombustibles. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. 14pp. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/350709281_Biocombustibles
- BP Global Group. Statistical Review of World Energy 2022. 71st edition. Disponible en: <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2022-full-report.pdf>
- Busic, A., Mardetko, N., Kundas, S., Morzak, G., Belskaya, H., Ivanovic Santek, M., Komes, D., Novak, S., y Santek, B. (2018). Bioethanol production from renewable raw materials and its separation and purification: A review. Food Technol. Biotechnol., 56(3): 289-311. <https://doi:10.17113/ftb.56.03.18.5546>
- Cuevas-García, R. y Nava B. I. 2023. Producción de combustibles renovables. Artículo de revisión. Mundo Nano. 16(30): 1e-50e.
- Diario Oficial. 2025. Reglamento de la Ley de Biocombustibles. Disponible en: [https://www.cenace.gob.mx/Docs/16_MAR-COREGULATORIO/Leyes/\(DOF%202025-10-03%20Presidencia\)%20Reglamento%20de%20la%20Ley%20de%20](https://www.cenace.gob.mx/Docs/16_MAR-COREGULATORIO/Leyes/(DOF%202025-10-03%20Presidencia)%20Reglamento%20de%20la%20Ley%20de%20)

Biocombustibles.pdf

- Enyinnaya, E. S., y Kilanko, O. 2024. Biofuel as an alternative for Sub-Saharan Africa's transition to cleaner energy. *Academia Green Energy*. (1): 1-9.
- Ferrari L. 2013. Energías fósiles: diagnóstico, perspectivas e implicaciones económicas. *Revista Mexicana de Física*. 59(2): 36-43.
- Gómez-Castro, F. I., Gutiérrez-Antonio, C., Hernández, S., Conde-Mejía, C., López-Molina, y Morales-Rodríguez, R. 2019. Producción de Biocombustibles en México. Parte 1. Materias Primas. *Digital Ciencia@UAQRO*. 12(2): 41-50.
- Gorry, P. L., Hurtado-Rios, J. J. y Arano, H. 2025. Biocombustibles: clasificación y situación nacional. *Revista de divulgación científica iBIO*. 7(3): 2-7.
- Gutiérrez-Antonio, C. 2021. Materias primas y procesos de producción para la obtención de combustible sustentable de aviación en México. *Emprennova*. 2(3):73-88.
- Gutiérrez J. P. 2018. Situación actual y escenarios para el desarrollo del biogás en México hacia 2024 y 2030. *Red Mexicana De Bioenergía A.C. Red Temática de Bioenergía de CONA-CYT*. 20 pp.
- Hernández, N. N., Gutiérrez A., C. y Gómez C., F. I. 2023. ¿Todos los biocombustibles son sostenibles? *Ciencia*. 73(3): 75-81.
- Hilbert, J. A. 2025. Biocombustibles de bajas emisiones cuales son y que futuro tienen. *Re-porte técnico*. 167 p.
- Jeswani, H. K. Chilvers, A. y Azapagic, A. 2020. Environmental sustainability of biofuels: a re-view. *The Royal Society Publishing*. 37 pp.
- Lee, R. A. y Lavoie, J. M. 2013. From first-to third-generation biofuels: Challenges of producing a commodity from a biomass of increasing complexity. *Animal Frontiers*. 3 (2): 6-11.
- Mat A-, N. S., Khoo, K. S., Chew, K. W., Show, P. L., Chen, W. H., Nguyen, T. H. P. 2020. Sustainability of the four generations of biofuels. A review. *Int. J. Energy Res.* 44: 9266-9282.
- Organización de las Naciones Unidas (ONU). 1973. Informe De La Conferencia De Las Naciones Unidas Sobre El Medio Humano Estocolmo. Naciones Unidas. Nueva York. Disponible en: <https://docs.un.org/es/A/CONF.48/14/Rev.1>
- Organización de las Naciones Unidas (ONU). 2002. Informe de la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible Johannesburgo (Sudáfrica), Naciones Unidas. Nueva York. Disponible en: <https://docs.un.org/es/A/CONF.199/20>
- Orozco-Ramírez, Q., Cohen-Salgado, D., Arias-Chalico, T. García, C. A., Martínez-Bravo R. y Omar Masera. 2022. Barreras para la producción y el mercado de biocombustibles sólidos forestales en México desde la perspectiva de las empresas. *Madera y Bosques*. 28(1): 16 pp.
- Paredes-Cervantes, S. A., Barahona-Pérez, L. F., Barroso-Tanoira, F. G. y Ponce-Marbán, D. V. 2020. Biocombustibles y su potencial en el mercado energético mexicano. *Revista de Economía*, 37(94): 35-56.
- Patel, K. y Singh, S. K. 2023. Environmental sustainability analysis

- of biofuels: a critical review of LCA studies. *Clean Technologies and Environmental Policy.* 23 pp.
- Raksasat R, Lim J.W., Kiatkittipong, W., Kiatkittipong, K., Ho, Y.C., Lam, M.K., Font-Palma, C., Mohd-Zaid, H.F., Cheng, C.K. 2020. A review of organic waste enrichment for inducing palatability of black soldier fly larvae: Wastes to valuable resources. *Environ Pollut.* (267): 17 pp.
- Reséndiz, L. J. J., Martínez, G. S. I., Romero-Izquierdo, A. G., Guatiérrez-Antoni, C. 2022. Producción de Biodiésel en México: Materias Primas Promisorias y sus Rendimientos. *Naturaleza y Tecnología.* 22-42.
- Ruiz, A. y Siroit, G. 2025. Nota Técnica No. 5. Una introducción al sector de los biocombustibles en América Latina y el Caribe. Organización Latinoamericana de Energía (OLADE). 41 p.
- Sánchez, R. L., Sanz S. M. A., Do Nascimento, M., Salerno, G. L., Curatti, L. R. 2017. Bio-prospecting for native microalgae as an alternative source of sugars for the production of bioethanol. *Algal Research.* (22): 140–147
- Secretaría de Energía (SENER). 2025. Balance nacional de energía 2023. Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/977268/Balance_Nacional_de_Energ_a_2023_FINAL06.02.2025.1.pdf
- Tauro, R., SerranoMedrano, M. y Masera, O. 2018. Solid biofuels in Mexico: a sustainable alternative to satisfy the increasing demand for heat and power. *Clean Technologies and Environmental Policy.* 20:1527–1539
- Toalombo-Vargas, V. M., Borja M, D. F., Feijoo Á. M. P., y Cedillo E. J. P.2022. Los biocombustibles como alternativa de energía a partir de recursos renovables y/o desechos. *Pol. Con.* 70:7. 386-407.
- Torrentes, E.G. 2021. Retrospectiva y Prospectiva del Desarrollo de las Generaciones de Bio-combustibles. *Ciencia y Tecnología.* 21: 53-63.

Capacitación y divulgación tecnológica agropecuaria y agroindustrial en la región centro-sur de Chihuahua

José Eduardo Magaña Magaña¹.
Luis David Gallegos Carrasco¹.
Rigoberto Ozaeta Sifuentes¹.

(1) Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales.

Universidad Autónoma de Chihuahua

Recibido: 12 de septiembre de 2025.

Aceptado: 16 de octubre de 2025.

Resumen

El presente trabajo presenta los resultados de la primera fase del proyecto “Desarrollo de Capacidades y Transferencia de Tecnología para la Innovación Agropecuaria, Forestal y Agroindustrial” de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales (FCAYF) de la Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH). En esta etapa se desarrolló el diseño metodológico de acción comunitaria, orientado a fortalecer la vinculación entre la investigación académica y el sector productivo mediante estrategias de capacitación técnica y transferencia de conocimientos. Como resultado, se estructuró un modelo metodológico que define los lineamientos para la planeación e implementación de cursos, talleres, conferencias y materiales educativos (folletos, guías técnicas, manuales y videos), dirigidos a productores y actores del sector rural de la región centro-sur de Chihuahua. La población potencial beneficiaria se estimó en alrededor de 300 personas vinculadas con actividades agropecuarias y agroindustriales. Esta primera fase consolidó las bases conceptuales, metodológicas y logísticas que permitirán la ejecución posterior del proyecto, contribuyendo al fortalecimiento de la innovación, la sostenibilidad y la competitividad regional. Palabras clave: diseño metodológico, desarrollo rural, transferencia tecnológica, innovación agropecuaria.

Abstract

This paper presents the results of the first phase of the project “Capacity Building and Technology Transfer for Agroforestry and Agroindustrial Innovation” carried out by the Faculty of Agricultural and Forestry Sciences (FCAYF) at the Autonomous University of Chihuahua (UACH). During this stage, a methodological design for community intervention was developed, aimed at strengthening the linkage between academic research and the productive sector through strategies of technical training and knowledge transfer. As a result, a methodological model was structured to define the guidelines for planning and implementing training courses, workshops, conferences, and educational materials (brochures, technical guides, manuals, and videos) intended for producers and stakeholders in the

rural sector of the south-central region of Chihuahua. The potential beneficiary population was estimated at approximately 300 individuals involved in agricultural and agroindustrial activities. This first phase consolidated the conceptual, methodological, and logistical foundations for the subsequent implementation of the project, contributing to the strengthening of innovation, sustainability, and regional competitiveness.

Keywords: **methodological design; rural development; technology transfer; agricultural innovation.**

Introducción

La Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales (FCAyF) de la Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH) cuenta con amplia experiencia en investigación aplicada e innovación tecnológica. Sin embargo, gran parte del conocimiento generado no llega de manera efectiva a los productores y comunidades rurales, principalmente por la ausencia de estrategias coordinadas de capacitación, acompañamiento y evaluación de impacto.

El proyecto “Desarrollo de capacidades y transferencia de tecnología para la innovación agropecuaria y agroindustrial” surge como una respuesta a la brecha entre la investigación académica y la práctica productiva. Su propósito es establecer un modelo metodológico que articule la generación de conocimiento científico con procesos de desarrollo rural sostenible, fortaleciendo la competitividad regional a través de la formación técnica y la transferencia de tecnología.

La transferencia tecnológica, definida por CONACYT (2010) como el proceso mediante el cual los resultados de la investigación se aplican en la práctica productiva, es un componente esencial del desarrollo territorial. En México, diversos estudios (Amaro-Rosales & Gortari-Rabiela, 2016; Pedraza Amador & Velázquez Castro, 2013) han señalado la persistencia de una brecha entre la generación de conocimiento y su adopción por los sectores productivos, debido a la falta de metodologías contextualizadas y mecanismos de vinculación efectivos.

A nivel internacional, la FAO (2014, 2021) y autores como Sotomayor et al. (2023) destacan la importancia de modelos de extensión rural centrados en pequeños productores, que integren capacitación aplicada, asesoría personalizada y herramientas digitales para ampliar su alcance. En Chihuahua, el contexto de sequía recurrente y cambio climático (DYSEA, 2025) exige esquemas innovadores que promuevan la adopción de tecnologías sostenibles y adaptadas a las condiciones locales.

Ante esta situación, este trabajo aporta un diseño metodológico de acción comunitaria que combina la planeación participativa, el diagnóstico territorial y la estructuración de estrate-

gias de capacitación técnica y transferencia de conocimientos. Este enfoque busca generar un marco replicable y adaptable a distintas regiones rurales, contribuyendo a la literatura sobre modelos integrales de transferencia tecnológica universitaria. Con el objetivo de fortalecer la transferencia de conocimientos y tecnologías desarrolladas por los investigadores de la FCAyF, el proyecto propone consolidar un conjunto articulado de acciones que faciliten la apropiación, aplicación, difusión y seguimiento de innovaciones en los sectores agrícola, forestal, agroindustrial y de agronegocios, sentando las bases para su implementación futura.

Materiales y métodos

Durante la primera fase del proyecto se desarrolló el diseño de un programa integral de capacitación dirigido a productores y personas vinculadas con el sector rural. Este programa fue estructurado para incluir cursos presenciales, talleres prácticos y conferencias, planificados como parte de una estrategia de transferencia de conocimientos que será implementada en fases posteriores. Asimismo, se diseñaron los materiales de apoyo como: folletos, guías técnicas, manuales y videos, considerando su adecuación a diferentes niveles de escolaridad y experiencia de los participantes.

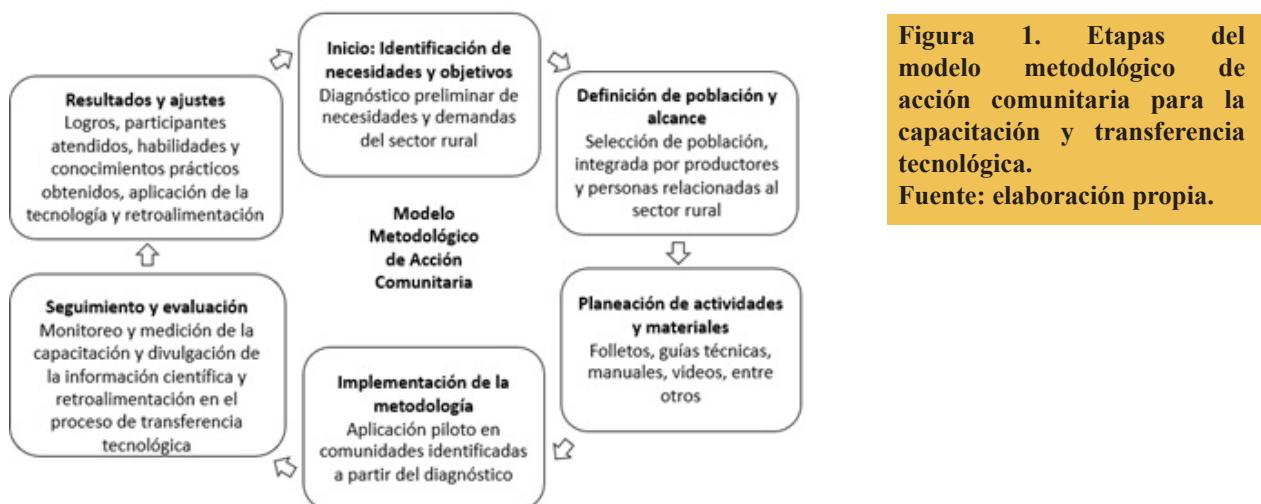
El modelo metodológico propuesto contempló la aplicación futura de las actividades en los municipios de Julimes, Delicias, Rosales y Saucillo, así como en la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales (FCAyF), con el propósito de asegurar cobertura regional y facilitar el acceso de la población objetivo.

Para cada tipo de evento se definieron productos esperados y mecanismos de evaluación, entre ellos listas de asistencia, evidencia fotográfica, instrumentos de diagnóstico y encuestas de retroalimentación, los cuales se incorporarán en la etapa de implementación para validar la efectividad del modelo.

De esta manera, la metodología propuesta integra elementos de planeación participativa, diagnóstico territorial y diseño instruccional, constituyendo un marco adaptable para futuras acciones de capacitación y transferencia tecnológica en el ámbito agropecuario y agroindustrial.

En la Figura 1, se muestra el Modelo Metodológico de Acción Comunitaria como un proceso cíclico que identifica necesidades del sector rural, define la población participante, planifica e implementa acciones, y evalúa los resultados para mejorar la transferencia de tecnología y fortalecer las capacidades comunitarias.

La investigación fue de tipo aplicada, descriptiva y cualitativa,



con un diseño de acción educativa y tecnológica centrado en el fortalecimiento de capacidades locales. Se adoptó un enfoque no probabilístico e intencional, seleccionando a productores y actores clave de los municipios participantes, con el propósito de estructurar estrategias adaptadas a la realidad socioeconómica y productiva de la región. El componente cualitativo se sustentó en cuestionarios semiestructurados, observación directa y sesiones de diagnóstico participativo, que permitieron identificar necesidades, expectativas y dinámicas comunitarias. Es importante precisar que en esta primera fase se cumplió con la planeación metodológica y la elaboración del modelo de acción comunitaria, mientras que la fase de ejecución se programó para etapas posteriores del proyecto.

El trabajo de campo se desarrolló entre abril y julio de 2025. En este periodo se aplicó un cuestionario estructurado dirigido a productores y personas vinculadas con el sector rural. El instrumento constó de 35 ítems distribuidos en cuatro ejes temáticos: (1) características sociodemográficas, (2) nivel de acceso y uso de tecnologías agropecuarias y agroindustriales, (3) necesidades de capacitación técnica y (4) percepción sobre la transferencia de conocimientos científicos. Se emplearon preguntas cerradas y escalas tipo Likert de cinco puntos para medir el grado de acuerdo o frecuencia en las respuestas. La validez de contenido se aseguró mediante la revisión de estadísticos de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales de la UACH, quienes evaluaron la pertinencia, claridad y coherencia de los ítems.

Asimismo, la confiabilidad del instrumento se estimó mediante una prueba piloto aplicada a 15 participantes, obte-

niendo un coeficiente de alfa de Cronbach de 0.87, lo que indica una alta consistencia interna. Con base en los resultados del estudio exploratorio, se estableció un error permitido del 6% de la media y, aplicando el método de intervalo de confianza con un nivel de significancia de 0.05, se determinó un tamaño muestral de $n = 400$ encuestados. La base de datos se procesó mediante el software IBM SPSS Statistics versión 26.

Resultados

A partir del análisis de los 400 cuestionarios aplicados a productores y actores del sector rural en la región centro-sur de Chihuahua, se identificó un alto nivel de aceptación hacia la iniciativa de capacitación y divulgación de las investigaciones realizadas en la FCAyF. El 80% de los encuestados manifestó disposición a participar en cursos, talleres o conferencias, lo que muestra una actitud favorable hacia la transferencia de conocimientos y la actualización técnica. La mayoría de los participantes fueron pequeños productores (65%), seguidos por medianos productores (13%), y un 22% correspondió a técnicos, estudiantes y extensionistas relacionados con instituciones educativas o programas de apoyo al desarrollo rural.

En cuanto a la distribución por género, se observó que el 71.5% fueron hombres y el 28.5% mujeres, destacando una creciente participación femenina en actividades de transformación agroindustrial y agricultura de traspatio. En el caso de la producción agrícola, los principales cultivos productivos fueron: chile jalapeño, cebolla, sandía, alfalfa y maíz forrajero, conjuntamente actividades agroindustriales emergentes orientadas a la elaboración de conservas, salsas y derivados de la leche, principalmente en los municipios de Delicias, Meoqui, Rosales y Saucillo.

Los resultados permitieron definir tres líneas estratégicas de acción derivadas del diagnóstico participativo:

Cursos presenciales, enfocados en temas de fertilización, análisis de deficiencias nutricionales y buenas prácticas agrícolas. Talleres prácticos, centrados en compostaje, control biológico de plagas, agricultura de traspatio y agroindustria artesanal (salsas y mermeladas).

Conferencias técnicas, orientadas a temas de crédito agrícola, cultivos alternativos, agronegocios familiares, economía circular y sistemas de riego.

En el Cuadro 1 se detallan las actividades a desarrollar conforme a los resultados del cuestionario, especificando sus temáticas, productos generados y entregables previstos. Estas líneas de acción constituyen la base operativa del modelo metodoló-

gico de acción comunitaria y servirán para la planeación de la segunda fase del proyecto, enfocada en la implementación de estrategias de capacitación y transferencia tecnológica en el territorio rural del centro-sur de Chihuahua.

Actividades	Metas	Tema	Productos	Entregables
A) Talleres prácticos	6	T1. Compostaje (técnicas) (2)	Folleto	Lista de asistencia, evidencia fotográfica y evaluación. Informe
		T2. Control Biológico de las plagas en la región (2)	Folleto	
		T3. Agricultura de traspaso	Video y manual	
		T4. Agroindustria (salsas y mermeladas)	Folleto	
Conferencias	5	C1: Crédito agrícola,	Folleto	Lista de asistencia, evidencia fotográfica y evaluación. Informe
		C2: Cultivos alternativos,	Guía Técnica (higo, granado, girasol forrajero, espárrago)	
		C3: Agronegocio familiar,	Video	
		C4: Economía circular y utilización de residuos vegetales	Folleto	
		C5: Cuidado del agua	Folleto	
Cursos presenciales	4	C1. Paquete tecnológico de Fertilización (chile, cebolla, maíz, alfalfa) (2)	Folleto	Lista de asistencia, evidencia fotográfica y evaluación. Informe
		C2. Deficiencias nutricionales de los cultivos (chile, cebolla, maíz, alfalfa)	Folleto	
		C3. Buenas prácticas agrícolas en Chile Jalapeño	Folleto	

Los eventos a realizar en la primera fase del proyecto permitirán atender a una población estimada de 300 personas beneficiarias. La distribución se observa en el cuadro dos, donde se detallan los entregables por tipo de actividad.

Los beneficiarios del proyecto serán los productores y las personas vinculadas al sector rural de los municipios de Juliimes, Meoqui, Delicias, Rosales y Saucillo de la región centro sur del Estado de Chihuahua. La participación de hombres y mujeres será en igualdad de oportunidad, desagregando por

Cuadro 1. Cuadro de cursos, talleres y conferencias para productores y personas vinculadas al sector rural.
Fuente: elaboración propia.

sexo después del levantamiento de las listas de asistencia e informes. Se estima una participación de aproximadamente 300 personas.

Se planearon dos informes parciales (septiembre-octubre y noviembre-diciembre) y un informe final en diciembre, con el propósito de documentar avances, cumplimiento de metas y calidad de los productos generados. La planeación detallada permitirá la realización de nueve eventos formativos descritos anteriormente y garantizar la entrega de materiales educativos a los beneficiarios.

Además, se contará con un equipo multidisciplinario de académicos, técnicos y estudiantes con experiencia en investigación aplicada, diseño de contenidos, producción audiovisual y vinculación con productores. La infraestructura considera la utilización de las instalaciones para la realización de eventos y equipos para diseño de algunos de los materiales de divulgación.

La Matriz de indicadores de cumplimiento para las metas proyectadas (Cuadro 2) presenta los indicadores diseñados específicamente para las actividades que se llevarán a cabo, permitiendo dar seguimiento al avance de cada acción, evaluar el cumplimiento de las metas establecidas y verificar los resultados esperados.

Indicadores	Metas	Fuentes de verificación	Periodo de entrega
No. de personas capacitadas	300	Lista de asistencia, informes parciales	Sept-Dic 2025
No. de eventos realizados	12	Programas de actividades, evidencias fotográfica.	Sept-Dic 2025
Material producido	9 folletos, 1 manual, 1 guía técnica, 2 videos	Copias editables e impresas	Sept-Dic 2025
Niveles de satisfacción	≥85% positivo	Encuesta de evaluación	Cada evento

Cuadro 2. Matriz de indicadores de cumplimiento para las metas proyectadas.
Fuente: elaboración propia.

La planeación y organización detallada de estas actividades consolidan la metodología de la primera fase, sentando las bases para la futura implementación práctica de la colaboración con la Secretaría de Desarrollo Rural del Estado de Chihuahua y asegurando la pertinencia y alcance de la capacitación y divulgación de tecnología agropecuaria y agroindustrial a personas vinculadas con el sector rural de la región centro sur del estado de Chihuahua.

Discusión

El Proyecto de Desarrollo de Capacidades y Transferencia de Tecnología para la Innovación Agropecuaria y Agroindustrial de la Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH) representa un ejemplo de extensionismo institucionalizado, orientado a la transferencia de resultados de investigación hacia los sectores productivos y las comunidades rurales. Esta iniciativa, impulsada por la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales (FCAyF), busca fortalecer las capacidades técnicas de los productores mediante una estrategia integral basada en cursos, talleres y materiales de apoyo, respondiendo a problemáticas regionales como el uso eficiente del agua, la productividad, el cambio climático y la vinculación con mercados (Román Montes de Oca, 2024).

Sin embargo, diversos estudios advierten que para alcanzar un impacto real en el Desarrollo Rural (DR) es necesario superar limitaciones estructurales que históricamente han afectado la efectividad del extensionismo en México (López Noyola, Blas Yañez & García Soto, 2022; Rodríguez-Villanueva et al., 2022; Sinforosa Aguada et al., 2022). Entre los principales desafíos se encuentra la corta duración de los programas, pues los procesos de innovación y cambio social requieren continuidad a mediano y largo plazo. La temporalidad reducida como los cuatro meses del proyecto de la UACH dificulta consolidar impactos sostenibles (López Noyola et al., 2022).

Otro problema estructural es la precariedad laboral de los extensionistas, quienes enfrentan bajos salarios, pagos irregulares y carencia de seguridad social. Esta situación genera inestabilidad profesional y desmotivación, afectando la continuidad de las acciones en campo (Rodríguez-Villanueva et al., 2022; Sinforosa Aguada et al., 2022).

Posteriormente, la falta de articulación multiactor entre academia, gobierno, sector privado y comunidades locales constituye una limitante central. La literatura coincide en que la transformación del entorno rural solo será posible mediante la integración de actores bajo una visión compartida, promoviendo procesos de co-aprendizaje, co-diseño y cooperación sostenida (López Noyola et al., 2022; Román Montes de Oca, 2024).

Considerando lo anterior, aunque el proyecto de la UACH evidencia el compromiso institucional con la transferencia de conocimiento, su alcance podría potenciarse mediante una visión de extensionismo a largo plazo, con mayor articulación interinstitucional y mejores condiciones laborales.

para los extensionistas, elementos indispensables para consolidar un modelo sostenible de desarrollo rural.

Conclusiones

El proyecto constituye una sólida iniciativa institucional orientada a transferir los conocimientos y tecnologías generadas por la UACH–FCAyF hacia los sectores productivos agropecuario, forestal, empresarial y social. Su propósito es fortalecer el vínculo entre la academia y el territorio mediante la transferencia focalizada de innovaciones tecnológicas y científicas, contribuyendo al desarrollo sostenible y a la generación de valor en las comunidades rurales.

El diseño metodológico se basa en una estrategia formativa presencial que integra cursos, talleres y conferencias apoyados con materiales impresos y audiovisuales. Esta estrategia promueve el fortalecimiento de capacidades técnicas orientadas a la sostenibilidad y responde a retos clave del estado de Chihuahua, como el uso eficiente del agua, la productividad, la adaptación al cambio climático y la adopción tecnológica.

Aunque la duración de cuatro meses limita el alcance de sus impactos a largo plazo, el proyecto destaca por su enfoque práctico e innovador, centrado en compostaje, control biológico, procesos agroindustriales y fertilización. Estas acciones reflejan su compromiso con la mejora productiva, la sostenibilidad y la aplicación inmediata del conocimiento científico.

Agradecimientos

Agradecemos enormemente a los enlaces de la Secretaría de Desarrollo Rural de Gobierno del Estado de Chihuahua por su apoyo y disposición en el proceso de elaboración del proyecto.

Referencias

- Amaro-Rosales, M., & Gortari-Rabiela, R. de. (2016). Políticas de transferencia tecnológica e innovación en el sector agrícola mexicano. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 13(3), 449–471. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-54722016000300449
- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). (2010). Glosario de términos. Subprograma AVANCE. Diario Oficial de la Federación (2002). Ley de Ciencia y Tecnología. <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lct.htm>
- DYSEA. (2025, marzo 12). AgroEvolución 2025: Un paso firme hacia la sostenibilidad agrícola en Chihuahua. <https://dysea.com.mx/agroevolucion-2025-un-paso-firme-hacia-la-soste->

nibilidad-agricola-en-chihuahua

Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales. (2024). Rediseño curricular del programa Ingeniería en Agrónomo Fitotecnista (Modalidad escolarizada). Universidad Autónoma de Chihuahua.

FAO. (2014). Agricultura familiar en América Latina y el Caribe: Recomendaciones de política. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://www.fao.org/4/i3788s/i3788s.pdf>

FAO. (2021). Innovación para los pequeños agricultores y productores familiares. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://www.fao.org/documents/card/es/c/cb7344es>

López, X., & Mauricio, D. (2021). Factors of technology transfer and its relation to success. International Journal of Business and Systems Research, 15(2), 1–16. <https://doi.org/10.1504/IJBSR.2021.10026523>

López Noyola, L. L., Blas Yañez, S., & García Soto, E. A. (2022). Experiencias de extensiónismo para el desarrollo rural en Jiquipilco, México. En P. Wong González & R. E. Rózga Luter (Coords.), Estudios aplicados al análisis global y aprovechamientos del territorio para la innovación productiva (pp. 269–282). UNAM-AMECIDER. <http://ru.iiec.unam.mx/5864/>

Pedraza Amador, E. M., & Velázquez Castro, J. A. (2013). Oficinas de Transferencia Tecnológica en las universidades como estrategia para fomentar la innovación y la competitividad: Caso Estado de Hidalgo, México. Journal of Technology Management & Innovation, 8(2), 221–234. <https://doi.org/10.4067/S0718-27242013000200018>

Rodríguez-Villanueva, M. L., Angulo-Mejorada, R. B., Díaz-Sánchez, V. M., Jiménez-Jiménez, R. A., & Salvador-Flores, O. (2022). Diagnóstico con enfoque de género para la identificación de la aportación de la mujer en la producción ovina y sus limitantes. Revista de la Asociación Mexicana de Técnicos Especialistas en Ovinocultura, (67). https://www.cuautitlan.unam.mx/amteo/descargas/Articulos/02_Extensionismo_y_Desarrollo_Rural/12_Diagnostico_con_enfoque_de_genero.pdf

Román Montes de Oca, E. (2024). Extensionismo como aporte al desarrollo rural: Perspectiva de los profesionistas. Universidad Autónoma del Estado de México / Universidad Autónoma de Zacatecas. <https://libros.uaem.mx/producto/extensionismo-como-aporte-al-desarrollo-rural-perspectiva-de-los-profesionistas/>

Sinforosa Aguada, M., Margonari, V. M., Novello, C., Rosso, Y. M., Coseano, M., Saal, G. A., Sabio, M., Besold, J. A., & Aradas Díaz, M. E. (2022). Sonmemorias: Extensionismo y extensionistas, prácticas en territorio. Estudios Rurales, 12(26). <https://doi.org/10.48160/22504001er26.461>

Sotomayor, O., Nunes, S., Rodrigues, M., & Wander, P. (2023). Sistemas mixtos de extensión rural: Intervenciones pre-

senciales y digitales para ampliar coberturas y mejorar la calidad de los consejos técnicos. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). <https://agricultura-digital.cepal.org/sites/default/files/2024-06/Sistemas%20Mixtos%20de%20Extensi%C3%B3n%20Rural%20Resumen%20de%20sus%20caracter%C3%ADsticas%20y%20alcances.pdf>

Consumo, confianza y percepción de los medios de comunicación y redes sociales en Chihuahua: un análisis cuantitativo de hábitos informativos

Resumen

Los resultados generales del análisis reflejan una perspectiva más precisa de tendencia positiva en el uso y confianza en medios de comunicación, redes sociales y la preparación de los periodistas locales en Chihuahua capital. Los datos permiten visualizar una marcada preferencia por información inmediata y describe el orden de preferencia de los medios de comunicación que son más visitados por los chihuahuenses; destacan los que se publican en internet que además cuentan con un mejor nivel de confianza. El estudio refiere que los periodistas son percibidos por la sociedad con buena preparación y que las redes sociales, como *Facebook*, *TikTok* e *Instagram* son utilizadas todos los días para conocer noticias. Pero también destaca que la sociedad manifiesta una mayor credibilidad por la información dada conocer por la televisión.

Palabras clave: Consumo de información, análisis, redes sociales, hábitos informativos.

Abstract

The overall results of the analysis reflect a more precise perspective of a positive trend in the use of and trust in the media, social media, and the training of local journalists in the capital of Chihuahua. The data reveal a marked preference for immediate information and describe the order of preference for the media outlets most visited by Chihuahua residents. Those published online are particularly notable, as they also enjoy a higher level of trust. The study indicates that journalists are perceived by the public as well-trained, and that social media platforms such as Facebook, TikTok, and Instagram are used daily for news. However, it also highlights that the public places greater trust in information provided through television.

Keywords: Information consumption, analysis, social networks, information habits.

David Reynaldo Díaz-Rascón¹.
Mario Valdez Borunda¹.
Jesús Manuel Guerrero-Rodríguez¹.

-(1) Facultad de Ciencias Políticas y Sociales

Universidad Autónoma de Chihuahua

Recibido: 23 de octubre de 2025

Aceptado: 19 de noviembre de 2025

Introducción

En la era digital actual, el consumo de información ha experimentado una transformación profunda, impulsada tanto por la contracción de los medios de comunicación analógicos como por el crecimiento exponencial de medios digitales, incluidas las redes sociales. Estas últimas no solo cumplen funciones de entretenimiento y socialización, sino que además configuran hábitos informativos que influyen en la percepción de la realidad y en la confianza depositada en sus distintas fuentes de noticias.

Los individuos de la Generación Z utilizan más intensamente las redes sociales en comparación con los de la Generación (Hernández y Moral, 2024, p. 10), sin embargo, el consumo contrasta con los niveles de confianza: investigaciones evidencian que algunos usuarios suelen consumir masivamente medios en los que depositan poca credibilidad, mientras que confían más en aquellos a los que recurren con menor frecuencia (Pérez-Escoda, et al, 2021). Ante este panorama, el presente trabajo busca contribuir al entendimiento de estas dinámicas en un entorno local y global. El objetivo principal es analizar los hábitos de consumo de noticias en la ciudad de Chihuahua y la percepción sobre la confianza y calidad de los medios de comunicación y redes sociales, en personas entre un rango de edad de 14 a 82 años, con el fin de identificar tendencias en la recepción informativa y el grado de credibilidad atribuido a periodistas y plataformas locales.

Marco Teórico

La Teoría de Usos y Gratificaciones, propuesta por Katz et al (1974), sostiene que los individuos no son receptores pasivos de los contenidos mediáticos, sino usuarios activos que consumen los medios con el propósito de satisfacer necesidades específicas como la obtención de información, el entretenimiento, la integración social o la evasión personal. En el contexto digital, esta teoría se adapta de manera particular a las redes sociales virtuales, ya que en ellas no todo el consumo se realiza de manera deliberada, sino que gran parte de la interacción incluye un componente incidental.

El consumo incidental de noticias se refiere a la exposición a información periodística sin que exista una búsqueda intencional de la misma. Esto ocurre, por ejemplo, cuando los usuarios encuentran noticias intercaladas entre publicaciones de entretenimiento en plataformas como Facebook, Instagram o TikTok. Mitchelstein y Boczkowski (2018) señalan que este fenómeno es más frecuente entre los jóvenes con

mayor nivel socioeconómico, lo cual refuerza la idea de que las redes sociales funcionan como espacios híbridos en los que confluyen el entretenimiento, la socialización y la información periodística. La relevancia de este consumo incidental radica en que genera gratificaciones inesperadas, como el acceso inmediato a datos de actualidad o el fortalecimiento de la conexión social, lo que contribuye a reforzar la presencia de estas plataformas en la vida diaria de los usuarios.

Este proceso está ligado a la transformación de los hábitos informativos en la era digital. La cantidad de información disponible en internet y redes sociales es prácticamente ilimitada, pues los medios de comunicación tienen que informar en paralelo los contenidos que son abordados por los propios usuarios de las redes sociales (Herrera, 2020).

Como resultado, los medios formales digitales se ven obligados a competir en los mismos espacios que los usuarios, adaptando sus estrategias para difundir noticias en redes sociales al mismo tiempo que lo hacen en sus plataformas tradicionales. De acuerdo con Cortés (2016), esta dinámica ha modificado profundamente el quehacer periodístico, ya que ahora los medios y los periodistas utilizan las redes no solo como canales de difusión, sino también como espacios para mantener una interacción constante con sus audiencias.

Metodología

El presente estudio se desarrolló con un enfoque cuantitativo-cualitativo, descriptivo y transversal, a partir de una encuesta aplicada a 865 personas en la Ciudad de Chihuahua, México, con el objetivo de analizar los hábitos de consumo de medios de comunicación y redes sociales, así como la percepción de la calidad periodística y la confianza en diversas fuentes informativas.

El caudal de datos, obtenidos de una muestra por conveniencia, incluyó participantes de distintas edades, ocupaciones y niveles educativos, con un promedio de 37 años, y un rango de 14 a 82 años. La distribución por sexo fue de 57% de mujeres y 43% de hombres. En cuanto a escolaridad el 61% cuenta con estudios universitarios concluidos o parciales, el 27% con bachillerato y el 11% con primaria o secundaria. En términos de ocupación, 270 personas se encontraban estudiando, de las cuales 90 combinaban estudios con trabajo; además, el 65% reportó ser trabajador (51% únicamente trabajando y 14% combinando con labores del hogar) y el 12% se dedicaba exclusivamente a tareas del hogar.

El proceso de recolección de información se realizó median-

te un cuestionario estructurado, enviado por los auditores en formato de *Google Forms* mediante la mensajería de *WhatsApp*, y está dividido en secciones que abordan datos demográficos, percepciones sobre la calidad de los medios de comunicación, preferencias informativas, uso de redes sociales para informarse y niveles de confianza en distintas fuentes. Las preguntas incluyeron opciones múltiples y escalas de percepción para evaluar aspectos como la ortografía y dicción de los medios, la preparación de los periodistas, la preferencia entre información inmediata o más profunda, y la frecuencia de consumo de medios tradicionales y digitales. La encuesta se aplicó garantizando el consentimiento informado de los participantes y la confidencialidad de sus respuestas. Para el análisis de datos numéricos se utilizó estadística descriptiva mediante el programa SPSS (Statitcal Package for the Social Sciences), software especializado en el análisis estadístico de datos, considerando frecuencias, porcentajes y medidas de tendencia central. Asimismo, se realizaron análisis cruzados para identificar relaciones entre variables como edad, escolaridad y uso de redes sociales, preferencias informativas, niveles de confianza y pérdida de audiencia en medios tradicionales y digitales. La Tabla 1 describe los principales componentes de la metodología aplicada:

Tabla 1
Investigación cuantitativa
(Ficha técnica)
Fuente: Elaboración propia
con datos obtenidos del
estudio de campo.

Población	Municipio de Chihuahua	Habitantes de 14+
Método de muestra	Aleatorio no probabilístico, estratificado por perfiles en redes comunitarias	Segmentado por perfiles de sexo y edad; niveles de estudio
Técnica aplicada	Aplicación de cuestionario-encuesta	Captura en dispositivos móviles con supervisión
Personal	Académicos y estudiantes de la FCPYS-Universidad Autónoma de Chihuahua	1 Director, 5 supervisores y 62 auditores
Cauda y análisis de la muestra	865 encuestas	Ánálisis de IBM-SPSS Statistics v. 25 ®, Excel

Resultados

Los resultados revelan que los participantes con educación universitaria mostraban mayor desconfianza hacia los medios impresos y más preferencia por los digitales, mientras que quienes contaban con menor escolaridad confiaban más en la televisión y los periódicos impresos. También se evidenció que los jóvenes de 18 a 20 años consumen con mayor frecuencia contenido en formato de memes, mientras que los mayores de 46 años priorizan noticias formales.

Demografía de los Encuestados

En términos de escolaridad, el 62% de los participantes contaba con estudios universitarios, el 27% con bachillerato o preparatoria y el 11% con primaria o secundaria. Dentro del grupo universitario, el 54.3% eran mujeres y el 45.3% hombres, mientras que entre quienes completaron bachillerato o preparatoria, el 61% eran mujeres y el 39% hombres.

Respecto a la ocupación, en la Figura 2 podemos advertir que el 65% de la muestra reportó ser trabajador, de los cuales el 51% se dedicaba únicamente a laborar y el 14% combinaba trabajo y hogar. Por último, el 12% de los encuestados indicó dedicarse exclusivamente a labores del hogar.

Percepciones sobre Calidad en Medios

Al evaluar la percepción de las personas sobre la calidad de los medios de comunicación, se observó que el 30% de los participantes consideró que la ortografía en los medios impresos y digitales era buena en todos los casos, mientras que solo el 7% la calificó como mala. Respecto a la pronunciación o dicción en medios audiovisuales, el 55% manifestó no saber calificar debido a la presencia de perfiles tanto positivos como negativos, el 35% la consideró buena y únicamente el 4% mala.

Respecto a la preparación de los periodistas, la mayoría relativa representada por el 65%, opinó que estaban “más o menos bien preparados”; por su parte, el 18% indicó que estaban bien preparados y solo el 5% los calificó

como males preparados. Un 12% de los encuestados no emitió opinión al respecto. Sumando quienes perciben la preparación como positiva o neutral, se obtiene un 83%, lo que indica una valoración positiva general del público respecto a la competencia en el ejercicio profesional o nivel de forma-

Figura 1
Escolaridad alcanzada

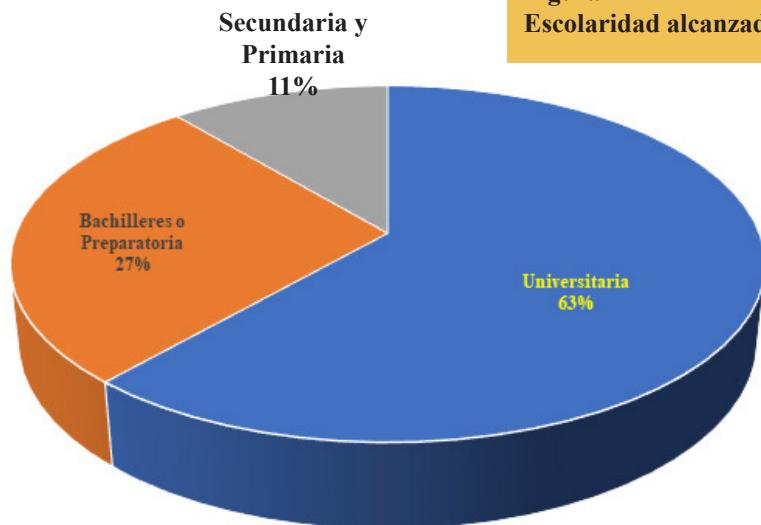


Figura 1. Escolaridad alcanzada.
Presenta la escolaridad de las personas encuestadas.
Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del estudio de campo.

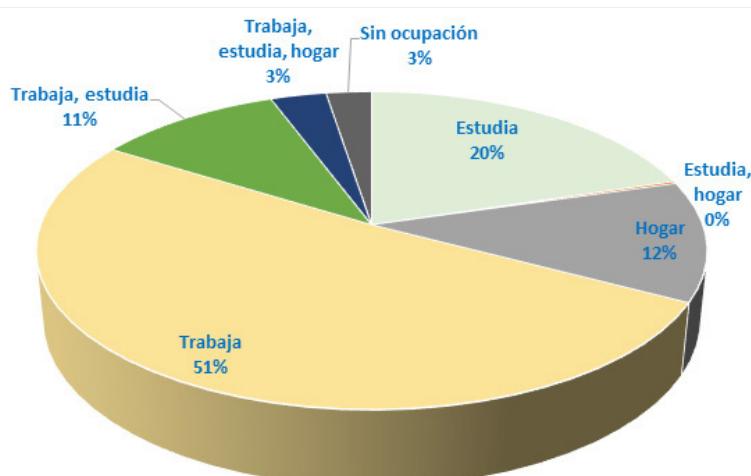


Figura 2. Ocupación
Presenta la ocupación de las personas encuestadas.
Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del estudio de campo.

Para usted, en general, los periodistas de Chihuahua ¿están bien o mal preparados?

Opinión sobre la preparación de periodistas

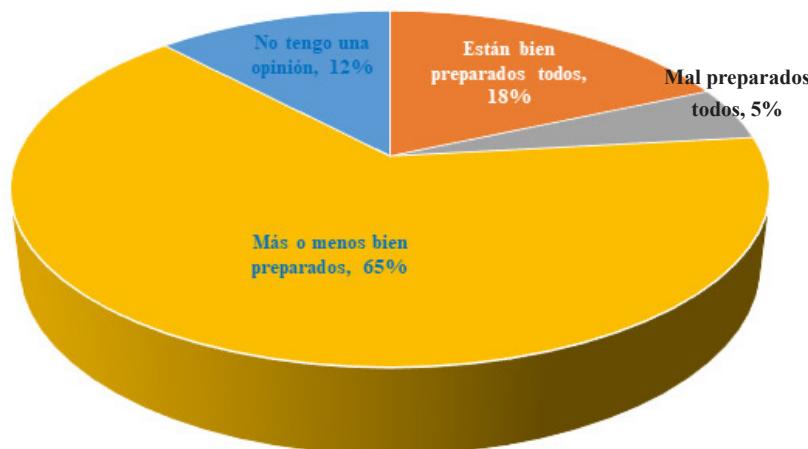


Figura 3
Presenta como perciben las personas encuestadas la preparación de los periodistas.
Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del estudio de campo.

ción de los periodistas locales, hecho observable en la Figura 3, denominado: “Opinión sobre la preparación de los periodistas”.

Preferencias Informativas

Los resultados muestran que el 64% de los encuestados prefiere información inmediata y breve, mientras que el 27% opta por información más amplia, publicada al día siguiente, y un 9% no manifestó preferencia. Este patrón se mantiene de manera similar entre hombres

y mujeres, con una ligera inclinación femenina hacia ambas opciones.

En cuanto a los medios consultados en las últimas 24 horas, los hallazgos que proviene de la aplicación del instrumento muestran que el medio de comunicación más visitado fue *Tiempo La Noticia Digital* con 492 menciones, seguido por *La Opción* con 271, *El Diario de Chihuahua* con 204 y *El Heraldo de Chihuahua* con 200, mientras que 198 personas declararon no haber consultado ningún medio en ese periodo. Lo que podemos observar en la Figura 4. Medios más visitados durante las últimas 24 horas.

Al indagar sobre las fuentes de información utilizadas, 577 menciones correspondieron a Internet y redes sociales, 220 a televisión, 208 a influencers o YouTubers y 111 a radio, lo que evidencia una fuerte predominancia del consumo digital para acceder a noticias.

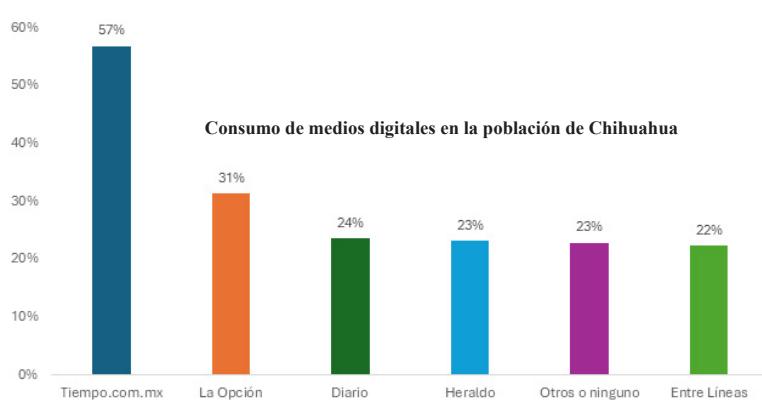


Figura 4
Muestra el consumo de medios digitales en la población de Chihuahua.
Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del estudio de campo.

En la Figura 5. “Uso de Facebook como fuente de noticias” siguiente se observa que la red social Facebook es la plataforma más utilizada para informarse, prácticamente el 47% de las personas encuestadas manifestó que la emplea todos los días para conocer las noticias; en tanto, que un 23% de los encuestados respondió que algunos días; el 15% manifestó que rara vez y finalmente el 15% afirmó que nunca.

En lo que hace al uso de la red social *TikTok* para conocer noticias, en la “Figura 6. Uso de TikTok como fuente de noticias” arroja lo siguiente:

Los hallazgos mostrados en el grafico anterior, muestran que la red social *TikTok* es utilizada por el 29% de las personas encuestadas para conocer noticias; sobre el mismo aspecto prácticamente el 17% respondió que algunos días lo utiliza para tal fin: el 21% expresó que rara vez lo utiliza para tal fin, y el 33% manifestó que nunca. Por su parte, la red social *YouTube* presenta un uso más equilibrado, hecho que podemos advertir en el gráfico la “Figura 7 Uso de *YouTube* como fuente de noticias”, siguiente:

En el gráfico anterior, se observa que prácticamente el 20% de usuarios utiliza la red social *YouTube* para conocer noticias; El 26% de las personas encuestadas manifestó que algunos días de la semana lo emplea para tal efecto; en tanto, que el 28% rara vez lo utiliza para tal fin. La red social *Instagram* mantiene un 38% que nunca la utiliza y un 26% que sí la consulta para noticias. *Instagram*, al ser considerada como una red social de compartir imágenes, la cual puede tener una fuerte vinculación con el fotoperiodismo (Rojas Torrijos y Panal Prior, 2017). La red social *X* (anteriormente *Twitter*)

¿Qué tan a menudo utiliza la red social Facebook para conocer las noticias?

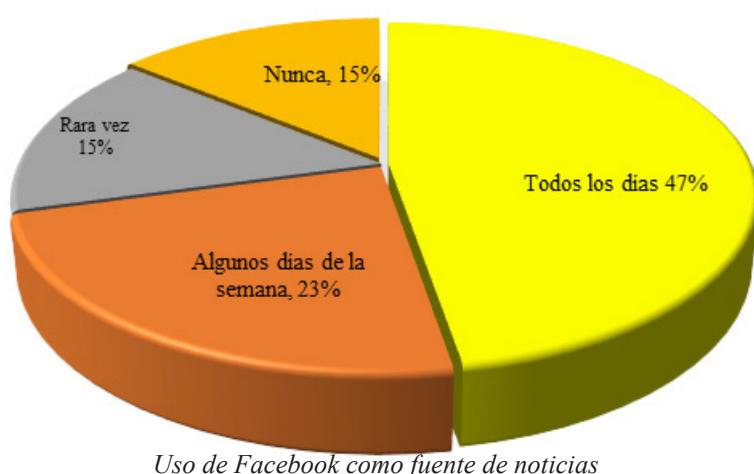


Figura 5
Muestra frecuencia de uso de Facebook para conocer noticias.
Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del estudio de campo.

¿Qué tan a menudo utiliza la red social *TikTok* para conocer noticias?

Uso de TikTok como fuente de noticias

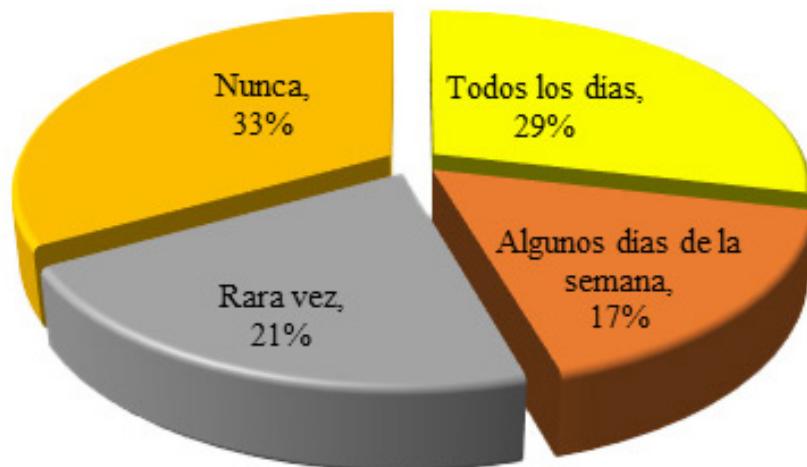


Figura 6
Muestra frecuencia de uso de TikTok para conocer noticias.
Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del estudio de campo.

¿Qué tan a menudo utiliza la red social YouTube para conocer las noticias?

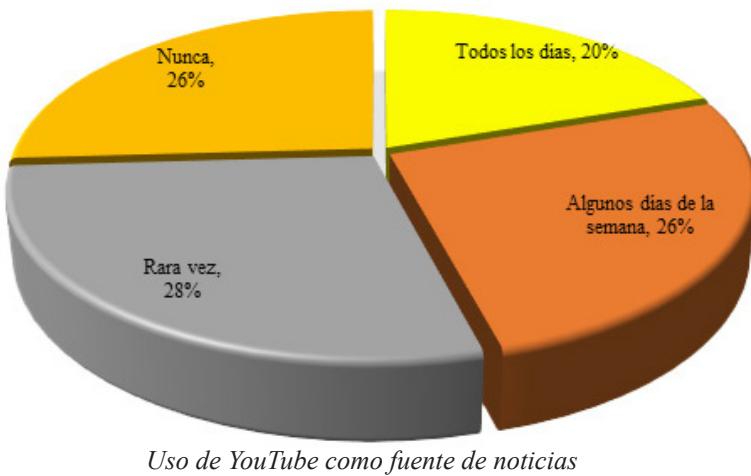


Figura 7
Muestra frecuencia de uso de YouTube para conocer noticias.
Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del estudio de campo.

ter) es de uso limitado, con un 58% que nunca la consulta y solo el 12% que lo hace diariamente. Spotify, a pesar de su popularidad como plataforma de audio, no es una fuente habitual para noticias: 59% nunca la utiliza para ese propósito, 16% rara vez, 7% algunos días y 18% todos los días.

En términos de confianza, los encuestados manifestaron mayor credibilidad en televisión abierta o por cable (335 menciones), seguido de

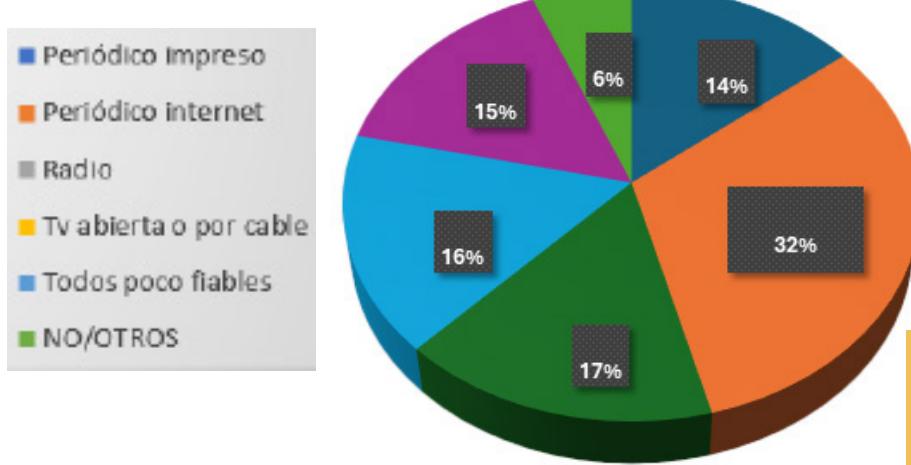
periódicos digitales (331), radio (213) y periódicos impresos (199). Las figuras de influencers y creadores de contenido como YouTubers o TikTokers obtuvieron menciones significativamente menores (51-39). En cuanto a la pérdida de audiencia percibida, los periódicos impresos registraron 721 menciones, seguidos de la radio con 377 y la televisión con 243; los periódicos digitales apenas obtuvieron 42 menciones, lo que refleja la estabilidad relativa de estos últimos en comparación con los medios tradicionales. Respecto a los noticiarios de radio escuchados cotidianamente, 294 personas indicaron no escuchar ninguno, mientras que “La Caliente” y “Radio Lobo” destacaron con 176 y 174 menciones respectivamente, seguidas de “Radio Universidad” (109) y “D95” (100).

Análisis sobre la confianza y pérdida de audiencia en medios

En el marco del estudio sobre consumo, confianza y percepción de los medios de comunicación en Chihuahua, la encuesta aplicada revela que las personas que cuentan con estudios universitarios el 32% de las selecciones correspondió a periódicos en internet, consolidándolos como la fuente más confiable, seguido por la radio y la televisión abierta o por cable, ambas con un 16%. Los periódicos impresos obtuvieron un 14%, mientras que un 15% de las selecciones indicó que todos los medios son poco fiables, reflejando un escepticismo significativo entre los universitarios. Además, un 6% optó por no comentar u otras opciones.

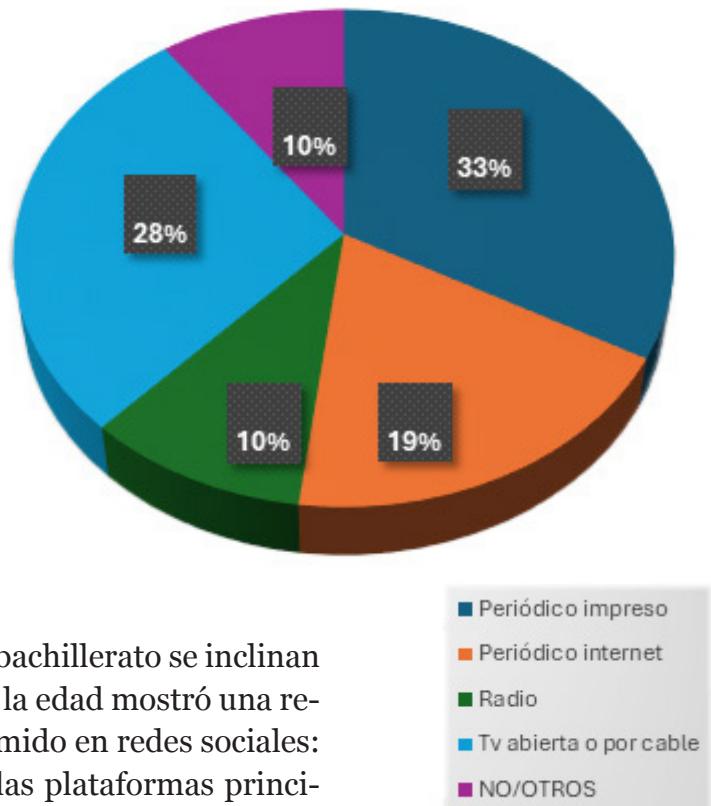
En el grupo de bachillerato, los resultados muestran que los periódicos impresos lideraron con un 33% de las seleccio-

Confianza y pérdida de audiencia en medios

**Figura 8**

Nota: La figura muestra la confianza y pérdida de la audiencia en medios. Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del estudio de campo.

Confianza y pérdida de audiencia en medios de comunicación

**Figura 9**

Muestra la confianza y pérdida de estudiantes en medios de comunicación.

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del estudio de campo.

nes, seguidos por la televisión abierta o por cable con un 28%. Los periódicos en internet obtuvieron un 19%, mientras que la radio fue seleccionada por un 10%. Además, un 10% correspondió a la categoría “no comentó” u otras opciones.

La escolaridad también influyó en el consumo de noticiarios de radio: los universitarios prefieren *Radio Lobo*, *La Caliente* y *Radio Universidad*, mientras que quienes completaron primaria o secundaria optan por *La Caliente* y *Radiofórmula*, y los de bachillerato se inclinan hacia *D95* y *La Caliente*. Finalmente, la edad mostró una relación con el tipo de contenido consumido en redes sociales: los jóvenes de 18 a 20 años utilizan las plataformas principalmente para memes, mientras que los mayores de 46 años priorizan las noticias, indicando un cambio generacional en la finalidad del consumo digital.

Relación entre edad y finalidad del uso de redes sociales

El análisis de los registros, correspondientes a personas entre 14 y 81 años, revela una relación clara entre la edad y el uso principal de las redes sociales. Al dividir la muestra en cuartiles por edad, se observa una tendencia consistente: a mayor edad, mayor interés por las noticias, y menor preferencia por el entretenimiento basado en memes. En el pri-

mer cuartil (jóvenes entre 14 y aproximadamente 20 años), solo 25 personas señalaron que ingresan a redes sociales principalmente para informarse, mientras que 155 lo hacen para ver y publicar memes. Esta diferencia se mantiene en el segundo cuartil, aunque ligeramente más equilibrada: 42 personas optan por las noticias como prioridad, contra 153 que prefieren los memes.

A partir del tercer cuartil, el patrón comienza a invertirse. Las noticias se convierten en una motivación más frecuente (59 personas), aunque los memes aún predominan con 106 respuestas. Finalmente, en el cuarto cuartil, correspondiente a personas mayores de aproximadamente 46 años, 96 personas declararon que utilizan las redes principalmente para acceder a noticias, superando a quienes prefieren memes (93 personas). Este comportamiento sugiere que, conforme avanza la edad, el uso de redes sociales con fines informativos se incrementa, mientras que el interés por el contenido lúdico o humorístico disminuye, lo que refleja diferencias generacionales en las prioridades comunicativas y de consumo digital.

Conclusiones

Los resultados obtenidos evidencian una valoración general positiva de las personas sobre la preparación profesional o nivel de formación de los periodistas de Chihuahua, lo que indica confianza hacia los profesionales del gremio en esta región.

No obstante que el 83% de las personas encuestadas estima positiva la preparación de los periodistas que trabajan en medios de comunicación, el estudio arroja evidencia que permite afirmar que las personas con estudios universitarios manifiestan mayor desconfianza hacia los medios impresos y preferencia por los digitales, mientras que quienes contaban con menor escolaridad confían más en los contenidos de la televisión y los periódicos impresos, de hecho la televisión abierta o por cable, es la que cuenta con mayor credibilidad, seguida de los periódicos digitales.

También hay evidencia en el sentido de que los jóvenes comprendidos en un rango de edad de 18 a 20 años tienden a consumir con mayor frecuencia contenido en formato de memes, mientras que los mayores de 46 años priorizan noticias formales. Lo que permite inferir que la tendencia en las personas, y más marcada en las nuevas generaciones, es a obtener información inmediata y breve en medios digitales, y de preferencia a través de imágenes y frase cortas.

Facebook sigue siendo la red social más utilizada para informarse, pues casi el 50% de los encuestados manifestó que lo emplea todos los días; seguido de *TikTok* con 28%, esto corrobora la tendencia en la búsqueda de información inmediata y breve también en redes digitales, tanto en texto, como imágenes y video.

Un dato relevante que destaca es que la fuerte predominancia del consumo digital para consultar noticias en medios de comunicación digital y a la vez como la fuente más confiable. De entre los medios de comunicación consultados, *Tiempo la Noticia Digital* destaca por ser el medio más consultado, la evidencia muestra dicho medio como el más mencionado, esta preferencia coincide con un estudio llevado a cabo en el año 2018, también resultó como el más mencionado entre los periódicos digitales, siendo en ese momento el más consultado (Guerrero, 2018, p. 310).

Referencias

- Cortés Campos, R. (2016). Consumo de medios noticiosos en redes sociales virtuales (RSV) entre estudiantes universitarios. *Razón y Palabra*, 93, 483-496. <http://www.revistara-zonypalabra.org>
- Guerrero, J. (2018). Análisis del cambio de la percepción social en relación con las no-tas violentas (Doctoral dissertation, Universidad de Sevilla).
- Katz, E., Blumler, J. G., & Gurevitch, M. (1974). Uses and gratifications research. In J. G. Blumler & E. Katz (Eds.), *The uses of mass communications: Current perspectives on gratifications research* (pp. 19–32). Sage Publications.
- Mitchelstein, E., y Boczkowski, P. J. (2018). Juventud, estatus y conexiones. Explicación del consumo incidental de noticias en redes sociales. *Revista Mexicana de Opinión Pública*, 13 (24), 131-145. <https://doi.org/10.22201/fcpys.24484911e.2018.24.61647>
- Hernández Cambor, C., y Moral Jiménez, M. V. (2024). Uso de las redes sociales virtuales y su relación con la percepción de soledad y las habilidades sociales en jóvenes adultos españoles de la generación Z y la generación Y. *Acta Colombiana de Psicología*, 27(1), 229-245. <https://doi.org/10.14718/ACP.2024.27.1.13>
- Herrera Cabello, J. (2020). La verificación de noticias y el problema de la inmediatez: Análisis de cobertura de una noticia falsa en medios digitales chilenos. *Tecnologías y métodos computacionales para la investigación en ciencias sociales y Comunicación*, 13(1), 138-158. <https://doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/disertaciones/a.7246>
- Pérez-Escoda, A., Barón-Dulce, G., y Rubio-Romero, J. (2021). Mapeo del consumo de medios en los jóvenes: redes sociales, ‘fake news’ y confianza en tiempos de pan-

de-mia. index.comunicación, 11(2), 187-208. <https://doi.org/10.33732/ixc/11/02Mapeod>

Rojas Torrijos, JL, y Panal Prior, A. (2017). El uso de Instagram en los medios de comunicación deportivos. Análisis comparado de Bleacher Report, Léquipe y Marca. Ámbitos. Revista Internacional de Comunicación, (38), 1-20.

Medios de comunicación off line Vs. medios on line: exclusión o integración mercadotécnica

Resumen

Los medios de comunicación impresos, radio y televisión son desplazados en apariencia por nuevas e interactivas tecnologías. El declive en audiencia es paradójico con su utilidad como contrapeso del abuso de poder y con la inversión que está por encima del recurso destinado a medios digitales. Los medios on line tienen como ventaja un inmenso auditorio, con quien posibilitan la retroalimentación continua, situación ajena a los medios tradicionales. De la revisión a la literatura realizada con motivo del presente ensayo se encuentra la coincidencia en que ambos medios se complementan y no se excluyen en términos de marketing.

Palabras clave: Medios de comunicación off line y on line, marketing, publicidad.

Abstract

The print media, radio and television are displaced in appearance by new and interactive technologies. The decline in audiences is paradoxical with its usefulness as a counterweight to the abuse of power and investment that is above the resource for digital media. The online media have the advantage of an immense auditorium, with whom they enable continuous feedback, a situation outside the traditional media. From the review to the literature made on the occasion of this essay is the coincidence in which both means are complemented and are not excluded in terms of marketing.

Key words: Media off line and on line, marketing, advertising.

I.- Introducción

Uno de los conceptos más aceptados del marketing es el que lo define como “el resultado de la actividad de las empresas que dirige el flujo de bienes y servicios desde el productor hasta el consumidor o usuario, con la pretensión de satisfacer a los consumidores y permitir alcanzar los objetivos de las empresas” (Coca, 2006).

La evolución de la mercadotecnia ha sido gradual. En un inicio se realizaba de boca en boca por los clientes de un producto

Roberto Piñón
Olivas¹.
María Cristina
Estrada Hernández¹.
César René Nevarez
Arguijo¹.

-(1) Facultad de
Ciencias Políticas y
Sociales

Universidad
Autónoma de
Chihuahua

Recibido: 25 de
agosto 2025

Aceptado 29 de
septiembre de 2025

o servicio. Luego fueron los medios de comunicación masivos tradicionales (off line), prensa, radio y televisión, el vehículo preferente para la promoción. Hoy son las herramientas de internet (on line), como redes sociales, buscadores o páginas web, las que permiten una promoción multimedia personalizada al consumidor. Modernidad e instrumentos arcaicos como los mercados conviven en la actualidad (Fischer, 2011).

Por periodismo tradicional debe entenderse prensa escrita, radio y televisión, y por digital, plataformas online, redes sociales y formatos multimedia (Sarmina, 2017) (Salaverría, 2019).

Hoy en día los periódicos impresos desaparecen extintos por su baja circulación y migran a la internet. La radio y la televisión, medios de comunicación, de una sola vía, sin posibilidad de retroalimentación, son superados por la video comunicación interactiva de las plataformas basadas en internet, flexible, ágil, y global (Himpe et al, 2008).

Una de las grandes ventajas del periodismo digital sobre el periodismo tradicional es que, siguiendo a Sarmina (2017), permite mayor interacción con la audiencia y fomenta la participación ciudadana, a diferencia del modelo unidireccional tradicional; adicionalmente permite una inmediatez y alcance global, que paradójicamente afectan la profundidad y verificación de la información (Farid, 2023), poniendo en riesgo la credibilidad y calidad periodística (Tammineni, 2024).

No obstante, el entorno digital por su propia naturaleza innovadora, podría propiciar la creatividad, la personalización y la convergencia de medios (Boguslavskaya, 2019).

De acuerdo con Tavares (2019) la circulación total estimada de los diarios estadounidenses ha disminuido en un cincuenta por ciento; la publicidad se ha caído casi en dos tercios y la fuerza laboral a la mitad.

En el Estado de Chihuahua en los últimos tres años han desaparecido tres periódicos, el Heraldo de la tarde, el Norte y Crónica. Recientemente la Organización Editorial Mexicana cerró los periódicos regionales en los municipios de Cuauhtémoc y Delicias (Diario, 2019).

Paradójicamente, “su decadencia nos recuerda su importancia. Los periódicos impresos y en línea son los guardianes de la democracia y el estado de derecho. Proporcionan información a los ciudadanos, movilizan a los grupos en torno a los problemas y sirven como vigilantes contra los delitos o excesos de poder” (Tavares, 2019).

Ante ello, se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿siguen siendo los medios de comunicación tradicionales off line importantes para la mercadotecnia?

El objetivo del presente ensayo es determinar la importancia de los medios de comunicación off line en la mercadotecnia. Para ello se realizó una consulta en la literatura existente utilizando como motor de búsqueda Redalyce y la inteligencia artificial Consensus.

La importancia como concepto caracterizador es definido como lo conveniente para cumplir el objeto o finalidad de una acción (RAE, 2019); en el caso de la mercadotecnia en estricto sentido es el posicionamiento del producto o la marca en un mercado con fines de satisfacer necesidades (Mestre et al, 2014), en un mundo sumamente complejo, donde la mercadotecnia es indispensable (Romero y Villagra, 2014), con fenómenos parádójicos tal es el caso de la dispersión y/o la alta concentración poblacional.

La hipótesis planteada es que pese a las dificultades que enfrentan los medios de comunicación tradicionales, también conocidos como off line, siguen siendo importantes para la mercadotecnia, es decir, para posicionar productos y servicios con fines mediatos e inmediatos.

II.- Desarrollo

Los medios de comunicación digitales son auténticos conductos de interlocución. De conformidad con la Asociación Mexicana de Internet (AIMX, 2014) el nivel de retroalimentación es alto, de hasta 323 reacciones por publicación, donde un 56 por ciento de personas expuestas a la publicidad en la red ha adquirido un producto.

De acuerdo con la Asociación Mexicana de Internet citada por el Instituto Belisario Domínguez del Senado de la República (2016) en México había 65 millones de usuarios de internet en 2015, el 59 por ciento de la población nacional.

La población usuaria de internet para fines comerciales se concentra en la edad de 18 a 44 años con el 76%, con un consumo total de 396.04 miles de millones de pesos en 2017 (AIMX, 2018).

El 79 por ciento de las empresas utilizan redes sociales para posicionar sus productos o marcas. El estudio de Marketing Digital y Social Media 2014 indica que solamente las empresas encuestadas tenían 1.8 millones de seguidores en Facebook y Twitter (AIMX, 2014).

Los medios on line que tienen un alto nivel interactivo, que permite la desmasificación de los medios de comunicación (Barbosa, 1995) a través de la personalización o diseño específico de la comunicación.

Esta circunstancia potencia el crecimiento de los medios digi-

tales (Arens et al, 2000), con la ventaja, de que permite superar la saturación publicitaria en los medios masivos (Madrid, 2000). La publicidad se va haciendo personalizada, incluso con o sin permiso del cibernauta, generando cambios considerables para la práctica del Marketing (García et al, 2017).

Pero ¿con tantas bondades de los medios on line, por qué considerar a los medios off line?

Una respuesta es por su carácter de entretenimiento (Pérez, 2000), mediante el cual se persuade con fines comerciales o políticos. Esto aún y cuando se trata de mecanismos de participación limitados (Masip y Suau, 2014), sin interacción y con un espectador pasivo (Gómez et al, 2011).

Los medios masivos se hacen necesarios para dar a conocer un producto o un bien (Velázquez, 2010), a segmentos específicos donde los medios digitales no llegan o lo hacen con debilidad.

Pero resulta ilógico que frente a esas ventajas con que cuentan los medios on line, los medios tradicionales particularmente la televisión abierta, presenta ventas de 4 a 1 en relación con la publicidad en internet (Mancera, 2015).

De hecho, los medios fuera de línea, como los cupones impresos, aumentan efectivamente el comportamiento del consumidor en la promoción de ventas, de manera muy particular en aquellos con gran apego en la marca (Togawa et al, 2024).

Un ejemplo claro de ello son las vallas publicitarias (Rama-chandran y Mandalia, 2021), mediante el uso de tecnologías digitales, son un verdadero embudo mercadológico, pensando por ejemplo en espectáculos masivos como el futbol y otros deportes.

Incluso hay estudios (Vasanthakumar et al, 2025) que indican que el marketing fuera de línea es mucho más efectivo para la venta de ciertos productos que el marketing en línea.

De acuerdo a éste análisis de Mancera (2015), representante en México de la firma Ernest & Young, el medio que más influye en la decisión de compra de productos de consumo en México es la televisión (43%), seguido por la internet (9.6%), la radio (4.7%), y los periódicos (2.4%).

¿Qué hacer frente a esta realidad, con una penetración incesante de medios on line y la innegable utilidad de los medios off line?

El objetivo de la mercadotecnia al final es generar impacto (Fernández, 2008) mediante el uso de todos los medios posibles, con el fin de lograr los objetivos comerciales, cualesquiera que estos sean, el posicionamiento de la marca o la venta.

El marketing es un proceso integral (Dávila y Sibaja, 2014), que utiliza las múltiples posibilidades mediáticas para emitir

sus mensajes.

En ese carácter integral participan los diversos medios de comunicación como sostienen Corella (1998) y Fernández (2008), con el fin de fortalecer imagen, marca y posicionar productos. Pese a la desventaja de los medios tradicionales frente a los digitales, ambos tipos de medios son complementarios mediante un marketing mix o mezcla de medios publicitarios (Calicchio, 2016; Govea et al, 2012); aspecto necesario en una auténtica sociedad teledirigida, con fines de mayor rentabilidad, donde la mercadotecnia estratégica sirve de cimiento de la comunicación integral (Pelayo et al, 2014). Por ello, la publicidad difícilmente prescinde de los medios de comunicación masiva (Socatelli, 2011)

Al respecto, Mancera (2015) propone una mercadotecnia multiplataforma, particularmente en México, donde la Televisión Abierta presenta el mayor rendimiento en niveles de gasto (87%), inversión (73%), alcance en hogares (88%) y efectividad tanto en ventas (43%) como en lealtad de clientes a largo plazo, frente a un internet pulverizado, que aún tiene camino que recorrer en esos indicadores.

III.- Conclusión

Las características de los medios de comunicación on line permiten una mayor ventaja en entretenimiento, interacción, personalización de contenidos y menor saturación de publicidad. Contrario a ello, los medios de comunicación off line conservan nichos de audiencia masivos, particularmente la radio y la televisión, cuya gratuidad constituye una ventaja competitiva para los segmentos poblacionales de menor ingreso, incluido el 41 por ciento que carece de internet.

Ambos tienen ventajas y desventajas, como podrá observarse en la figura 1.

Contrario a lo que se piensa de los medios tradicionales, aún conservan la pauta publicitaria mayoritaria en el país, con los mejores resultados mediatos e inmediatos de ventas y fortalecimiento de marca.

Los medios de comunicación tradicionales son una opción obligada para el marketing. Considerarlos representa una adecuada mezcla publicitaria, para llegar a nichos de audiencia cautivos, donde los medios digitales requieren un reforzamiento en el mensaje, mediante espontaneidad o masificación.

Estamos frente a una especie de transición, donde el consumidor milenial o centenario, no tiene problema alguno con prescindir de los medios tradicionales, pero los consumidores que nacieron antes de la década de los ochentas se encuentran en la

Comparativo entre medios de comunicación de acuerdo a la información recabada.**Medios On Line** **Medios Off Line****VENTAJAS:**

- La interactividad, la retroalimentación continua con un inmenso auditorio.
- Comunicación flexible, ágil y global.
- 56% de personas expuestas ha adquirido un producto
- 79% de las empresas usa redes sociales para posicionarse

DESVENTAJAS

- La inmediatez puede afectar la profundidad y verificación de la información.
- El internet es un medio "pulverizado" que aún está por detrás de la TV en ciertos indicadores.

**Medios Off Line****VENTAJAS**

- La televisión es el medio que más influye en la decisión de compra en México (43%) frente a internet (9.6%).
- Las ventas de publicidad en TV abierta son de 4 a 1 en relación con internet, con mayor rendimiento en inversión y alcance.
- Asumen papel de "guardianes de la democracia" con alcance en nichos cautivos, incluyendo el 41% de la población sin internet.

DESVENTAJAS

- Son medios de "una sola vía, sin posibilidad de retroalimentación" con espectador "pasivo".
- Declive en la audiencia, con desaparición de periódicos por baja circulación.

Figura 1
Comparativo entre medios de comunicación de acuerdo a la información recabada.
Fuente: Elaboración propia.

encrucijada de aprender a utilizar los modernos medios digitales, aún y cuando aún son cautivos de los medios tradicionales. Elemento a tomar en cuenta en una adecuada planeación y ejecución de marketing.

La mezcla de medios off line y on line es necesaria para cumplir el objeto de la mercadotecnia, donde unos y otros son considerados en una planeación y ejecución adecuada de la estrategia de posicionamiento de productos y servicios.

Una sinergia (Naik y Peters, 2009) que mejore la efectividad con fines de alcanzar mayores niveles de ventas, potenciando ambos tipos de medios de comunicación. La clave entonces podría estar en la adaptación a dichos medios (Darwis et al, 2022).

Referencias

- Asociación de Internet MX. (2018). Estudio de comercio electrónico en México en 2018. <https://www.asociaciondeinternet.mx/es/component/rempository/Comercio-Electronico/Estudio-de-Comercio-Electronico-en-Mexico-2018/lang,es-es/?Itemid=1>.
- Asociación de Internet MX. (2014). Estudio de marketing digital y social media 2014. <https://www.asociaciondeinternet.mx/es/component/rempository/Marketing-Digital-y-Redes-Sociales/MKT-Digital-y-Redes-Sociales-en-Mexico-2014/lang,es-es/?Itemid=1>.
- Arens, W. F., Sánchez, R. M. R., Arcaute, I. R., & Dommete, J. (2000). Publicidad. McGraw-Hill.
- Barbosa, C. A. (1995). Hipersegmentación de los mercados en la nueva era del marketing relacional. Boletín de Lecturas Sociales y Económicas, 7, 12–16.

- Boguslavskaya, V. (2019). New functions of journalism in the digital environment. <https://doi.org/10.15405/EPSBS.2019.08.02.25>
- Calicchio, S. (2016). El marketing de manera sencilla: La guía práctica sobre las estrategias básicas de mercadotecnia profesional y orientación comercial. [Editorial].
- Coca Carasila, M. (2006). El concepto de marketing: pasado y presente. *Perspectivas*, 9(18), 41–72.
- Corella, M. (1998). Perfiles de la comunicación en las organizaciones. En *El poder de la comunicación en las organizaciones* (pp. 159–192). Valés Editores/Universidad Iberoamericana.
- Darwisi, M., Nasrullah, M., & Arhas, S. (2022). Estudio comparativo: El uso de medios de aprendizaje en línea y fuera de línea. *SHS Web of Conferences*, 149, 01011. <https://doi.org/10.1051/shsconf/202214901011>.
- Dávila Ruiz, D., & Sibaja Ramírez, R. (2014). Estrategia de comunicación integral de mercadotecnia para una ONG con enfoque educativo. *Innovaciones de Negocios*, 11(21), 15–34.
- Diario.mx. (2019, 23 de marzo). Cierran el Heraldo de Delicias y de Cuahtémoc. <https://diario.mx/estado/cierran-el-heraldo-de-delicias-y-de-cuahtemoc-20190322-1493448/>
- Farid, A. (2023). Changing the paradigm of traditional journalism to digital journalism: Impact on professionalism and journalism credibility. *Journal International Dakwah and Communication*. <https://doi.org/10.55849/jidc.v3i1.374>
- Fischer, L., & Espejo, J. (2011). Mercadotecnia (4^a ed.). McGraw-Hill.
- Fernández, M. D. L. L. (2008). Comunicación integral e industria publicitaria. *Razón y Palabra*, 13(63).
- García Medina, I., Farias Coelho, P., & Bellido-Pérez, E. (2017). New trends in marketing due to the growth of internet usage. *Razón y Palabra*, 21(98), 276–285.
- Gómez Castellanos, R. M., Ortiz Marín, M., & Concepción Montiel, L. E. (2011). Tecnologías de la comunicación y política 2.0. *Espacios Públicos*, 14(30).
- Govea, M. G., Chacón, R. G. M., & Dávila, J. M. (2012). El enfoque de la publicidad y promoción de ventas en la mercadotecnia. *Observatorio de la Economía Latinoamericana*, (175).
- Himpe, T., Danto, A. C., Sabbagh, A., Ardila, R., Palmero, F., & Gorráez, M. C. (2008). La publicidad de vanguardia. *Boletín NA*, 25, 7–12.
- Instituto Belisario Domínguez. (2016). Hábitos de los usuarios de internet y redes sociales en México 2016. <http://bibliodigital.senado.gob.mx/bitstream/handle/123456789/2119/VC44.pdf?sequence=1&isAllowed=true>
- Madrid, J. E. (2000). Dinámica de mercado, globalización y medios de comunicación en México. Números.
- Mancera, S. C. (2015). ¿La estrategia de medios de tu compañía tiene la dirección adecuada? Ernst & Young Global.
- Masip, P., & Suau, J. (2014). Audiencias activas y modelos de participación en los medios de comunicación españoles. *Hipertext.net: Revista Académica sobre Documentación Digital y*

- Comunicación Interactiva, (12).
- Mestre, M. S., Villar, F. J. V., & Guzmán, A. D. C. S. (2014). Fundamentos de mercadotecnia. Grupo Editorial Patria.
- Naik, P., & Peters, K. (2009). Un modelo jerárquico de comunicaciones de marketing para las sinergias de los medios online y offline. *Journal of Interactive Marketing*, 23, 288–299. <https://doi.org/10.1016/j.intmar.2009.07.005>
- Pelayo, C. A. D., Martínez, E. F. L., Monroy, R. G., & Ortiz, C. L. P. (2014). Mercadotecnia digital y publicidad online. Editorial Universitaria, Libros UDG.
- Pérez, A. M. (2000). Identidad, sentido y uso de la radio educativa. En Salamanca (pp. 387–404). [Editorial].
- Real Academia Española. (2019). Diccionario de la lengua española. <https://dle.rae.es>
- Ramachandran, S., & Mandalia, M. (2021). ¿Se están convirtiendo los medios offline en el principal impulsor de la interacción online? Una revisión de las tendencias y oportunidades recientes. *Journal of Digital & Social Media Marketing*. <https://doi.org/10.69554/qlnd1061>
- Romero, K. M., & Villagra Olivas, L. M. (2014). La aplicación de la mezcla de mercadotecnia en la empresa de servicio Barista Café Nica en la ciudad de Matagalpa, II semestre, 2013 [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua]. Repositorio Institucional UNAN-Managua.
- Salaverría, R. (2019). Digital journalism. In The International Encyclopedia of Journalism Studies. <https://doi.org/10.3145/EPI.2019.ENE.01>
- Sarmina, H. (2017). The newest forms of journalism in digital age of mass communication, 3, 64–75.
- Socatelli, M. (2011). La promoción y la gestión de medios. Promonegocios. <https://www.promonegocios.net/>
- Tammineni, S. (2024). The challenges and role of modern journalism in digital media enterprises. ShodhKosh: Journal of Visual and Performing Arts. <https://doi.org/10.29121/shodhkosh.v5.i7.2024.1921>
- Tavares, R. (2019, 25 de febrero). Como pueden sobrevivir los periódicos: Midiendo su impacto social. World Economic Forum. <https://www.weforum.org/agenda/2019/02/how-can-newspapers-survive-by-measuring-their-social-impact/>
- Togawa, T., Ishii, H., Kwon, S., Hiraki, I., & Onzo, N. (2024). Efectos de los medios promocionales online y offline en la respuesta del consumidor. *Journal of Advertising Research*, 64, 416–429. <https://doi.org/10.2501/jar-2024-030>.
- Vasanthakumar, K., Divakar, G., Ravisankar, P., & Lakshathi, R. (2025). Estudio comparativo del análisis de técnicas de marketing en línea y marketing fuera de línea para accesorios móviles en la región de Poonamallee. Revista ASET de Ciencias de la Gestión. <https://doi.org/10.47059/ajms/v4i2/31>.
- Velázquez, H. G. (2010). La publicidad y su análisis en lingüística y mercadotecnia: Publicidad para hispanos en los Estados Unidos. *Revista Iberoamericana de Lingüística*, 5.

Viabilidad económica de la producción de chile de árbol deshidratado en una zona rural de Chihuahua

Resumen

La producción agrícola en el Estado de Chihuahua representa un pilar importante en la economía de México, destacándose por su impacto en el empleo y el desarrollo regional. En las zonas rurales de Chihuahua, el cultivo de chile de árbol deshidratado (*Capsicum annuum*) ha cobrado relevancia por su alta demanda en la gastronomía nacional e internacional. El presente estudio se centra en una microempresa productora de este cultivo, con el objetivo de evaluar su viabilidad económica. Mediante un análisis detallado de los costos totales de producción y comercialización, se identificaron los principales factores que inciden en estos procesos. A partir de estos hallazgos, se plantean estrategias orientadas a mejorar la competitividad y sustentabilidad del cultivo, contribuyendo al fortalecimiento económico de la región. Se concluye que es posible mejorar el ingreso de las empresas familiares mediante la producción de chile de árbol.

Palabras clave: Cultivo agrícola, economía, sustentabilidad, viabilidad.

Fabiola Iveth Ortega Montes¹.

María Guadalupe Macías López¹.

Héctor Hugo Domínguez Aragón¹.

-(1) Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales

Universidad Autónoma de Chihuahua

Recibido: 25 de agosto 2025

Aceptado 29 de septiembre de 2025

Abstract

Agricultural production in the State of Chihuahua represents an important pillar in Mexico's economy, standing out for its impact on employment and regional development. In the rural areas of Chihuahua, the cultivation of dehydrated tree chili (*Capsicum annuum*) has gained relevance due to its high demand in national and international gastronomy. This study focuses on a micro-enterprise producing this crop, with the aim of evaluating its economic viability. Through a detailed analysis of the total costs of production and marketing, the main factors that affect these processes were identified. Based on these findings, strategies are proposed aimed at improving the competitiveness and sustainability of the crop, contributing to the economic strengthening of the region. It is concluded that it is possible to improve the income of family businesses through.

Keywords: Agricultural cultivation, economy, sustainability, viability.

Introducción

Los chiles son especies vegetales que tienen gran trascendencia en la cultura gastronómica y forman parte de la identidad de México. La agricultura en México constituye un componente esencial de la economía nacional, destacando su impacto en la generación de empleo y el impulso al desarrollo regional. El cultivo de chile de árbol deshidratado (*Capsicum annuum*) ha adquirido una importancia estratégica en la región de Meoqui, Chihuahua, debido a su alta demanda en la cocina tanto nacional como internacional (Camarena, D., y Sandoval, S. 2016). En la microempresa en estudio, ubicado en esta zona, se han aprovechado las condiciones agroclimáticas favorables para consolidarse como productor de este cultivo. Sin embargo, ante los retos actuales del sector agrícola, es indispensable realizar un análisis detallado de la viabilidad económica asociada a su producción, con el fin de identificar oportunidades de mejora para fortalecer su competitividad. El presente estudio forma parte de un proyecto de investigación iniciado en 2022, inscrito en la línea Desarrollo y Puesta en marcha de Agronegocios, cuyo objetivo es identificar la viabilidad económica del producto de chile de árbol deshidratado (*Capsicum annuum*), aprovechamiento los recursos naturales y desarrollo económico y socioeconómico en la región.

Antecedentes

México se ha catalogado como un país altamente productor y consumidor de chile, por esta razón se consumen varios tipos de especie, según la región y el tipo de vegetación (Rodríguez, et al, 2023). El chile de árbol tiene varios significados y usos importantes en las zonas rurales de Chihuahua particularmente. El significado cultural representa una tradición culinaria como ingrediente fundamental en la cocina mexicana preparando salsas picantes, caldos, sazonador de carne, guisos y platillos típicos.

En las zonas rurales las familias lo cultivan en sus solares o lo recolectan como parte de su independencia alimentaria y su conocimiento agrícola heredado de sus descendientes.

En una zona rural de Chihuahua, la microempresa donde se desarrolló el estudio ha sido administrada por tres generaciones, su producción incluye desde la mano de obra, compras, venta, hasta la distribución, con excepción de la cosecha. La única actividad del proceso donde se emplea mano de obra externa es en la cosecha. Esta empresa se encuentra bajo el régimen simplificado de confianza, el rancho cuenta con un 20% de su tierra cultivable destinada para el cultivo de chile árbol y

un 3% del terreno para los procesos de deshidratación.

Materiales y Métodos

La presente investigación se desarrolló en una microempresa agrícola dedicada a la producción de distintos cultivos, entre ellos el chile de árbol deshidratado. Este se encuentra ubicado en las afueras del municipio de Meoqui, Chihuahua. Para el logro del objetivo se evalúo el proceso productivo del Chile de árbol deshidratado (*Capsicum Annuum*) realizado en la microempresa bajo los siguientes objetivos específicos: Realizar el estudio técnico y socioeconómico basado en la evaluación de proyectos, y analizar la viabilidad económica y financiera, mediante el cálculo de los indicadores financieros.

Se realizó un estudio técnico y socioeconómico basado en la evaluación de proyectos del autor Baca Urbina séptima edición; se empleó el instrumento de entrevistas y Excel para capturar y analizar los datos.

Para el análisis de la viabilidad económica y financiera, se calcularon los indicadores financieros, empleado el método de evaluación de proyectos de FIRA.

Resultados

Se elaboró la definición del propósito de la microempresa a través de la misión, visión y valores.

Misión:

Proveer a nuestros clientes con productos de Chile de árbol deshidratado de la más alta calidad, cultivados y procesados con técnicas sostenibles y respeto por el medio ambiente, brindando un producto fresco, con firmeza y de color uniforme.

Visión:

Ser reconocidos a nivel local en la producción sostenible y comercialización de Chile de árbol deshidratado, buscando constantemente la innovación en nuestros procesos para mantener la excelencia y la conservación de los recursos naturales.

Valores:

1. Calidad: Nos comprometemos a ofrecer productos consistentes apegados a las expectativas de nuestros clientes.

2. Sostenibilidad: Implementamos prácticas agrícolas y de procesamiento responsables que preserven el entorno natural y promuevan la salud del ecosistema local.

3. Integridad: Operamos con honestidad, transparencia y ética en todas nuestras interacciones, fomentando la confianza en nuestras relaciones comerciales y con la comunidad.

4. Compromiso: Estamos comprometidos con el bienestar de nuestros colaboradores, la comunidad local y el medio ambiente en general, fomentando un impacto positivo y sostenible en

la sociedad.

La cadena de suministro se elaboró con base en los resultados de entrevista con los responsables de la microempresa. El proceso resultante incluyó las siguientes etapas: selección y tratamiento de semilla, preparación del terreno, siembra, labores culturales, riegos, control de maleza y plagas, cosecha manual (pisca), deshidratación al sol, selección y clasificación del producto, almacenamiento y venta, además se identificó el equipo utilizado, se estimaron tiempos de mano de obra y se definieron las áreas de trabajo involucradas en cada etapa. Esta sistematización permite comprender integralmente la operación productiva del cultivo y abre oportunidades para su optimización.

Se identificaron y desglosaron los costos directos e indirectos de producción por hectárea, incluyendo insumos, maquinaria, mano de obra, procesos postcosecha y logística de comercialización. Se observó que los costos totales resultaron en \$58.00 por Kg, y un precio de venta de \$85.00 por Kg, los costos más significativos se concentraron en la mano de obra con un 62%, especialmente en las etapas de pisca y selección. Este resultado permite enfocar propuestas de mejora en estos puntos críticos del proceso.

Al realizar el análisis financiero se encontró que la viabilidad económica en la producción de este cultivo, representa una rentabilidad positiva, con un beneficio costo (B/C) de 1.18 y una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 27.16%. Estos valores indican una opción viable y sostenible para los administradores de la microempresa, teniendo un área de oportunidad de mejora al identificar los costos y potencial para invertir en la empresa.

Discusión

Los resultados obtenidos de mano de obra representan el 62% del total de costos, estos datos similares a la literatura que indica que los salarios y costos de mano de obra representan el 42% de los gastos de producción para operaciones de invernadero y viveros y el 40% para operaciones de frutas y nueces, según datos del Censo Agrícola de 2022.

La concentración de costos en las etapas de pisca y selección refleja que la investigación económica sugiere la inversión en tecnología de selección lo que está de acuerdo con las tendencias económicas actuales. En cuanto a los indicadores financieros obtenidos (TIR: 27.16% y B/C: 1.18) resultan dentro de rangos aceptables para proyectos agrícolas. La investigación de Hubei, China (Peng, J., et.al; 2022) demostró que, por cada

unidad de aumento en el nivel de mecanización, los ingresos aumentan en 3.143 unidades para todos los cultivos, y la tasa de retorno aumenta, lo que respalda la propuesta de invertir en maquinaria seleccionadora.

En cuanto a las proyecciones económicas actuales estas indican que los gastos de producción agrícola en Estados Unidos ascendieron en el 2024, en \$453.9 mil millones, con aumentos en mano de obra. Además, los expertos mencionan que la reducción de la disponibilidad de inmigrantes para el trabajo agrícola aumentará los costos laborales y eventualmente llevará a nuevas innovaciones tecnológicas que mejoren la eficiencia laboral agrícola e incluso tecnologías que puedan cosechar mecánicamente frutas y vegetales delicados.

Los costos identificados donde el precio de venta fue de \$85.00 por kg contra los costos de producción de \$58.00 por kg, y un margen bruto del 31.8%, indica que está dentro de los parámetros competitivos del sector. Las últimas investigaciones confirman que la utilización de tecnologías, incluyendo irrigación, mecanización y mapeo de suelos, no solo confieren beneficios directos en términos de costos reducidos de insumos y mano de obra, sino que también amplifican los beneficios de semillas y fertilizantes.

Conclusiones

Se concluye que es posible mejorar el ingreso de las empresas familiares mediante la producción de chile de árbol, ya que con una TIR del 27.16%, el proyecto demuestra viabilidad superior a muchas alternativas de inversión en el sector agrícola, donde las tasas promedio oscilan entre 15-20%.

A partir de los resultados de los objetivos, se propusieron las siguientes estrategias para mejorar la rentabilidad y sostenibilidad de la microempresa entre ellas esta: promover la mecanización parcial de la pesca para reducir los costos laborales y optimizar el proceso de selección del chile con supervisión directa (líder de mesa) que reduzca tiempos improductivos, así como la identificación de nuevos nichos de comercialización que valoren el producto a mejores precios, así como aprovechar las oportunidades en la transformación y venta de productos derivados del chile deshidratado, y asegurar un control financiero mensual con la finalidad de mejorar la toma de decisiones.

Agradecimientos

Esta investigación se realizó gracias a la colaboración de los administradores de la microempresa Meléndez.

Referencias

- Baque Villanueva, L. K., Viteri Intriago, D. A., Álvarez Gómez, L. K., & Izquierdo Morán, A. M. (2020). Plan de negocio para emprendimientos de los actores y organizaciones de economía popular y solidaria. *Revista Universidad y Sociedad*, 12(4), 120-125.
- Camarena, D., Sandoval, S. (2016). Etnocentrismo y comida típica regional: una caracterización de las preferencias y consumo de la población urbana de Sonora|| Ethnocentrism and Traditional Regional Food: A Characterization of the Preferences and Consumption of the Sonora Urban Population. *Razón y Palabra*, 20(3_94), 501-516. <https://revistarazonypalabra.org/index.php/ryp/article/view/721>
- Castro, A. M., Castro, J. A. M., & Martínez, F. R. A. (2014). Administración financiera. Grupo Editorial Patria.
- Christensen, M. (2018). “Assessing the regional socio-economic impact of the European R&I program “, JRC Working Papers on Territorial Modelling and Analysis 2018-05, Centro Común de Investigación (sede de Sevilla). <https://ideas.repec.org/p/ipt/termo/201805.html>
- De La Hoz Suárez, B. et. al.(2008) Indicadores de rentabilidad: herramientas para la toma decisiones financieras en hoteles de categoría media ubicados en Maracaibo. *Revista de Ciencias Sociales* v.14 n.1 Maracaibo abr. 2008. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1315-95182008000100008#:~:text=La%20rentabilidad%20econ%C3%B3mica%20incluye%2C%20seg%C3%BAn,inversi%C3%B3n%20neta%20de%20la%20empresa
- Economic Research Service, U.S. Department of Agriculture. (2024). Farm labor. <https://www.ers.usda.gov/topics/farm-economy/farm-labor>
- Equipo editorial de IONOS. (2023, 12 septiembre). Oferta y demanda: así afectan al mercado. IONOS Startup Guide. <https://www.ionos.mx/startupguide/gestion/oferta-y-demanda/>.
- Guerrero, R. (2015). Niveles de dormancia en semillas de chile silvestre de diferentes ecoregiones y desarrollo de protocolos para la germinación y regeneración de accesiones. MsC tesis, Universidad Autónoma de Aguascalientes. <http://bdigital.dgse.uaa.mx:8080/xmlui/handle/11317/418>
- INAFED. (2021). Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. <https://www.gob.mx/inafed>
- Mejoramiento del proceso de producción, por medio de una metodología sistemática, para CONGRESUR. C.A. <https://virtual.urbe.edu/tesispub/0094357/cap02.pdf>
- National Agricultural Statistics Service, U.S. Department of Agriculture. (2022). 2022 Census of Agriculture. <https://www.nass.usda.gov/Publications/AgCensus/2022/>
- Peng, J., Zhao, Z., & Liu, D. (2022). Impact of agricultural mechanization on agricultural production, income, and mechanism: Evidence from Hubei Province, China. *Frontiers in Environmental Science*, 10, 838686. <https://doi.org/10.3389/fenvsci.2022.838686>

vs.2022.838686

Rentabilidad Financiera y Reducción de Costos. Morillo, Marisela.
Morillo, Marisela. Rentabilidad Financiera y Reducción de
Costos. Actualidad Contable FACES. Año 4 No. 4, Enero-Ju-
nio 2001. Mérida. Venezuela.

<https://www.redalyc.org/pdf/257/25700404.pdf>

Rodríguez, L.K, Ortega, M.F., Rubio, A. H., Macías, L.M. (2023).

Análisis beneficio-costo del nivel óptimo de ácido giberélico
como inductor de la germinación de chile chiltepín (*capsi-*
cum annum. Var avicular) cultivado en traspatio. ECOR-
FAN Journal-Republic of Nicaragua. December 2023, Vol.9
No.17 1-5.

Rojas, M. (2018, 15 febrero). Efectividad, eficacia y eficiencia
en equipos de trabajo. [https://www.revistaespacios.com/
a18v39n06/18390611.html](https://www.revistaespacios.com/a18v39n06/18390611.html)

Urbina, G. B. (2013). Evaluación de proyectos (Septima). Mcgrawhi-
ll/interamericana editores, S.A. de C.V.

Importancia medicinal de las semillas de flamboyán (*Delonix regia* (Bojer ex Hook.) Raf.): una revisión

**María Antonia Flores
Cordova¹.
Gabriela Uribe Cruz¹.
Nora Aideé Salas
Salazar¹.**

**(1) Facultad
de Ciencias
Agropecuarias.**

**Universidad
Autónoma de
Chihuahua**

**Recibido: 6 de
noviembre de 2025.**

**Aceptado: 8 de
diciembre de 2025.**

Resumen

Las plantas medicinales representan una fuente invaluable de compuestos bioactivos con aplicaciones terapéuticas y biotecnológicas. Entre ellas, el flamboyán (*Delonix regia*), comúnmente conocido como “árbol de fuego”, ha sido empleado tradicionalmente por sus propiedades antiinflamatorias, antioxidantes, analgésicas y antimicrobianas.

Este artículo de revisión reúne y analiza la información más reciente sobre la composición fitoquímica, las actividades biológicas y el potencial medicinal de las semillas de esta especie. Los estudios consultados evidencian la presencia de fenoles, flavonoides, alcaloides, proteínas y compuestos nitrogenados, los cuales presentan una alta capacidad antioxidante y efectos terapéuticos prometedores. La integración del conocimiento disponible permite establecer el valor de *D. regia* como fuente de metabolitos con potencial farmacéutico, nutracéutico y cosmético, promoviendo su aprovechamiento sustentable de compuestos naturales.

Palabras clave: Flamboyán, semillas medicinales, compuestos fenólicos, actividad antioxidante.

Introducción

Más allá de su majestuosidad ornamental, el flamboyán revela en sus semillas una riqueza fitoquímica que ha despertado interés por sus posibles usos medicinales y antioxidantes. Desde la antigüedad, las plantas medicinales han constituido una de las principales fuentes de tratamiento para enfermedades humanas, debido a su riqueza en metabolitos secundarios con efectos terapéuticos comprobados. Según la Organización Mundial de la Salud, más del 80 % de la población mundial utiliza actualmente medicamentos de origen vegetal, ya sea como tratamiento principal o complementario (WHO, 2023). Este resurgimiento del interés por la fitoterapia ha impulsado la revalorización de especies tropicales con potencial farmacológico, entre las cuales las leguminosas del género *Delonix* ocupan un lugar relevante por su diversidad fitoquímica y usos etnomédicos.

El flamboyán (*Delonix regia* (Bojer ex Hook.) Raf.), también

conocido como “árbol de fuego”, es una especie arbórea originaria de Madagascar y ampliamente distribuida en regiones tropicales y subtropicales de América, África y Asia. Aunque su popularidad se debe principalmente a su valor ornamental, diferentes órganos de la planta —como las hojas, flores, corteza y semillas— se han empleado tradicionalmente en la medicina popular para el tratamiento de fiebre, tos, diarrea, inflamación, reumatismo y desórdenes respiratorios (Kumar et al., 2020). Particularmente, las semillas de *D. regia* han atraído la atención de la comunidad científica por su contenido elevado de compuestos fenólicos, flavonoides, alcaloides, saponinas y proteínas bioactivas, que confieren propiedades farmacológicas significativas (Rastogi et al., 2018; Thamizhselvam et al., 2021). Diversos estudios han reportado su actividad antioxidante, antiinflamatoria, hipoglucemiente, antimicrobiana, hepatoprotectora y analgésica, lo cual posiciona a esta especie como una fuente potencial de agentes terapéuticos naturales (Gandhi et al., 2019).

La actividad antioxidante de los extractos metanólicos y acuosos de las semillas se atribuye principalmente a la presencia de polifenoles y flavonoides, capaces de neutralizar radicales libres (DPPH, ABTS) y reducir el daño oxidativo asociado con enfermedades crónico-degenerativas como diabetes, cáncer, Alzheimer y afecciones cardiovasculares (Thamizhselvam et al., 2021; WHO, 2023). De igual forma, los polisacáridos y glicoproteínas aislados han demostrado propiedades antiinflamatorias y emulsionantes, con potencial aplicación en la formulación de biopolímeros farmacéuticos, excipientes nutracéuticos y matrices controladoras de liberación de fármacos (Akinmoladun et al., 2022).

No obstante, a pesar de la creciente evidencia científica, los estudios sobre las semillas de *D. regia* siguen siendo fragmentarios y, en su mayoría, de alcance regional. Aún falta una sistematización integral que abarque su composición fitoquímica, mecanismos de acción, toxicidad y aplicaciones biotecnológicas. En este contexto, la presente revisión busca analizar de manera crítica y actualizada la literatura disponible sobre las semillas de *Delonix regia*, destacando su potencial como fuente sostenible de compuestos naturales bioactivos y su contribución al desarrollo de productos terapéuticos innovadores basados en recursos vegetales.

Desarrollo

Morfología de la planta

Delonix regia (Bojer ex Hook.) Raf., conocida como flamboyan, es un árbol ornamental originario de Madagascar y am-

pliamente distribuido en regiones tropicales. Alcanza hasta 15 m de altura y presenta copa amplia, redondeada y en forma de sombrilla. Su corteza es marrón grisáceo, gruesa y exuda una resina pegajosa (Brickell, 1989; Orwa et al., 2009). Las hojas son bipinnadas, de hasta 50 cm de largo, con numerosos foliolos verdes y suaves al tacto. Las flores, de 8–10 cm, poseen cinco pétalos escarlatas con manchas amarillas, dispuestas en racimos terminales muy vistosos. El fruto es una vaina leñosa de hasta 60 cm, castaño al madurar, que puede permanecer en el árbol más de un año (Brickell, 1989). Cada árbol produce aproximadamente 2 300 semillas kg⁻¹, protegidas por una testa dura e impermeable que causa dormancia física. Para su germinación se recomienda escarificación mecánica o térmica. También puede propagarse por estacas (Luis, 1999; Orwa et al., 2009). La testa protege al embrión de daños y desecación; el endospermo almacena carbohidratos, lípidos y proteínas que sostienen la germinación. El embrión dicotiledóneo origina la plántula mediante la emergencia de la radícula. La dormancia asegura la germinación solo bajo condiciones favorables (Luis, 1999). Figura 1.



Figura 1. Árbol, vaina y flor de flamboyán (*Delonix regia*)

Agroecología

Crece en climas cálidos y semiáridos con temperaturas de 14–30 °C y lluvias de 700–1200 mm año⁻¹. Tolera suelos pobres, calcáreos o salinos, prosperando a pleno sol o semisombra, desde el nivel del mar hasta los 2000 m s. n. m. (Orwa et al., 2009; Kannan & Suresh, 2009).

Usos y relevancia medicinal de *Delonix regia* (Bojer ex Hook.) Raf.

Usos generales

Delonix regia, comúnmente conocido como flamboyán, se cultiva principalmente como especie ornamental en regiones tropicales y subtropicales debido a su floración llamativa y amplia copa. Su madera es liviana, de baja densidad y escasa durabilidad, por lo que su uso estructural es limitado. Tradicionalmente se destina a la fabricación de leña, carbón vegetal y utensilios de baja exigencia mecánica (Noris et al., 2009; Orwa et al., 2009).

En algunos países tropicales, las vainas jóvenes y semillas se consumen ocasionalmente. En Madagascar y Tailandia, las semillas se comen crudas o cocidas tras eliminar la testa, aprove-

chando su alto contenido proteico y su potencial como fuente de proteína vegetal (Arora et al., 2010; Adewuyi et al., 2010).

Importancia medicinal

Entre las distintas partes de *D. regia*, las semillas y la corteza destacan por su valor medicinal y farmacológico. En la medicina tradicional africana y asiática, la corteza macerada se aplica sobre las articulaciones para aliviar el reumatismo e inflamaciones musculares, mientras que las infusiones de flores se utilizan para el tratamiento de tos, asma y afecciones respiratorias, atribuibles a su contenido en flavonoides, antocianinas y carotenoides con acción antioxidante y antiinflamatoria (Noris et al., 2009; Sundarajan et al., 2017).

Los estudios fitoquímicos modernos confirman que los extractos de semillas poseen una alta concentración de fenoles, flavonoides, saponinas, lectinas y galactomananos, responsables de actividades antioxidantes, hipoglucemiantes, antimicrobianas y hepatoprotectoras (Rastogi et al., 2018; Thamizhselvam et al., 2021). El aceite de las semillas, rico en ácido linoleico (41–45%) y ácido linolénico (18%), contribuye a la reducción del estrés oxidativo y al mantenimiento del equilibrio lipídico (Arora et al., 2010; Adewuyi et al., 2010).

Asimismo, se ha aislado de las semillas una lectina termoesstable (≈ 12 kDa) con actividad hemaglutinante dependiente de Mn^{2+} , la cual ha mostrado potencial en biomedicina como agente de reconocimiento molecular y posible modulador inmunológico (Pando et al., 2002). De igual forma, los polisacáridos tipo galactomanano, presentan propiedades emulsionantes y antiinflamatorias, lo que amplía su aplicabilidad en la industria farmacéutica y cosmética (Tamaki et al., 2010).

Las flores de *D. regia* también son ricas en antocianinas (cyanidina-3-O-glucósido, pelargonidina-3-O-rutinósido) y carotenoides (β -caroteno, luteína, zeaxantina), pigmentos con reconocida actividad antioxidante y fotoprotectora (Adjé et al., 2010; Jungalwala & Cama, 1962). Dichos metabolitos contribuyen a su uso tradicional para tratar procesos inflamatorios y afecciones respiratorias, además de su potencial como colorantes naturales en formulaciones nutracéuticas (Saleh & Ishak, 1976).

Composición nutritiva y bioquímica

Las semillas de *D. regia* presentan un contenido de proteína cruda del 42–45%, carbohidratos del 39–40%, y un rendimiento de aceite del 7%, con un perfil de ácidos grasos dominado por insaturados, especialmente linoleico y oleico (Arora et al., 2010; Adewuyi et al., 2010). Entre los componentes insaponi-

ficables se han identificado fitosteroles (β -sitosterol, estigmasterol), ergosteronas y fitol, compuestos con acción hipocolesterolémica y antioxidante (Adewuyi et al., 2010).

En conjunto, estas propiedades nutricionales y farmacológicas confirman que las semillas de flamboyán representan una fuente emergente de biomoléculas con aplicaciones nutracéuticas, farmacéuticas y biotecnológicas, lo que justifica el creciente interés en su caracterización y aprovechamiento sostenible.

Así mismo, la caracterización química de las semillas de *D. regia* ha revelado la presencia de compuestos fenólicos, terpenos, alcaloides, proteínas y polisacáridos con diversas funciones fisiológicas. Los extractos etanólicos y metanólicos han mostrado altos contenidos de fenoles totales y flavonoides, asociados con su actividad antioxidante (Rastogi et al., 2018).

Los ensayos DPPH, FRAP y ABTS indican una correlación positiva entre el contenido de compuestos fenólicos y la capacidad de eliminación de radicales libres. Asimismo, los extractos han mostrado potencial como agentes antiinflamatorios y cicatrizantes, al modular la producción de mediadores proinflamatorios (Rastogi et al., 2018).

Estas propiedades justifican el creciente interés en el desarrollo de extractos estandarizados y en la aplicación de tecnologías verdes para su extracción y purificación.

Actividades farmacológicas reportadas

Diversas investigaciones han documentado los efectos biológicos de las semillas de flamboyán:

- **Antiinflamatorio y analgésico:** Estudios *in vivo* han demostrado que los extractos reducen significativamente el edema inducido por carragenina y la percepción del dolor en modelos animales (Rastogi et al., 2018).
- **Antimicrobiano:** Los extractos etanólicos y acuosos han mostrado inhibición contra *Staphylococcus aureus*, *E. coli* y *Candida albicans*, atribuida a la presencia de taninos y saponinas (Burt, 2004).
- **Antioxidante:** Su capacidad reductora y de eliminación de radicales DPPH supera la de antioxidantes sintéticos en algunas concentraciones.
- **Hipoglucemiante y hepatoprotector:** Los extractos metanólicos mostraron reducción de glucosa plasmática y actividad protectora frente al daño hepático inducido por CCl₄ (Rahman et al., 2010).

El sinergismo entre los compuestos fenólicos y proteicos podría explicar la amplitud de sus efectos biológicos. Este potencial convierte a las semillas de *D. regia* en una alternativa natural frente a los antioxidantes sintéticos y en un recurso promete-

dor para el desarrollo de fitofármacos. Figura 2.

Conclusiones

Las semillas de flamboyán (*Delonix regia*) representan una fuente natural valiosa de metabolitos secundarios con amplio potencial farmacológico. Su composición rica en fenoles y flavonoides les confiere propiedades antioxidantes, antiinflamatorias y antimicrobianas, que respaldan su uso tradicional y justifican su estudio científico.

Es fundamental fortalecer las investigaciones orientadas a la caracterización química, validación farmacológica y evaluación toxicológica es fundamental para aprovechar de manera sustentable esta especie tropical. Su inclusión en estrategias de compuestos naturales puede contribuir al desarrollo de productos farmacéuticos, cosméticos y alimentarios, bajo un modelo de aprovechamiento ecológico y responsable.

Para avanzar hacia su aplicación real, se requieren de estudios de toxicidad a largo plazo y métodos de extracción sostenibles para llevar estos compuestos del laboratorio a la práctica clínica y a la industria farmacéutica.



Importancia medicinal de las semillas de flamboyán

- Antiinflamatorio y analgésico:** Los extractos reducen el edema y el dolor en estudios con animales
- Antimicrobiano:** Inhiben el crecimiento de *S. aureus*, *E. coli* y *C. albicans*
- Antioxidante:** Eliminan radicales libres de manera eficaz
- Hipoglucemiante y hepatoprotector:** Reducen la glucosa y protegen el hígado

El sinergismo entre sus compuestos subraya su potencial como fuente de fitoármascos

Figura 2.
Importancia medicinal de las semillas de flamboyán y su sinergismo entre compuestos.

Referencias

- Adewuyi, A., Oderinde, R. A., & Rao, B. V. S. K. (2010). Lipid composition of *Delonix regia* seed oil. *Journal of Food Lipids*, 17(4), 404–419.
- Adjé, F. A., Lozano, Y., Meudec, E., & Cheynier, V. (2010). Anthocyanin and carotenoid pigments of *Delonix regia* flowers. *Food Chemistry*, 123(3), 623–630.
- Akinmoladun, F. O., Olaleye, M. T., Komolafe, K., & Oladele, J. O. (2022). Bioactive compounds from tropical legumes: potential for antioxidant and anti-inflammatory applications. *Phytomedicine Research*, 36(1), 415–428. <https://doi.org/10.1002/ptr.7283>
- Arora, A., Kaur, S., & Gill, N. S. (2010). Nutritional and phytochemical characterization of *Delonix regia* seeds. *Journal of Applied and Natural Science*, 2(2), 230–235.
- Brickell, C. (1989). *The Royal Horticultural Society Encyclopedia of Plants and Flowers*. Dorling Kindersley.
- Burt, S. (2004). Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods. *International Journal of Food Microbiology*, 94, 223–253.

- Gandhi, S., Verma, M., & Jaiswal, S. (2019). Phytochemical screening and antioxidant potential of *Delonix regia* seed extracts. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 9(3), 23–28.
- Jungalwala, F. B., & Cama, H. R. (1962). Carotenoids of *Delonix regia* flowers. *Phytochemistry*, 1(2), 99–105.
- Kannan, R., & Suresh, H. S. (2009). *Delonix regia* (Fabaceae): An invasive ornamental tree in India. *Current Science*, 96(9), 1193–1194.
- Kumar, R., Singh, A., & Sharma, R. (2020). Traditional uses and pharmacological potential of *Delonix regia* (Bojer ex Hook.) Raf.: A review. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 9(5), 2088–2094.
- Kumar, V., Sharma, A., Singh, R., & Gupta, N. (2020). Phytochemical and pharmacological evaluation of *Delonix regia* seeds. *Journal of Medicinal Plants Research*, 14(3), 145–153. <https://doi.org/10.5897/JMPR2019.6862>
- Luis, P. L. (1999). Botánica: Morfología y anatomía vegetal. Editorial Trillas.
- Noris, R., García, D., & Pérez, M. (2009). Usos tradicionales de especies ornamentales tropicales. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 14(1), 35–42.
- Orwa, C., Mutua, A., Kindt, R., Jamnadass, R., & Anthony, S. (2009). Agroforestry Database: A tree reference and selection guide (v4.0). World Agroforestry Centre (ICRAF).
- Pando, L. A., Sánchez, C., & González, M. (2002). Isolation and characterization of a lectin from *Delonix regia* seeds. *Phytochemistry*, 60(5), 485–489.
- Rahman, M., Khan, M. A., & Ahmad, S. (2010). Effect of *Delonix regia* leaf extract on glucose tolerance test in mice. *Pharmacology & Pharmacy*, 1(2), 52–58.
- Rastogi, R. P., Kesari, K. K., & Rani, S. (2018). Evaluation of pharmacological activities of *Delonix regia* seed extracts. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 11(6), 87–92.
- Rastogi, S., Pandey, M. M., & Rawat, A. K. S. (2018). Antioxidant and anti-inflammatory activities of *Delonix regia* seed extracts. *Pharmacognosy Reviews*, 12(24), 135–142. https://doi.org/10.4103/phrev.phrev_25_18
- Saleh, M. A., & Ishak, M. S. (1976). Anthocyanins of *Delonix regia* flowers. *Phytochemistry*, 15(11), 1767–1770.
- Sundarajan, T., Kumar, A., & Ramesh, B. (2017). Medicinal importance of *Delonix regia*: a review. *World Journal of Pharmaceutical Research*, 6(10), 230–239.
- Tamaki, Y., Konishi, T., & Imai, T. (2010). Structural characterization of galactomannan from *Delonix regia* seeds. *Carbohydrate Research*, 345(2), 183–188.
- Thamizhselvam, R., Chinnasamy, G., & Velmurugan, S. (2021). Antioxidant and hepatoprotective activity of methanolic extract of *Delonix regia* seeds. *Journal of Traditional and Complementary Medicine*, 11(5), 450–458. <https://doi.org/10.1016/j.jtcme.2020.04.012>
- WHO. (2023). Traditional Medicine Strategy 2023–2032. World

Health Organization.

World Health Organization (WHO). (2023). WHO Global Report
on Traditional and Complementary Medicine 2023. Geneva:
World Health Organization.

Potencial de la hidroponía simplificada en Chihuahua

Jared Hernández
Huerta¹.
Lorenza Esther
Martínez Escudero¹.
Laura Raquel
Orozco Meléndez¹.

-(1) Facultad
de Ciencias
Agropecuarias.

Universidad
Autónoma de
Chihuahua

Recibido: 19 de
noviembre de 2025.

Aceptado: 11 de
diciembre de 2025.

Resumen

La hidroponía simplificada representa una alternativa accesible y sostenible para producir alimentos frescos en entornos urbanos, especialmente en zonas áridas como la ciudad de Chihuahua. En un contexto donde el agua es limitada, el suelo pobre y una dieta baja en consumo de vegetales, la hidroponía simplificada ofrece una opción viable para mejorar la nutrición y mejorar la seguridad alimentaria. A diferencia de la hidroponía comercial, la hidroponía simplificada utiliza materiales económicos, reciclados y asequibles, permitiendo a casi cualquier persona cultivar hortalizas de ciclo corto en espacios reducidos como patios, balcones o terrazas. Además, sirve como una herramienta educativa, con beneficios sociales y ambientales. Su implementación en Chihuahua podría transformar áreas ornamentales en espacios productivos, contribuyendo al bienestar, la conciencia ambiental y resiliencia urbana.

Palabras clave: cultivo sin suelo, hortalizas, seguridad alimentaria, sustentabilidad

Introducción

Actualmente, las ciudades enfrentan un desafío creciente para garantizar el acceso a alimentos frescos, nutritivos y producidos de manera amigable con el medio ambiente (Frei et al., 2020). En México, se estima que más del 80% de la población vive en zonas urbanas, lo que ha generado una gran dependencia de las cadenas de suministro largas, teniendo alimentos que viajan kilómetros desde el campo hasta las ciudades, antes de llegar a los consumidores (Pantoja-Calderon et al., 2025). Esta situación aumenta los costos, reduce la frescura y puede afectar a las familias ante la interrupción del abasto o encarecimiento de insumos y traslados.

En regiones áridas como Chihuahua, el acceso de alimentos es más complejo. La ciudad está ubicada en una región donde la disponibilidad de agua es limitada y los suelos alrededor de la ciudad requieren de mayor cantidad de agroquímicos para producir (López-Álvarez et al., 2021). Además, las condiciones ambientales extremas dificultan el cultivo de alimentos en el año. Por otra parte, las familias poseen poco espacio, para poder producir sus alimentos, aunado a que la dieta mexicana suele ser baja en consumo de frutas y verduras, lo que contribuye a problemas de salud y deficiencias nutricionales (Cu-

ri-Quinto et al., 2022).

Ante este panorama, la agricultura urbana puede ser una estrategia clave para mejorar la nutrición, contribuir a una seguridad alimentaria en ciudades, con prácticas amigables con el medio ambiente. La FAO reporta que incluso áreas pequeñas como azoteas, pasillos, patios, balcones y espacios comunitarios pueden emplearse para producir cultivos para autoconsumo (Bradley & Marulanda, 2001). Lo cual, reduce la dependencia de mercados externos y aumenta el consumo de alimentos frescos. Sin embargo, en el caso de las zonas áridas, es más complicado ya que se requiere de tecnología adaptada para el uso eficiente del agua y que no se dependa del suelo.

En este contexto, la “hidroponía simplificada” o “cultivo sin suelo simplificado” podría ser una alternativa ideal. A diferencia de la hidroponía comercial, esta utiliza materiales accesibles y de bajo costo, funciona sin electricidad o con poco consumo y puede instalarse en espacios reducidos (Izquierdo, 2007). Varios estudios demuestran que la hidroponía puede reducir el consumo de agua hasta un 90%, en comparación al cultivo tradicional, con rendimientos superiores y estables (Pomoni et al., 2023). Además, permiten producir hortalizas de ciclo corto como lechuga, acelga, espinaca, repollo, cilantro entre otros. Estos pueden incorporarse a la dieta cotidiana para mejorar la nutrición de familias de zonas urbanas.

La hidroponía simplificada no solo mejora la eficiencia hídrica y la productividad de hortalizas, sino que las familias pueden mejorar su nutrición, por la producción de hortalizas frescas en espacios reducidos. Además, puede emplearse en escuelas, como una herramienta educativa y para comunidades organizadas, contribuyendo a la autonomía alimentaria.

De esta manera, la implementación de la hidroponía simplificada en la ciudad de Chihuahua no solo podría contribuir a los desafíos ambientales de la región, sino también podría servir como una estrategia para coadyuvar a mejorar la nutrición y fortalecer la resiliencia alimentaria en zonas urbanas.

¿Qué es la hidroponía simplificada? La hidroponía simplificada es un método de cultivo de hortalizas sin el empleo de suelo diseñado para ser accesible, económico y fácil de implementar (Izquierdo, 2007). Esta puede emplearse en espacios urbanos reducidos, con reducida disponibilidad de agua. A diferencia de los sistemas hidropónicos comerciales, los cuales requieren infraestructura especializada como invernaderos y equipos de control de temperatura y humedad, la hidroponía simplificada emplea materiales de bajo costo, reciclados y de manejo intuitivo. Lo cual permite que casi cualquier persona pueda produ-

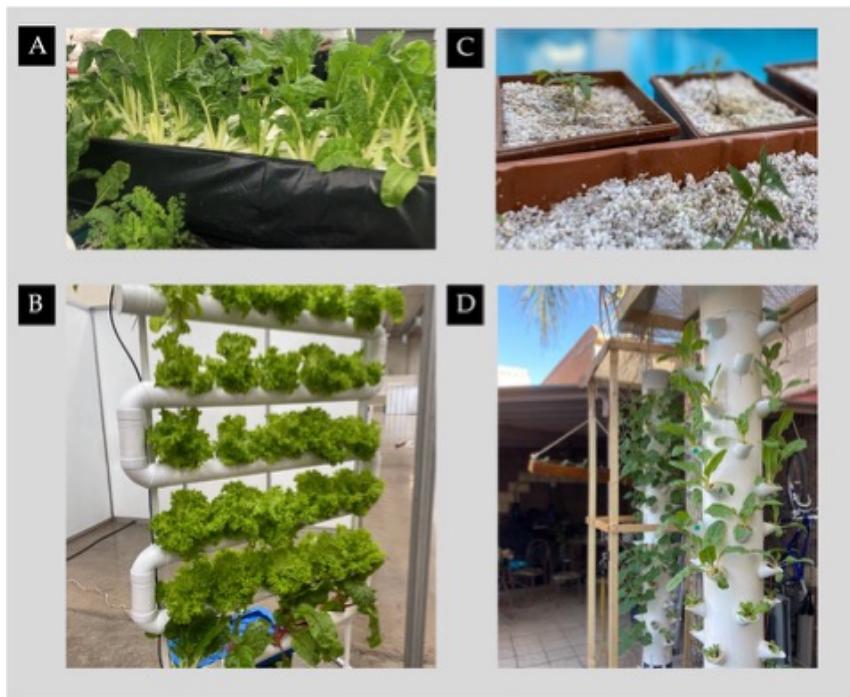


Figura 1.
Cultivo de hortalizas en hidroponía simplificada en Chihuahua:

A) Acelga en sistema de raíz flotante, B) Lechuga en sistema de lámina nutritiva recirculante, C) Tomate en cultivo semi hidropónico con perlita y D) cultivos de calabaza y acelga en torre vertical con sustrato. Fuentes: A y B) Hernández-Huerta (2020); C y D) Gutiérrez-Chávez (2020).

cir sus hortalizas en casa, en la escuela o en zonas comunitarias.

En la hidroponía simplificada, las plantas crecen directamente en una solución de agua con todos los nutrientes necesarios para el desarrollo del cultivo, o bien son colocadas en sustratos inertes como arena, grava, perlita, fibra de coco, las cuales sirven solo de soporte (Figura 1). La clave de la simplicidad se debe a que la gran mayoría no requiere de bombas para su funcionamiento y sin me-

canismos complejos. En la mayoría la solución nutritiva permanece estática, se mueve por gravedad o se hace circular en intervalos de tiempo largos (Figura 2).

Entre los sistemas más comunes empleados en hidroponía simplificada están (Bradley & Marulanda, 2001; Izquierdo, 2007):

- El método Kratky, el cual consiste en colocar las plantas en un contenedor sellado con solución nutritiva sin necesidad de bombas ni riego adicional, siendo este método ideal para principiantes. Con este método se pueden cultivar hortalizas de hoja como acelga, cilantro, lechuga, entre otros.
- El sistema de raíz flotante, donde una placa de poliestireno expandido sostiene las plantas sobre la solución nutritiva, permitiendo su flotabilidad. Este sistema es eficiente en el uso del agua y permite aprovechar espacios amplios comunitarios, aunque requiere de oxigenación. La cual se puede proporcionar de forma manual o mediante una bomba de oxigenación encendida dos o tres veces por día, con un consumo bajo de energía eléctrica.
- El sistema semihidropónico, el cual consiste en colocar las plantas en algún sustrato inerte, ya sea en maceta pequeña o contenedores grandes, donde son regadas con la solución nutritiva de forma manual, permitiendo el cultivo de casi cualquier tipo de hortaliza independientemente de su tamaño.
- Los sistemas verticales caseros, los cuales aprovechan botellas, tubos de PVC o estructuras recicladas para incrementar la producción en espacios reducidos como balcones o azoteas (Figura 1B y D y Figura 2E).

La hidroponía simplificada ha sido reconocida a nivel interna-

cional como una herramienta poderosa para mejorar la seguridad alimentaria en zonas urbanas. La FAO ha documentado desde los 90s que familias con recursos limitados pueden producir hortalizas frescas y nutritivas durante casi todo el año, incluso en climas áridos y sin depender del suelo (Izquierdo, 2007). Además, se ha reportado que los sistemas hidropónicos pueden reducir el uso de agua hasta un 90%, con altos rendimientos especialmente en hortalizas de hojas, hierbas aromáticas y microvegetales (Pomoni et al., 2023).

Una de las principales ventajas de la hidroponía simplificada es su capacidad para adaptarse a las necesidades y recursos de las familias urbanas. Pueden emplearse cajas de madera o plástico, charolas de unicel, cubetas, garrafones, botellas, u otros materiales reciclados. Además, la producción se puede escalar a unas cuantas plantas hasta pequeñas unidades de producción para venta en mercados locales.

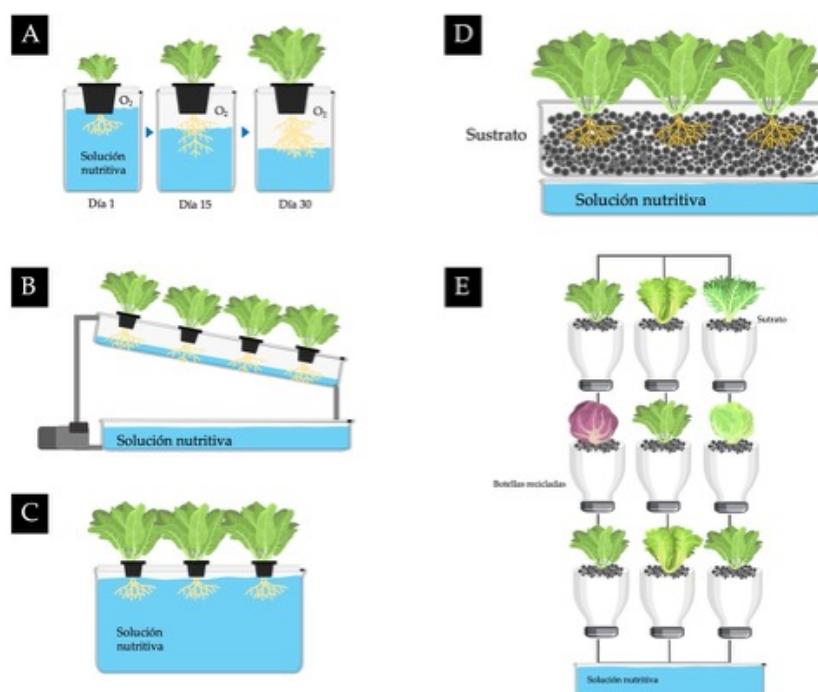


Figura 2.
Tipos de sistemas de hidroponía simplificada:
A) Método Kratky; B) sistema de lámina nutritiva recirculante; C) sistema de raíz flotante; D) sistema semihidropónico (con sustrato); E) sistema semihidropónico vertical.
Fuente: Elaboración propia (2025).

Beneficios de la hidroponía simplificada

La hidroponía simplificada proporciona beneficios productivos a quienes las practican, pero pueden integrarse en las dimensiones sociales, ambientales, educativas y de salud. Estos beneficios podrían resumirse a continuación (Tüzel et al., 2006; Izquierdo, 2007; Mezzetti et al., 2010;):

a) Beneficios ambientales: 1) Ahorro de agua significativo (hasta un 90%). Los sistemas que funcionan en circuitos cerrados o semi estáticos, reducen las pérdidas de agua por evaporación o infiltración. 2) No hay degradación del suelo. Al no requerir de suelo, se evita problemas de erosión, compactación, salinidad o contaminación. 3) Reducción de huella de carbono. Al producir alimentos en la ciudad, se reduce el uso de combustibles y contaminantes relacionados con la producción, transporte y conservación de las hortalizas. 4) Aprovechamiento de residuos y reciclaje. Los sistemas se construyen con materiales reciclados como botellas de plástico, cajas de unicel, cubetas, tubos de PVC o materiales asequibles.

- b) Beneficios sociales: 1) Acceso a alimentos frescos. Las personas pueden tener alimentos frescos durante casi todo el año, principalmente hortalizas de ciclo corto como acelga, lechuga, cilantro entre otros. 2) Reducción del gasto por concepto de verduras. Una familia puede disminuir el gasto derivado del consumo de verduras, ya que puede producir aquellas que especialmente son caras, como el tomate, pimiento u aromáticas. 3) Cohesión social. Si los sistemas hidropónicos simplificados se instalan en escuelas, centros o sitios comunitarios, pueden ayudar a mejorar la convivencia entre los miembros de esas comunidades. 4) Inclusión social. Los sistemas hidropónicos pueden ser adaptados en mesas o de forma vertical para aquellas personas con discapacidad o adultos mayores con movilidad limitada
- c) Beneficios nutricionales. 1) Mayor consumo de verduras. Reportes científicos muestran que el consumo de mayor contenido de vegetales favorece la conservación de una buena salud y este consumo se incrementa cuando se cultivan en casa. 2) Alimentos frescos. Debido al cultivo en casa, los vegetales no pierden propiedades nutritivas derivadas de su cosecha y transporte, además de evitar contaminantes que pudieran adquirir durante su almacenamiento.
- d) Beneficios educativos. 1) Conciencia ambiental. El cultivo de hortalizas bajo este tipo de técnicas permite hacer conciencia en los estudiantes sobre la conservación de los recursos como el agua, suelo y una alimentación más saludable. 2) Motivación y creatividad. Al emplearse materiales reciclados o materiales asequibles, la creatividad es la limitante en el diseño de los sistemas para niños y jóvenes. 3) Aprendizaje de ciencias. Durante el manejo de los sistemas hidropónicos, los involucrados aprenden sobre biología, química y tecnología aplicada en un contexto real.

Hidroponía simplificada como alternativa para la ciudad de Chihuahua

En el caso de la ciudad de Chihuahua tiene una serie de desafíos particulares y oportunidades para la producción de alimentos en casa. Como lo menciona el estudio realizado por Hernández-Rodríguez et al. (2022), la mayoría de los hogares cuentan con espacios exteriores reducidos de menos de 5m², pero aun así las familias tienen interés por tener áreas verdes, lo cual contribuye a su bienestar emocional y la estética. Sin embargo, estas áreas verdes están destinadas principalmente a plantas ornamentales y rara vez se emplean para producir alimentos, ya que el 46% de las familias no cultiva hortalizas, no tiene frutales, ni plantas medicinales, desaprovechando el

potencial de los espacios con que cuentan. Por otra parte, el estudio demuestra que un problema grave es el uso del agua, ya que es poco eficiente, con riegos frecuentes, sin uso de tecnología con un desperdicio de agua que supera el 40% (Pomoni et al.,2023). En este contexto, aunado a la escasez hídrica de la región, la hidroponía simplificada podría ser una herramienta estratégica, capaz reducir el desperdicio de agua, y creando áreas productivas para autoconsumo. El funcionamiento de los sistemas hidropónicos cerrados limitaría la evaporación del agua, permitiendo producir alimentos de ciclo corto, en las temporadas de sequía. Así mismo, la hidroponía simplificada podría ser compatible con los propietarios de áreas verdes de la ciudad de Chihuahua, ya que el estudio antes mencionado, indica que las personas no tienen una capacitación formal sobre jardinería, pero aun así realizan actividades de cuidado básico de las plantas. En este sentido, la hidroponía simplificada resultaría accesible y fácil del aprender para los ciudadanos con áreas verdes. Esta técnica, no obliga a los usuarios aprender sobre el manejo del suelo y es ideal para aquellas personas que manejan cultivos de manera intuitiva, siendo ideal para adultos mayores, o estudiantes en escuelas de distintos niveles educativos.

Una ventaja de la hidroponía simplificada es su adaptabilidad a espacios reducidos. En métodos como el Kratky, el de raíz flotante o módulos verticales con o sin sustrato, se pueden instalar en patios, balcones, pasillos o incluso en el interior de las casas con o sin luz artificial. De esta forma, las personas podrían convertir sus espacios verdes ornamentales a espacios verdes productivos y ornamentales. Por otra parte, se pueden convertir esos espacios ornamentales a sistemas de producción de hortalizas, hierbas aromáticas o plantas medicinales que pueden contribuir al bienestar familiar. Además, el cultivo de alimentos en hidroponía simplificada podría servir de actividad recreativa, terapéutica y educativa.

Desde el punto de vista productivo, la hidroponía simplificada abre la posibilidad de que las familias de zonas urbanas como Chihuahua, puedan producir hortalizas nutritivas, cosechadas al momento para su consumo. Con lo cual, en el contexto de la dieta urbana, mejoraría su salud y nutrición. A escala pequeña, un módulo hidropónico puede generar entre 8 a 20 lechugas por ciclo, suficiente para complementar la dieta de una familia pequeña y reducir el gasto.

En otro contexto, la implementación de sistemas hidropónicos simplificados puede tener un efecto multiplicador a nivel comunitario. Estudios indican que las áreas verdes comunitarias

pueden generar cohesión social, por ejemplo, al instalarlos en escuelas, centros comunitarios o vecindarios podría fortalecer la educación ambiental, promover hábitos saludables y generar experiencias compartidas, además de contribuir a la resiliencia alimentaria urbana. Lo anterior, podría mejorar la calidad de vida de familias de zonas urbanas vulnerables, mejorando sus relaciones y su entorno urbano.

Conclusión

La hidroponía simplificada podría ser una alternativa práctica y oportuna para aprovechar pequeños espacios, optimizar el uso del agua, mejorar la alimentación y fortalecer la educación ambiental, respondiendo a las necesidades de las poblaciones urbanas como la ciudad de Chihuahua. Con el impulso de instituciones educativas, comunidades y programas municipales, esta tecnología podría consolidarse como un elemento clave para mejorar la seguridad alimentaria.

Referencias

- Bradley, P., & Marulanda, C. (2001). Simplified hydroponics to reduce global hunger. *Acta Horticulturae*, 554, 289-296. <https://doi.org/10.17660/actahortic.2001.554.31>
- Curi-Quinto, K., Unar-Munguía, M., Rodríguez-Ramírez, S., Rivera, J. A., Fanzo, J., Willett, W., & Röös, E. (2022). Sustainability of Diets in Mexico: Diet Quality, Environmental Footprint, Diet Cost, and Sociodemographic Factors. *Frontiers In Nutrition*, 9, 855793. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.855793>
- Frei, B., Queiroz, C., Chaplin-Kramer, B., Andersson, E., Renard, D., Rhemtulla, J. M., & Bennett, E. M. (2020). A brighter future: Complementary goals of diversity and multifunctionality to build resilient agricultural landscapes. *Global Food Security*, 26, 100407. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2020.100407>
- Hernández Rodríguez, O. A., Hernández Huerta, J. y Ojeda Barrios, D. L. (2022). Áreas verdes residenciales, sus beneficios y alcances. <http://ru.iiec.unam.mx/id/eprint/5944>
- Izquierdo, J. (2007). Simplified hydroponics: a tool for food security in latin america and the caribbean. *Acta Horticulturae*, 742, 67-74. <https://doi.org/10.17660/actahortic.2007.742.9>
- Lopez-Alvarez, B., Ramos-Leal, J. A., Morán-Ramírez, J., & Arango-Galvan, C. (2021). Edaphological and water quality conditions that limit agricultural development in semi-arid zones of Northeastern Mexico. *Environmental Monitoring And Assessment*, 193(1), 40. <https://doi.org/10.1007/s10661-020-08805-1>
- Mezzetti, M., Orsini, F., Fecondini, M., Michelon, N., & Gianquinto, G. (2010). Women and simplified hydroponics: community gardening as a way of emancipation in trujillo, peru. *Acta Horticulturae*, 881, 169-172. <https://doi.org/10.17660/actahortic.2010.881.20>
- Pantoja-Calderon, R., Garcia-Cejudo, D., & Roggema, R. (2025).

Addressing the Paradox of Food and Health in Mexico: A Landscape Urbanism Approach. *Land*, 14(3), 506. <https://doi.org/10.3390/land14030506>

Pomoni, D. I., Koukou, M. K., Vrachopoulos, M. G., & Vasiliadis, L. (2023). A review of hydroponics and conventional agriculture based on energy and water consumption, environmental impact, and land use. *Energies*, 16(4), 1690.

Tüzel, I. H., Meric, K. M., & Tüzel, Y. (2006, April). Crop coefficients in simplified hydroponic systems. In International Symposium on Greenhouse Cooling 719 (pp. 551-556).

Más allá del lucro: La Revolución Humanista como modelo estratégico para las empresas del Siglo XXI

Luis Javier Ortega
Miranda¹.

-(1) Facultad
de Contaduría y
Administración.

Universidad
Atónoma de
Chihuahua

Recibido: 5 de
septiembre de 2025.

Aceptado: 30 de
septiembre de 2025.

Resumen

La avaricia inherente al capitalismo contemporáneo ha derivado en profundas desigualdades económicas y sociales, además de una explotación insostenible de los recursos naturales. Frente a este panorama, resulta urgente replantear el propósito de la empresa y su impacto en la sociedad.

La Revolución Humanista aplicada a los negocios propone un cambio de paradigma al situar al ser humano y el bien común en el centro de la actividad económica. Bajo este enfoque, la ética, la responsabilidad social, la educación en valores y la sostenibilidad ambiental dejan de ser complementos periféricos para convertirse en ejes estratégicos.

Los principios humanistas clásicos: el bien común, la administración responsable de la propiedad y la maximización de la riqueza con propósito social adquieren hoy plena vigencia, orientando la gestión empresarial hacia la equidad, la legitimidad social y el desarrollo integral de las personas.

Asimismo, la educación en valores desde la familia, reforzada en la formación profesional y la práctica corporativa, se configura como el ADN de líderes conscientes capaces de generar un impacto positivo y sostenido en la sociedad.

Este artículo analiza cómo dichos fundamentos se traducen en lineamientos estratégicos para las organizaciones contemporáneas, posicionando la ética y la responsabilidad social como pilares de un modelo empresarial más justo, humano y sostenible.

Abstract

The greed embedded in contemporary capitalism has led to profound economic and social inequalities, as well as unsustainable exploitation of natural resources. In the face of this scenario, it becomes urgent to rethink the purpose of business and its impact on society.

The Humanist Revolution applied to business proposes a paradigm shift by placing human beings and the common good at the center of economic activity. Within this framework, ethics, social responsibility, values-based education, and environmental sustainability are no longer peripheral elements but

strategic pillars.

Classical humanist principles such as: the common good, responsible stewardship of property, and the maximization of wealth with a social purpose gain renewed relevance by guiding corporate decision-making toward equity, social legitimacy, and the integral development of people.

Likewise, values-based education, from the family to professional practice, emerges as the DNA of conscious leaders capable of generating a sustained and positive impact on society. This article examines how these principles translate into strategic guidelines for contemporary organizations, positioning ethics and social responsibility as central elements of a fairer, more human, and more sustainable business model.

Introducción

La historia reciente ha mostrado con crudeza los límites de un modelo económico centrado exclusivamente en la maximización del lucro. El caso paradigmático es la crisis financiera del 2008, originada por prácticas especulativas desreguladas, una cultura de avaricia en los mercados hipotecarios y una ausencia de responsabilidad social en instituciones financieras globales. Sus consecuencias fueron devastadoras: millones de personas perdieron sus empleos y hogares, se dispararon las brechas de desigualdad y quedó en evidencia la fragilidad de un sistema que privilegia el beneficio inmediato por encima del bienestar colectivo. Esta crisis no fue únicamente un fallo técnico del sistema financiero, sino un reflejo de valores distorsionados que colocan la ganancia por encima de la dignidad humana.

Más allá del impacto económico, la crisis reveló un vacío ético en el liderazgo empresarial y político. La búsqueda desenfrenada de rentabilidad desatendió principios fundamentales como la justicia distributiva, la equidad y la sostenibilidad. Este escenario evidencia la necesidad de repensar la función social de la empresa, reconociendo que la prosperidad a largo plazo depende de generar confianza, cuidar los recursos comunes y promover el desarrollo integral de las personas.

En este contexto, la Revolución Humanista aplicada a los negocios surge como una propuesta renovadora que coloca al ser humano en el centro de la estrategia corporativa. Este enfoque no solo responde a los excesos del capitalismo contemporáneo, sino que ofrece una hoja de ruta para construir organizaciones más legítimas, resilientes y sostenibles en el siglo XXI.

Metodología

Este trabajo se desarrolló bajo un enfoque cualitativo y her-

menéutico, basado en la revisión crítica de fuentes clásicas y contemporáneas en filosofía, economía y ética empresarial.

Se analizaron textos de autores como Aristóteles, Tomás de Aquino, Kant, Adam Smith, así como aportaciones recientes sobre responsabilidad social, sostenibilidad y capitalismo consciente.

El objetivo fue interpretar los principios humanistas y contextualizarlos en los desafíos actuales, integrando tradición y práctica empresarial para proponer lineamientos estratégicos que trasciendan el lucro inmediato y fortalezcan la legitimidad de las organizaciones en el siglo XXI.

Desarrollo

I.- Raíces y evolución del pensamiento humanista en los negocios

El pensamiento humanista occidental tiene sus raíces en la Grecia clásica. Filósofos como Sócrates, Platón y Aristóteles situaron la dignidad humana en el centro de la ética, la política y la vida social. Para ellos, la plenitud solo podía alcanzarse dentro de una comunidad que promoviera el bien común y las virtudes. Estos principios dieron origen a un modelo de liderazgo centrado en el desarrollo integral de la persona.

Durante la Edad Media, la visión se tornó teocéntrica. La razón quedó subordinada a la fe, y la vida ética se entendió como un deber hacia Dios y hacia la comunidad. Tomás de Aquino vinculó la espiritualidad con la justicia social y distributiva, sentando bases que aún hoy inspiran modelos de responsabilidad compartida en la empresa. Un ejemplo actual es el caso de Grupo Fomento Económico Mexicano (FEMSA), que integra programas de desarrollo comunitario con una visión trascendente de compromiso social.

Con el Renacimiento, el pensamiento volvió a centrarse en el ser humano. Autores como Pico della Mirandola y Erasmo de Róterdam defendieron la capacidad de las personas para forjar su destino mediante la educación y el cultivo de su carácter. Esta visión favoreció la creatividad, la libertad y la innovación. Hoy, ese espíritu renacentista se refleja en empresas como Tesla, cuyo modelo de negocio combina innovación tecnológica con una narrativa de transformación social y ambiental.

La Ilustración reforzó la idea de la dignidad humana, la autonomía moral y los derechos universales. Kant defendió que cada persona es un fin en sí mismo, mientras que Adam Smith recordó que la prosperidad económica debía apoyarse en principios éticos. Este pensamiento cobra vigencia al analizar la crisis financiera de 2008, originada en prácticas especulativas

que ignoraron la ética y generaron profundas desigualdades. La Revolución Industrial y el capitalismo voraz priorizaron la acumulación de riqueza y la explotación laboral. Como respuesta, surgió la Doctrina Social de la Iglesia, que intentó equilibrar justicia social y libertad económica. En el siglo XX, líderes empresariales como Eugenio Garza Sada (Cervecería Cuauhtémoc) o Lorenzo Servitje (Bimbo) dieron ejemplo de que un liderazgo basado en valores podía generar empresas sostenibles, competitivas y socialmente responsables.

En el siglo XXI, frente a crisis ambientales, desigualdades sociales y tensiones éticas, resurge un humanismo empresarial renovado. Conceptos como el Capitalismo Consciente, los criterios ASG y los Objetivos de Desarrollo Sostenible orientan hoy la acción corporativa. Casos como Patagonia, que destina parte de sus utilidades a causas ambientales, muestran que la empresa puede ser motor de cambio positivo.

Este nuevo paradigma reconoce que la legitimidad empresarial depende de su capacidad para generar confianza, reducir impactos negativos y contribuir activamente al bien común. En otras palabras, la empresa del futuro será humanista o difícilmente sobrevivirá en un entorno marcado por la exigencia social y ambiental.

II.- El Bien común: más allá de las ganancias

Desde el siglo XIII, Tomás de Aquino entendía el bien común como la finalidad última de toda acción social, económica y política. Para él, la justicia de una comunidad se medía en la capacidad de sus miembros de alcanzar una vida plena y un desarrollo integral. Este principio, aunque surgió en un contexto medieval, sigue siendo un eje ético vigente para orientar la actividad humana, incluida la empresarial.

En el mundo contemporáneo, este legado se refleja en la gestión de los grupos de interés. Edward Freeman popularizó la idea de que una empresa no puede enfocarse solo en sus accionistas: empleados, clientes, proveedores, comunidades y el medio ambiente también forman parte esencial de su ecosistema. Atenderlos con justicia y equilibrio no es únicamente una obligación moral, sino una condición para la supervivencia y el éxito a largo plazo.

Adoptar el bien común como guía significa que las compañías deben diseñar políticas que aseguren condiciones laborales dignas, respeto a los derechos humanos y cuidado ambiental. Esto no solo fortalece la resiliencia organizacional, sino que genera confianza y legitimidad social. Un ejemplo reciente es Unilever, cuya estrategia de “Plan de Vida Sostenible” combi-

na rentabilidad con metas de reducción de huella ambiental y promoción del bienestar de sus trabajadores.

Compañías como Patagonia, que dona un porcentaje de sus ventas a causas ambientales, o Danone, que se ha convertido en una “empresa B Corp” comprometida con el impacto social y ecológico, muestran cómo el bien común puede traducirse en valor compartido.

Así, la ética deja de ser un accesorio para convertirse en la columna vertebral de la estrategia corporativa. Integrar el bien común en la toma de decisiones permite a la empresa generar beneficios económicos mientras impulsa el desarrollo de todos los actores con los que interactúa. En un mundo complejo y exigente, la sostenibilidad y la legitimidad empresarial dependerán de esta capacidad de articular intereses y responder a desafíos colectivos.

III.- La propiedad más allá del control: usar los recursos para crear valor

En la tradición humanista, la propiedad no se entiende como dominio absoluto, sino como administración responsable de los bienes. Los recursos deben ser usados éticamente y orientados al bien común, no al beneficio exclusivo de su propietario. Este enfoque sostiene una máxima financiera clave: los activos existen para usarse, no simplemente para poseerse. Al optimizar su uso estratégico, se genera valor económico para la empresa y se potencia un impacto positivo en la sociedad.

Esta visión contrasta con modelos puramente patrimonialistas o especulativos, que priorizan la acumulación de riqueza individual. Hoy, frente a la desigualdad y la concentración de capital, es crucial que los líderes empresariales se vean como custodios de los recursos, responsables de decisiones que promuevan transparencia, sostenibilidad ambiental y fortalecimiento del capital social.

Los principios modernos de gobernanza corporativa: rendición de cuentas, responsabilidad fiduciaria y participación equitativa, reflejan esta filosofía aplicada a la empresa contemporánea. La organización no es propiedad exclusiva de los accionistas, sino una institución social con compromisos hacia empleados, clientes, comunidades y el medio ambiente.

Un ejemplo concreto son las empresas familiares que trascienden generaciones, como Bimbo o Grupo Modelo, que no solo transmiten bienes materiales, sino también valores de ética, responsabilidad y compromiso social.

Adoptar la idea de “ser custodios y no propietarios” fortalece la visión de largo plazo, permitiendo construir organizaciones sostenibles, resilientes y duraderas. empresas verdaderamente

“built to last” (empresas perdurables).

IV.- Maximizar la riqueza para generar valor compartido

En la visión humanista, la riqueza no es un fin en sí misma, sino un medio para mejorar la vida de las personas y la sociedad. Generar ingresos y beneficios tiene sentido cuando se utiliza para crear oportunidades, fortalecer comunidades y proteger el medio ambiente. El principio fundamental de las finanzas debe ser maximizar la riqueza no acumularla.

Hoy, las empresas más exitosas aplican este principio transformando sus activos en herramientas para el desarrollo social y económico. Conceptos como valor compartido reflejan que la competitividad empresarial y el bienestar social pueden ir de la mano.

Por ejemplo, Nestlé invierte en programas de formación para productores de cacao, asegurando calidad en sus productos y mejorando la vida de miles de familias en las comunidades rurales.

Maximizar la riqueza con propósito significa atender simultáneamente tres áreas clave:

- Capital humano: invertir en formación, salud y bienestar de los empleados.
- Capital social: fortalecer comunidades mediante proyectos educativos, culturales y de desarrollo local.
- Capital natural: usar recursos sosteniblemente, reducir la huella ecológica e innovar de manera ambientalmente responsable.

Este enfoque permite que los activos de la empresa dejen de ser instrumentos de acumulación individual y se conviertan en palancas de impacto positivo.

Empresas como Patagonia o Danone, que integran sostenibilidad y responsabilidad social en su estrategia central, demuestran que la riqueza bien administrada genera confianza, reputación y un valor duradero para todos los actores involucrados. Maximizar la riqueza de esta manera asegura no solo la sostenibilidad económica de la empresa, sino también su contribución al bienestar colectivo, reforzando la coherencia entre objetivos financieros, sociales y ambientales.

V.- Educación en valores: formando líderes conscientes

La educación en valores es un pilar fundamental del humanismo aplicado a los negocios. No se trata solo de transmitir conocimientos técnicos, sino de formar personas capaces de actuar con ética, responsabilidad y empatía en todos los ámbitos de su vida.

La familia es el primer espacio donde se aprenden valores

como la solidaridad, la justicia y la responsabilidad. La escuela y la universidad refuerzan estos aprendizajes con pensamiento crítico, formación ética y preparación profesional.

Finalmente, el mundo laboral se convierte en un escenario clave para poner en práctica estos principios, consolidando liderazgos íntegros y culturas organizacionales basadas en confianza y respeto.

En la práctica, las empresas que integran la educación en valores en sus programas de capacitación y desarrollo generan equipos comprometidos y con capacidad de tomar decisiones éticas incluso bajo presión.

Compañías como Salesforce y IKEA destacan por incorporar la ética y la responsabilidad social en sus programas de liderazgo, fomentando una cultura de confianza y compromiso social.

La educación en valores no solo fortalece el capital humano, sino que se convierte en una ventaja competitiva. Liderazgos conscientes atraen talento comprometido, mejoran la reputación de la empresa y consolidan su legitimidad ante clientes, proveedores y comunidades. De esta forma, la educación se convierte en la incubadora de líderes capaces de impulsar la sostenibilidad, la equidad y la innovación responsable.

VI.- Conclusiones

La Revolución Humanista aplicada a los negocios del siglo XXI propone un enfoque integral en el que ética, responsabilidad social, educación en valores y sostenibilidad se entrelazan con la estrategia corporativa para generar un impacto positivo y duradero en la sociedad.

Este paradigma redefine el éxito empresarial, dejando atrás la visión centrada únicamente en la acumulación de riqueza y situando al ser humano y al bien común como eje de la gestión organizacional.

Al entender la propiedad como administración responsable, maximizar la riqueza para crear valor compartido y fomentar la educación en valores desde la familia hasta la práctica profesional, las empresas desarrollan liderazgos conscientes capaces de tomar decisiones éticas, fortalecer la confianza de los grupos de interés y asegurar la resiliencia y legitimidad de la organización en el tiempo.

Ejemplos contemporáneos de empresas que aplican estos principios demuestran que integrar la ética, la sostenibilidad y el compromiso social en la estrategia no solo genera rentabilidad, sino que también fomenta equidad, innovación responsable y desarrollo integral de individuos y comunidades, consolidando un modelo de gestión empresarial que trasciende generaciones

y contribuye a un futuro más justo y sostenible.

Más allá del ámbito empresarial, los principios de esta revolución humanista pueden trasladarse a la vida cotidiana y al entorno laboral inmediato. Practicar la honestidad, el respeto y la responsabilidad no solo fortalece la confianza en nuestras organizaciones, sino que también mejora las relaciones personales y la calidad de vida en comunidad.

Cada decisión ética, desde un trato justo a un colega hasta el consumo responsable o el cuidado del medio ambiente, contribuye a construir ese mundo más humano y sostenible que todos anhelamos.

Referencias

- Aristóteles. (2004). Ética a Nicómaco (J. Marías, Trad.). Gredos.
(Obra original publicada ca. 350 a.C.)
- Carroll, A. B., & Brown, J. A. (2018). Corporate social responsibility: A review of current concepts, research, and issues. *Business & Society*, 57(1), 7–20. <https://doi.org/10.1177/0007650316672941>
- Caudet, F. (2025). Economía humana: Intuición, liderazgo y prosperidad. Editorial Cadena SER.
- Collins, J., & Porras, J. I. (1997). Built to last: Successful habits of visionary companies. Harper Business.
- Eccles, R. G., Ioannou, I., & Serafeim, G. (2014). The impact of corporate sustainability on organizational processes and performance. *Management Science*, 60(11), 2835–2857. <https://doi.org/10.1287/mnsc.2014.1984>
- Erasmo de Róterdam. (2015). Elogio de la locura (M. Menéndez y Pelayo, Ed.). Alianza Editorial. (Obra original publicada en 1511)
- Freeman, R. E. (2010). Strategic management: A stakeholder approach. Cambridge University Press. (Obra original publicada en 1984)
- González Pascual, A. (2024, diciembre 17). Un buen jefe sobreestima a sus trabajadores. Cadena SER.
- Kant, I. (2009). Fundamentación de la metafísica de las costumbres (R. Rodríguez Aramayo, Trad.). Alianza Editorial. (Obra original publicada en 1785)
- Kofman, F. (2025). La empresa consciente: propósito y ética. Editorial Alegría.
- León XIII. (2004). Rerum Novarum: Sobre la situación de los obreros. Ediciones Paulinas. (Obra original publicada en 1891)
- Lickona, T. (1991). Educating for character: How our schools can teach respect and responsibility. Bantam Books.
- Mackey, J., & Sisodia, R. (2014). Conscious capitalism: Liberating the heroic spirit of business. Harvard Business Review Press.
- Mirandola, G. P. della. (1999). Discurso sobre la dignidad del hombre (L. Martínez, Trad.). Alianza Editorial. (Obra original publicada en 1511)

- da en 1486)
- Naciones Unidas. (2015). Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. ONU. <https://sdgs.un.org/es/2030agenda>
- Platón. (2007). La República (J. Calonge, Trad.). Alianza Editorial. (Obra original publicada ca. 380 a.C.)
- Porter, M. E., & Kramer, M. R. (2011). Creating shared value: How to reinvent capitalism—and unleash a wave of innovation and growth. *Harvard Business Review*, 89(1–2), 62–77.
- Reca, A. (2011). Enrique Shaw: Empresario con espíritu cristiano. *Revista de Ciencias Sociales*, 18(2), 45–59.
- Servitje, L. (2003). El empresario ante los retos del siglo XXI. Fondo de Cultura Económica.
- Smith, A. (2014). La riqueza de las naciones (C. Rodríguez Braun, Ed.). Alianza Editorial. (Obra original publicada en 1776)
- Tomás de Aquino. (2012). Suma Teológica (J. Martínez, Trad.). Biblioteca de Autores Cristianos. (Obra original publicada en 1274)
- Ventosa, J. P. (2025). Liderazgo consciente para construir el futuro. Profit Editorial.

Más allá del alivio muscular: Masoterapia como herramienta integral contra el estrés crónico

Resumen

El estrés crónico representa uno de los desafíos más apremiantes para la salud pública del siglo XXI, al ejercer impactos multidimensionales en el funcionamiento físico, psicológico y social. Entre las estrategias no farmacológicas para su manejo, la masoterapia ha demostrado beneficios significativos en la regulación neuroendocrina, la función muscular y el bienestar emocional. Esta revisión resume la evidencia científica actual (2015–2025) sobre el papel de la masoterapia como enfoque terapéutico para el afrontamiento del estrés crónico desde una perspectiva biopsicosocial. Se realizó una búsqueda de literatura que incluyó ensayos clínicos, revisiones sistemáticas y guías institucionales. Los hallazgos indican que el masaje terapéutico (masoterapia) reduce de manera significativa la tensión muscular, el cortisol salival y la frecuencia cardíaca, al tiempo que mejora la variabilidad de la frecuencia cardíaca, la calidad del sueño y el estado de ánimo. Se destaca su aplicabilidad en contextos laborales y educativos, lo que la posiciona como una valiosa herramienta para la promoción de la salud y la prevención del burnout. En conjunto, la masoterapia emerge como una intervención integral, accesible y rentable que fortalece la resiliencia y mejora la calidad de vida de las personas expuestas a estrés prolongado.

Palabras clave: masoterapia, estrés crónico, regulación neuroendocrina, bienestar psicológico, salud ocupacional.

Abstract

Chronic stress represents one of the most pressing public health challenges of the twenty-first century, exerting multidimensional impacts on physical, psychological, and social functioning. Among non-pharmacological strategies for its management, massage therapy has demonstrated significant benefits for neuroendocrine regulation, muscular function, and emotional well-being. This review summarizes current scientific evidence (2015–2025) regarding the role of massage therapy as a therapeutic approach for coping with chronic stress from a biopsychosocial perspective. A literature search was conducted

Javier Orlando
Sostres Bartels¹.
Silva Leticia Núñez
Sáenz¹.
Yesenia Martínez¹.

-(1) Facultad de
Ciencias de la Cultura
Física

Universidad
Autónoma de
Chihuahua

Recibido: 12 de
noviembre 2025

Aceptado: 15 de
diciembre de 2025

including clinical trials, systematic reviews, and institutional guidelines. Findings indicate that therapeutic massage significantly reduces muscle tension, salivary cortisol, and heart rate, while improving heart-rate variability, sleep quality, and mood. Its applicability in occupational and educational contexts is highlighted, positioning it as a valuable health-promotion and burnout-prevention tool. Overall, massage therapy emerges as a comprehensive, accessible, and cost-effective intervention that strengthens resilience and enhances quality of life in individuals exposed to prolonged stress.

Keywords: **massage therapy, chronic stress, neuroendocrine regulation, psychological well-being, occupational health.**

Introducción

El estrés crónico es un fenómeno multifactorial que afecta a millones de personas en todo el mundo y se relaciona con un incremento en la prevalencia de enfermedades cardiovasculares, metabólicas y psicológicas. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2022), más del 70 % de los adultos trabajadores reportan síntomas de estrés continuo y uno de cada tres experimenta agotamiento físico y mental persistente. La exposición mantenida a elevados niveles de cortisol y adrenalina altera el eje hipotalámico-hipofisario-adrenal, favoreciendo la hipertensión, el deterioro inmunológico y trastornos del sueño (Field, 2016).

Desde una perspectiva conceptual, puede entenderse como una respuesta neuropsicológica sostenida que surge cuando las demandas del entorno rebasan de forma prolongada los recursos y estrategias de afrontamiento disponibles (Lazarus, 1984). Operacionalmente, implica la activación continua del eje hipotalámico-hipofisario-adrenal (HHA) y del sistema nervioso simpático, generando una secreción persistente de cortisol, adrenalina y noradrenalina. Cuando este estado se prolonga, produce alteraciones en los sistemas cardiovascular, inmune y neuroendocrino, acompañadas de manifestaciones conductuales como irritabilidad, insomnio, fatiga y bajo rendimiento (Selye & OMS, 2022).

El cortisol —hormona central de la respuesta al estrés— desempeña un papel clave en la movilización de energía y la regulación de la presión arterial. Sin embargo, su liberación sostenida conduce a hipercortisolismo crónico, asociado con inmunosupresión, disfunciones metabólicas y desequilibrios neuroendocrinos (McEwen, 1998; Sapolsky, 2015). Estas alteraciones explican la estrecha relación entre el estrés prolongado y el desarrollo de enfermedades cardiovasculares, metabólicas

y trastornos afectivos, subrayando la necesidad de intervenciones orientadas a restaurar el equilibrio del HHA.

Los síntomas del estrés crónico pueden expresarse en dolores de cabeza, tensión muscular, fatiga, molestias gastrointestinales, irritabilidad, preocupación excesiva y patrones conductuales como dificultades del sueño, cambios en el apetito o aislamiento social. En un estilo de vida acelerado, este estado puede derivar en condiciones más graves como hipertensión, obesidad, diabetes, depresión y ansiedad. Su impacto integral demanda estrategias terapéuticas accesibles, eficaces y culturalmente aceptadas.

En este escenario, las terapias alternativas han cobrado relevancia por su utilidad en la prevención y tratamiento de distintos trastornos físicos y mentales (Romel, 2024). Entre ellas, la masoterapia destaca por sus beneficios en la regulación neuroendocrina, la función muscular, el bienestar emocional y su contribución al bienestar general sin efectos adversos (Benjamin, 2005; Dakić, 2023). La estrategia de masoterapia implica la manipulación manual de tejidos blandos con fines preventivos y curativos, potenciando la oxigenación tisular, la eliminación de metabolitos y la activación del sistema parasimpático, lo que reduce la tensión muscular y la percepción de estrés (Field, 2016).

El presente trabajo revisa la evidencia científica reciente (2015–2025) sobre el papel de la masoterapia (massage therapy) como herramienta para el afrontamiento del estrés crónico desde una perspectiva biopsicosocial. Los hallazgos indican reducciones significativas en la tensión muscular, el cortisol salival y la frecuencia cardíaca, junto con mejoras en la variabilidad cardíaca, la calidad del sueño y el estado de ánimo. Además, se resalta su aplicabilidad en los contextos laboral y educativo como estrategia de promoción de la salud y preventión del desgaste psicológico.

Actualmente, la masoterapia se reconoce como una intervención integral que influye simultáneamente en las dimensiones física, psicológica y social del individuo. Su implementación en entornos laborales, educativos y comunitarios ha demostrado mejorar la satisfacción personal, la productividad y disminuir el absentismo (García Castellanos & Torres, 2024). En consecuencia, profundizar en sus mecanismos de acción y revisar la evidencia contemporánea que respaldan su eficacia constituye una prioridad para la salud pública y el bienestar integral.

Distinguir la diferencia entre el masaje común y la masoterapia es imprescindible para identificar las bondades y debilidades de cada uno de ellos.

La masoterapia constituye una intervención terapéutica basada en la aplicación sistemática de técnicas de masaje orientadas a:

- Prevenir, aliviar o tratar diversas alteraciones físicas y emocionales.
- Se fundamenta en principios de la anatomía, la fisiología y la biomecánica,
- Requiere formación profesional especializada.
- Su propósito central es favorecer procesos de recuperación, disminuir el dolor, mejorar la movilidad, regular el tono muscular y contribuir al equilibrio neurofisiológico del organismo.

En este sentido, la masoterapia se inserta dentro de las intervenciones no farmacológicas con evidencia creciente en el manejo del estrés crónico y diversas disfunciones musculoesqueléticas.

En contraste, el masaje común se caracteriza por su:

- Orientación al bienestar general y a la relajación,
- No tiene objetivo clínico específico.
- Sus técnicas suelen centrarse en inducir una sensación de confort,
- Alivia tensiones leves y promover una experiencia subjetiva de descanso.

Aunque puede generar efectos positivos en el estado de ánimo y la relajación muscular, no necesariamente responde a un protocolo terapéutico ni a una evaluación clínica previa.

En síntesis, mientras que la masoterapia implica un enfoque terapéutico estructurado, sustentado en la formación profesional y orientado a necesidades específicas de salud, el masaje común se enfoca principalmente en la relajación y el bienestar general, sin pretensiones clínicas formales.

Materiales y métodos

Se realizó una revisión de literatura publicada entre 2015 y 2025, utilizando las bases de datos PubMed y Google Académico.

Se emplearon como descriptores: massage therapy, chronic stress, non-pharmacological interventions, psychophysiological response y occupational health.

Se analizaron artículos originales, revisiones sistemáticas, metaanálisis y guías clínicas que evaluaran los efectos del masaje terapéutico sobre el estrés fisiológico o psicológico. Los criterios de exclusión fueron: Estudios con muestras menores a diez participantes, reportes anecdoticos o investigaciones sin control metodológico. La información fue organizada en tres

categorías.

Resultados

Los hallazgos de los estudios revisados muestran que la masoterapia ejerce un efecto positivo global sobre la salud, actuando simultáneamente a nivel neurofisiológico, emocional y conductual.

1. Efectos fisiológicos

La evidencia confirma que el masaje reduce los niveles de cortisol, frecuencia cardíaca y presión arterial, mientras incrementa la variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC), indicador de equilibrio autonómico (Field, 2016; Dakić, 2023). El estímulo mecánico sobre los receptores cutáneos y musculares genera una respuesta vagal que promueve la relajación, disminuye la actividad simpática y favorece la homeostasis (Benjamin, 2005).

También se observa una mejora en la circulación sanguínea y linfática, lo que facilita la oxigenación de los tejidos y la eliminación de desechos metabólicos, reduciendo la sensación de fatiga muscular. En personas con estrés crónico, la aplicación sistemática de masoterapia durante ocho semanas produjo disminuciones del 15–25 % en los niveles de cortisol salival y mejoras en el sueño y la percepción de energía (García Castellanos y Torres, 2024).

2. Efectos psicológicos

La masoterapia influye de manera directa en el bienestar mental. Diversos estudios indican reducciones significativas en los niveles de ansiedad, depresión y tensión emocional, así como incrementos en la serotonina y dopamina, neurotransmisores asociados al placer y la motivación (Field, 2016).

Estos efectos contribuyen a restablecer la percepción de control personal, mejoran la calidad del sueño y reducen el insomnio asociado al estrés laboral o académico. En entornos clínicos, la incorporación de sesiones semanales de masaje ha mostrado aumentar la satisfacción corporal y la autoestima en pacientes con estrés postraumático o ansiedad generalizada (Dakić, 2023).

3. Efectos sociales y ocupacionales

La literatura reciente destaca la utilidad del masaje como herramienta de salud ocupacional, al mejorar la disposición emocional, la productividad y el clima laboral. Estudios realizados en instituciones educativas y administrativas reportan disminución del ausentismo, aumento de la concentración y fortalecimiento de la convivencia organizacional (García Castellanos y Torres, 2024).

La masoterapia aplicada dentro de programas de “pausas activas” reduce los síntomas musculoesqueléticos asociados al trabajo sedentario y contribuye a prevenir el síndrome de burnout. Estas estrategias de autocuidado incrementan la percepción de apoyo institucional y bienestar subjetivo, generando impactos positivos en la motivación laboral

Dimensión	Efectos documentados (2015–2025)
Fisiológica	Reducción de la frecuencia cardíaca, presión arterial y cortisol; aumento de la VFC y circulación periférica.
Psicológica	Disminución de ansiedad y depresión; aumento de serotonina y dopamina; mejor sueño y ánimo.
Social/ocupacional	Mejora del clima organizacional, reducción de fatiga laboral y ausentismo.

Tabla 1.
Efectos fisiológicos y psicológicos del masaje terapéutico.

Discusión

Los resultados obtenidos confirman que la masoterapia constituye una intervención efectiva, segura y multifactorial en el manejo del estrés crónico. Su acción combina mecanismos fisiológicos, modulación autonómica, activación del sistema parasimpático, disminución del eje hipotalámico-hipofisario-adrenal, con efectos psicológicos y sociales que potencian el bienestar integral.

Implicaciones fisiológicas y neuroendocrinas

La estimulación táctil profunda activa receptores cutáneos que transmiten impulsos al sistema límbico, modulando áreas del hipotálamo y la amígdala implicadas en la respuesta emocional. Este proceso regula la secreción de cortisol y adrenalina, y promueve la liberación de endorfinas, serotonina y oxitocina, responsables de la sensación de calma y conexión interpersonal.

Masoterapia y salud ocupacional

El entorno laboral es uno de los principales generadores de estrés crónico. La implementación de programas de masaje terapéutico en el trabajo ha demostrado disminuir el dolor cervical y lumbar, mejorar la postura y la energía durante la jornada, y reducir el riesgo de depresión laboral. En México y Latinoamérica, donde los índices de estrés ocupacional superan el 60 % (Díaz-Valdez, 2024), la masoterapia puede integrarse como componente esencial de la promoción de la salud institucional. La masoterapia, al favorecer la regulación fisiológica y emocional, contribuye a mejorar el rendimiento laboral y la satisfacción personal, fortaleciendo la cultura de autocuidado dentro de las organizaciones.

El modelo propuesto integra tres niveles de acción:

- Fisiológico, mediante la modulación del sistema nervio-

so autónomo y la reducción del cortisol;

- Psicológico, al favorecer la relajación, la conciencia corporal y la autoeficacia emocional;
- Social, al fortalecer la comunicación, la empatía y la percepción de apoyo interpersonal.

Estos tres componentes interactúan para restaurar el equilibrio homeostático y prevenir la progresión del estrés hacia patologías crónicas.

Conclusiones

La evidencia revisada demuestra que la masoterapia es una herramienta terapéutica integral, accesible y costo-efectiva con efectos comprobados sobre la regulación fisiológica, la estabilidad emocional y la cohesión social, capaz de fortalecer la resiliencia y mejorar la calidad de vida en personas sometidas a estrés prolongado. Su práctica periódica puede disminuir los niveles de estrés crónico, mejorar la calidad del sueño, aumentar la energía y promover el bienestar general.

Además, su accesibilidad, bajo costo y ausencia de efectos adversos la convierten en una intervención costo-efectiva para programas de salud pública, laboral y comunitaria. En tiempos en los que el tema principal es La Salud Mental: La incorporación de la masoterapia en políticas de prevención del estrés y promoción del bienestar representa una inversión estratégica para mejorar la salud mental colectiva y la productividad.

Futuras investigaciones deben estandarizar protocolos de intervención, explorar su impacto longitudinal y ampliar el estudio en poblaciones con enfermedades crónicas.

Referencias

- Benjamin, P. J. (2005). *Understanding sports massage: Therapeutic massage techniques*. Human Kinetics.
- Dakić, M. T. (2023). The effects of massage therapy on sport and exercise performance: A systematic review. *Sports*, 11(6), 110. <https://doi.org/10.3390/sports11060110>
- Díaz-Valdez, V. D. (2024). Mapa causal del estrés laboral en México. *Medicina y Seguridad del Trabajo*, 70(2), 145–158.
- Field, T. (2016). Massage therapy research review. *Complementary Therapies in Clinical Practice*, 24, 19–31. <https://doi.org/10.1016/j.ctcp.2016.04.005>
- García Castellanos, T. de la C., & Torres, M. C. (2024). Masoterapia como tratamiento para el estrés académico en la clínica de salud intercultural. *Investigación e Innovación: Revista Científica de Enfermería*, 4(2), 90–98. <https://doi.org/10.33326/27905543.2024.2.1979>
- Lazarus, R. S. (1984). *Stress, appraisal, and coping*. New York, NY: Springer Publishing Company.

- McEwen, B. S. (1998). Protective and damaging effects of stress mediators. *New England Journal of Medicine*,. doi:<https://doi.org/10.1056/NEJM199801153380307>
- (Selye, 1., & OMS, 2. (2022). Estrategia mundial sobre la salud mental: Fortalecer la respuesta de los sistemas de salud. Organización Mundial de la Salud (OMS). .
- Sapolsky, R. M. (2015). Stress and the brain: Individual variability and the inverted-U. *Nature Neuroscience* (Vol. 18). doi:<https://doi.org/10.1038/nn.4109>
- World Health Organization. (2022). WHO guidelines on mental health at work. World Health Organization.

Filtros lentos de arena: una buena opción para disminuir contaminantes microbiológicos en agua

Resumen

La contaminación del agua es un problema que ha aumentado en los últimos años y guarda una estrecha relación con la salud de la población, por lo que es necesario implementar tecnologías alternativas y asequibles que contribuyan al bienestar de la población. Los filtros lentos de arena (FLA) son de construcción sencilla, con materiales económicos, no requieren conocimientos específicos para su operación o mantenimiento y ofrecen un alto nivel de tratamiento mediante mecanismos físicos, químicos y biológicos. El objetivo de este trabajo fue evaluar un FLA instalado en un tubo PAD implementado en el Parque Nacional Cascada de Bassaseachic (PNCB). La efectividad del FLA se evaluó en muestras de agua mediante la determinación de coliformes fecales y totales antes y después del proceso de filtración. Donde se observó un mejoramiento de la calidad del agua en los parámetros microbiológicos.

Abstract

Water pollution has been a growing problem in recent years and is closely linked to public health. Therefore, it is necessary to implement affordable alternative technologies that contribute to the well-being of the population. Slow sand filters (SSFs) are simple to construct with inexpensive materials, require no specialized knowledge for operation or maintenance, and provide high treatment levels through physical, chemical, and biological mechanisms. The objective of this study was to evaluate an SSF installed in a PAD pipe at Parque Nacional Cascada de Bassaseachic (PNCB). The effectiveness of the SSF was assessed in water samples by measuring fecal and total coliform levels before and after filtration. An improvement in water quality was observed in microbiological parameters.

Introducción

El agua es el componente más importante para la vida y el acceso al agua potable es una necesidad fundamental para la población (OMS, 2014; WHO, 2023). En el 2017, alrededor del 30% de la población mundial todavía no contaba con acceso al agua potable, y hasta esa fecha 159 millones de personas toma-

**Alan Fernando
Muñoz-Payán¹.
Rocío Infante-
Ramírez¹.
Ma. Carmen E.
Delgado-Gardea¹.**

**-(1) Facultad de
Ciencias Químicas**

**Universidad
Autónoma de
Chihuahua**

**Recibido: 26 de
noviembre 2025**

**Aceptado 15 de
diciembre de 2025**

ban agua directamente del agua superficial más cercana (Makyko, Dasika & Jafvert, 2023). El suministro de agua potable de buena calidad es importante para el bienestar de la humanidad; por ello, es vital proteger el suministro de agua, así como el saneamiento y los buenos servicios de higiene (Guchi, 2015). Los filtros lentos de arena (FLA) se remontan a 1829, en Paisley, Escocia, donde Jhon Gibb suministró agua a la ciudad mediante un filtro lento de arena. El modelo actual de filtración se originó a partir de un filtro lento de arena de un acre, diseñado por Jams Simpson para la compañía de agua Chelsae en Londres en 1852, que trataba agua superficial del río Támesis. Un estudio epidemiológico realizado después del brote de cólera de 1854 demostró que las personas que usaban el agua de los FLA no habían sido infectadas. El uso de los FLA fue creciendo, se difundió por toda Europa y, eventualmente, llegó a los Estados Unidos (Román et al., 2001).

No fue hasta 1980 que resurgió un nuevo interés por los FLA, principalmente por su simplicidad, sus bajos requisitos energéticos, su no requerimiento de compuestos químicos y, sobre todo, su alto nivel de tratamiento del agua. Las preocupaciones por el cambio climático (disminución de los combustibles fósiles y aumento de las emisiones de carbono en la industria del agua) también han provocado un interés por el uso de este tipo de filtración (Haig et al., 2011). Además, estudios actuales destacan que los FLA representan una alternativa sostenible y de bajo impacto ambiental, lo que los posiciona como una opción viable para comunidades rurales y sistemas de abastecimiento descentralizados (Abdiyev et al., 2023; López García et al., 2024).

Los FLA no solo reducen las partículas sólidas; se ha comprobado su efectividad como filtro biológico mediante la formación de algas, así como mediante la formación de una capa de materia orgánica en los primeros centímetros de la arena, denominada Schmutzdecke; dicha palabra refiere al lugar donde ocurre la eliminación más eficaz de contaminantes en un FLA que es el Schmutzdecke que es una palabra en alemán, que significa “cubierta de suciedad”, localizado en la parte superior del lecho de arena, encargado de remover más del 90% de las bacterias indicadoras de patógenos (Pfannes et al., 2015).

Los estudios más recientes explican que esta biocapa desempeña un papel fundamental en la remoción de patógenos, compuestos orgánicos y nutrientes, lo que consolida a los FLA como una tecnología sustentable de tratamiento de agua en zonas rurales (Abdiyev et al., 2023; Ungureanu et al., 2020).

Los FLA proporcionan un tratamiento del agua mediante la fil-

tracción física de partículas y la eliminación biológica de patógenos y sustancias orgánicas en la capa biológicamente activa, conocida como Schmutzdecke. Estos filtros han sido reconocidos como una tecnología apropiada para el tratamiento de agua potable en zonas rurales y son capaces de mejorar el estado físico, químico y microbiológico del agua (Haig et al., 2014).

Materiales y métodos

Instalación del filtro lento de arena: El FLA se colocó dentro del centro CONANP que a su vez se encuentra localizado dentro del polígono del PNCC con las coordenadas $28^{\circ}09'54.0''N$; $108^{\circ}12' 23.0''W$. Este lugar se seleccionó por ser un lugar que cuenta con un suministro de agua durante todo el año y que podría ser vigilado por el personal de CONANP durante el periodo de prueba. El filtro fue evaluado durante 25 semanas consecutivas para determinar su capacidad de remoción de microorganismos.

En cuanto a los lechos filtrantes, la altura de las distintas capas así como el diámetro de las partículas se encuentran en la tabla 1.

La altura de cada capa que componen el filtro se seleccionaron para encontrarse en las alturas recomendadas para la filtración lenta en

arena y así obtener la mayor capacidad de remoción de contaminantes, el diámetro de las partículas para el caso de la grava fue de acuerdo a las recomendaciones (CAWST, 2009) y para la arena, el tamaño menor al que se pudo llegar (por las dimensiones del filtro) fue menor a 2 mm pero cumpliendo con el tamaño efectivo y el coeficiente de uniformidad (Guchi, 2015). Para el caso de la arena, se dejó una altura 10 cm mayor a la recomendada por si se presentaba una compactación del material, que no fue el caso durante todos los estudios realizados al filtro. El filtro lento de arena operaba a una Velocidad de filtración: 0.1–0.4 m/h (típico de los FLA), con un tiempo de retención de 4 a 6 horas aproximadamente.

Análisis microbiológico: Técnica del Número Más Probable, el conteo de coliformes totales (CT) y coliformes fecales (CF) en las muestras de agua se basó en la norma NMX-AA-042-SCFI-2015, que establece la técnica del número más probable (NMP), en la que las muestras se procesaron en un lapso no mayor a 24 h posteriores al muestreo. Para lograrlo, se inocula-

Capa del filtro	Altura (cm)	Diámetro de las partículas (mm)
Base metálica	15	N/A
Grava	15	>10
Gravilla	15	< 10
Arena	90	<2
Agua sobrenadante	30	N/A

Tabla 1.
Desarrollo del filtro lento de arena.

ron por triplicado 10 mL de las muestras de agua en tubos con 10 mL de caldo lactosado de doble concentración con campana de Durham; también se inocularon por triplicado 0.1 y 1 mL de muestra en tubos con 10 mL de caldo lactosado de concentración normal con campana de Durham. Todos los tubos se incubaron a 37 °C por 24 h; posteriormente, se revisó la formación de gas como resultado positivo. Las muestras positivas se inocularon por separado en tubos de 10 mL de caldo verde brillante y de caldo Escherichia coli (EC); la lectura se realizó de igual forma después de incubarse a 37 °C y 44 °C, respectivamente. La norma exige que los tubos permanezcan hasta 48 h para descartar falsos negativos.

Determinación de la remoción de coliformes

La determinación de la eficiencia en la remoción de coliformes se realizó mediante el cálculo del porcentaje de reducción bacteriana de organismos coliformes totales de acuerdo a lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-244-SSA1-2008, que indica los requisitos sanitarios y características que deben cumplir los equipos y sustancias germicidas para tratamiento doméstico de agua. El cálculo se realizó mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ RBCT} = (\text{coliformes totales})\text{APST} - (\text{coliformes totales})\text{APT} / (\text{coliformes totales})\text{APST} \times 100$$

En donde:

% RBCT. Porcentaje en reducción bacteriana de organismos coliformes totales.

APST. Cuenta de organismos coliformes totales en NMP/100 mL de agua sin tratar.

APT. Cuenta de organismos coliformes totales en NMP/100 mL de agua tratada. 27

La reducción de log en la concentración de microorganismos se realizó de acuerdo a la siguiente ecuación:

Reducción Log=log(concentración del afluente)-log (concentración del afluente)

Todos los log son en log base 10 y puede ser aplicada para coliformes totales y coliformes fecales (Elliott et al., 2015).

Resultados

Análisis bacteriológico mediante la técnica del NMP. En la Figura 1 se muestran los resultados obtenidos de coliformes totales, expresados en logaritmo base 10. En todos los muestras se observó la presencia de organismos CT, con una media de 1.5 para el afluente y 0.45 NMP/100 mL para el efluente contemplando la escala logarítmica en base a 10. La NOM-127-SSA1-1994 establece que el límite permisible debe ser la

ausencia o no detectable de microorganismos CT y CF; en este caso, no se cumple con ese límite, ya que en todos los muestreos existió la detección de coliformes. El NMX-AA-042-SCFI-2015 establece que, cuando se realiza la prueba confirmativa, aunque todos los tubos sean negativos, el reporte final es <3 NMP/100 mL, lo cual sucedió en algunos de los muestreos.

Para estimar la maduración del schmutzdecke se basó en los CT, en la Figura 1 se observa que a partir de la cuarta semana se comenzó a obtener una disminución de CT en el efluente respecto al afluente, fue durante este muestreo donde se decidió establecer que el filtro se encontraba en su estado maduro, a los 30 días desde su funcionamiento. En los primeros muestreos se observó que el efluente contenía más microorganismos; es común, ya que el filtro necesita de un periodo de adaptación que puede durar algunas semanas (Devadhanam & Pillav, 2008), ocasionado por restos de contaminantes presentes en la arena, así como el desarrollo de la comunidad microbiana que habita el filtro. Al comparar estos resultados con otros publicados (Nitzsche et al., 2015), se observaron valores bajos de CT debido a las características del agua que abastece al filtro, y en ninguno de los muestreos se superpusieron los $2.5 \log 10$.

En la Figura 2 se muestran los resultados obtenidos para los coliformes fecales, expresados en logaritmo base 10. En todos los muestreos se observó la presencia de CF, con una media de 1.2 para el afluente y 0.8 NMP/100 mL para el afluente en escala logarítmica base 10. La NOM-127-SSA1-2021 establece que el límite permisible debe ser la ausencia o no detectable de microorganismos CF; en este caso, no se cumple con ese límite, ya que el método utilizado establece que aunque no existan tubos positivos el resultado se reporta <3 NMP/100mL y nos limita evaluar el nivel de remoción de CF.

En la primera y segunda semana se observan los valores más altos para los CF del efluente, por encontrarse en el periodo de adaptación del filtro; sin embargo, en todas las semanas posteriores se observó una misma tendencia, manteniéndose <3 NMP/100 mL. Estos resultados sugieren que el agua tiene

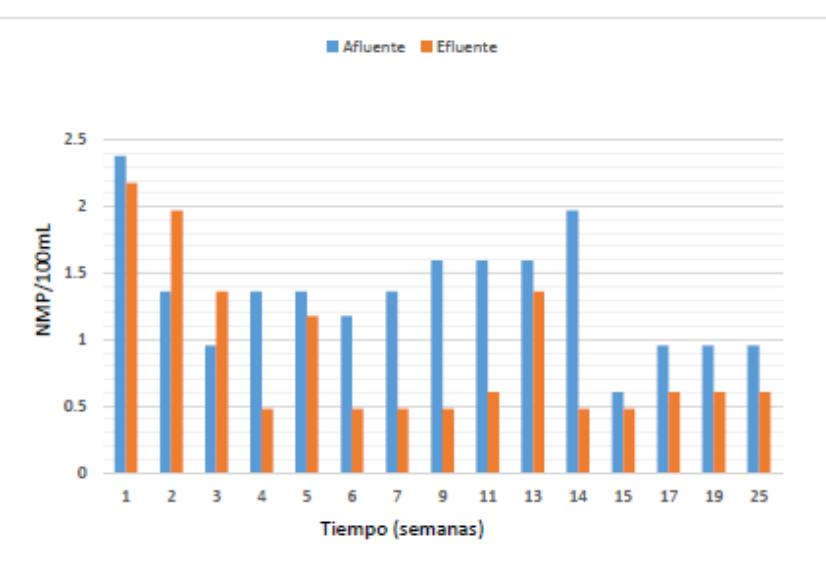


Figura 1.
Análisis microbiológico:
Conteo de coliformes totales de
las muestras de agua en escala
logarítmica base 10

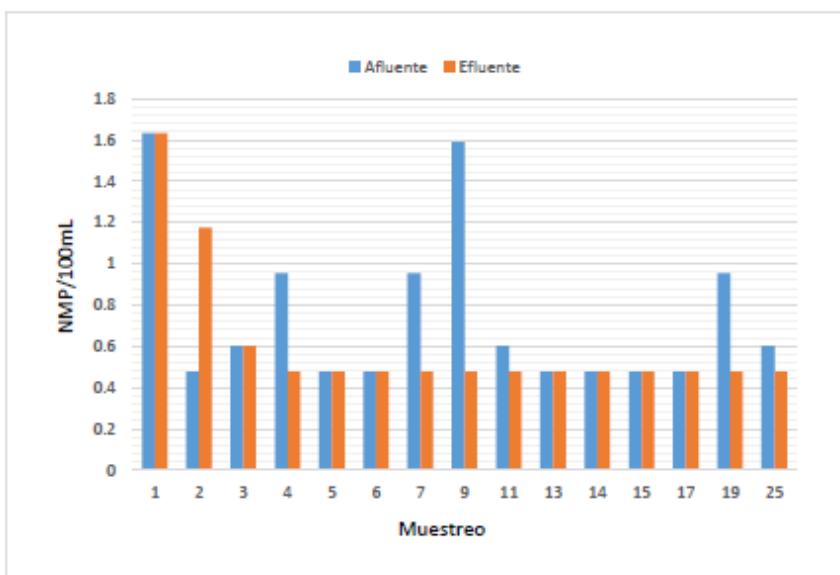


Figura 2.
Análisis microbiológico:
Conteo de coliformes fecales de
las muestras de agua en escala
logarítmica base 10

una buena calidad antes de entrar al filtro en la mayoría de los muestreos, pero al pasar por el filtro disminuye el conteo de CF. En la novena semana se observó un aumento en los CF del afluente ocasionado por una obstrucción de lodo en la línea que abastecía al filtro. Una vez que el agua pasó por el filtro, el conteo de los CF disminuyó, mostrando la eficiencia de retención de microorganismos coliformes.

Discusión

El objetivo principal del tratamiento del agua potable mediante filtración es la eliminación de organismos patógenos, tales como protozoos, bacterias y virus, que pueden causar enfermedades (Kwon et al., 2011).

La purificación en los FLA se atribuye a procesos bioquímicos de origen natural (como la depredación y la biooxidación), pero aún no han sido verificados en profundidad debido a las limitaciones metodológicas. Se han realizado estudios en microcosmos que se centran en pocos organismos y, por lo tanto, solo se proporcionan conclusiones imprecisas sobre los mecanismos de remoción. (Haig et al., 2014). La determinación y la comprensión de estos mecanismos serían muy ventajosas ya que mejorarían la implementación de tecnologías de agua potable. Han surgido diferentes mecanismos involucrados en la remoción de microorganismos patógenos, como la depredación por protozoos, la lisis viral y la disponibilidad de nutrientes, que son importantes para regular la mortalidad microbiana. Sin embargo, se han planteado factores abióticos, como la radiación ultravioleta y las especies reactivas del oxígeno, como posibles vías para la lisis de microorganismos patógenos (Haig et al., 2014).

Los FLA son capaces de reducir significativamente la concentración viral en aguas superficiales contaminadas con materia fecal. En un estudio se encontró que la eliminación de virus en aguas contaminadas con heces es muy eficiente, con niveles de 2.25 log_{10} y 3.92 log_{10} , siempre y cuando el filtro se encuentre en su estado maduro (Bauer et al., 2011).

El objetivo principal de la influencia de los microorganismos en

el tratamiento del agua potable mediante filtración es la eliminación de microorganismos patógenos, tales como protozoos, bacterias y virus, que pueden causar enfermedades (Jun et al., 2002; Kwon et al., 2011; Schijven et al., 2013). *Salmonella* y *Campylobacter* son los agentes más frecuentes de gastroenteritis bacteriana. *Salmonella* se presenta en números más bajos que las bacterias indicadoras, pero puede representar un riesgo para la salud pública. *Campylobacter* está muy extendido en el ambiente y se encuentra comúnmente en aguas superficiales. Otros patógenos frecuentemente aislados son *Shigella*, *Yersinia* y *Vibrio cholerae*. Entre los protozoos que pueden estar presentes en el agua contaminada se encuentran *Cryptosporidium*, *Entamoeba*, *Cyclospora*, *Toxoplasma*, *Microsporidia* y *Giardia*. Entre los virus se encuentran *Adenovirus*, *Norovirus*, *Rotavirus* y *Astrovirus* (Girones et al., 2010).

La determinación y la comprensión de los mecanismos de remoción serían muy ventajosas ya que mejoraría la implementación de tecnologías de agua potable (Haig et al., 2014b). Por otra parte, se sabe que la eficiencia en la eliminación de patógenos depende en gran medida de las condiciones de diseño del filtro. Al ser un filtro biológico, su protección es una consideración clave en el diseño y la operación (Chan et al., 2015). Las características de la fuente de agua, la temperatura y la maduración también son importantes para el rendimiento (Schijven et al., 2013; Weber-Shirk & Dick, 1997).

Estudios reportados por Weber-Shirk (2002) mencionan que, además de la actividad biológica del FLA, existe al menos otro mecanismo implicado en la eliminación de partículas contaminantes. Existen hipótesis sobre diferentes mecanismos que pueden estar involucrados en la remoción de microorganismos patógenos, como la depredación (Chan et al., 2015) por protozoos, la lisis viral y la disponibilidad de nutrientes, factores importantes para la regulación de la mortalidad microbiana. Sin embargo, se han planteado factores abióticos, como la radiación ultravioleta y la generación de especies reactivas de oxígeno, como posibles vías para la lisis de microorganismos patógenos (Haig et al., 2014a). Aún faltan estudios que confirmen la importancia de estos mecanismos de remoción de microorganismos patógenos.

Se ha demostrado que estos filtros son efectivos para eliminar el virus del mosaico del tabaco en sistemas de irrigación por escorrentía (Oki et al., 2017). La inactivación de los virus puede ser debido al daño provocado en las proteínas del virus o inactivación por un daño en su genoma (Wigginton & Kohn, 2012), también se ha reportado que los procesos fisicoquímicos

cos llevados a cabo en el FLA tienen un papel importante en la adsorción de los virus y es potenciado por las proteínas que se producen en la capa biológica (Anderson et al., 2009).

Los FLA no solo tienen un efecto positivo en la remoción de patógenos para los seres humanos, sino que se ha establecido que reducen una amplia gama de patógenos de plantas como *Phytophthora* spp., *Pythium* spp., *Xanthomonas campestris* y el nematodo *Radopholus similis*. Además, se ha demostrado que este tipo de filtración es capaz de eliminar *Phytosphthora* spp. del agua de arroyo que presentaba resultados positivos por varios años (Lee & Oki, 2013; Calvo-Bado et al., 2003).

Para el %RBCT tuvo en promedio un 66.68%, y en uno de los muestreos se alcanzó hasta el 96.77%; el conteo de CT fue pequeño en el afluente por lo que este valor puede estar subestimado al igual con la remoción de elementos. En un estudio realizado por D'Alessio et al. (2015), reportaron una remoción de CT entre el 66 y 99.96%, resultados similares a los encontrados en este trabajo. Guchi (2015), menciona que se han reportado valores de remoción mayor al 99% que dependen de la maduración biológica del filtro. En nuestro trabajo el nivel máximo de eficiencia obtenido fue alto, un indicativo del potencial que tiene el sistema de filtración y se podría optimizar con otro tipo de filtración (carbón activado granular) para obtener mayores eficiencias promedio de acuerdo al estudio realizado por Zipf et al. (2016).

En los CT se obtuvo en promedio una remoción de 0.45 Log₁₀ y se alcanzó un valor máximo de 1.49 Log₁₀, para los CF se obtuvo un valor menor, en promedio de 0.14 Log₁₀ y un valor máximo de 1.11 Log₁₀. Estudios reportados por Langenbach et al. (2010), han encontrado 53 remociones de 0.3 a 3.5 Log₁₀ para los CT y hasta 2 Log₁₀ para CF. Al compararlo con nuestros resultados, la remoción fue inferior por las bajas concentraciones de coliformes en el agua, sin embargo, para los coliformes se obtuvo una remoción importante. Estudios escala laboratorio realizados por Chan et al. (2015), han optado por utilizar agua sintética donde se modifican las concentraciones de los microorganismos con la finalidad de evaluar el máximo nivel de remoción llevada a cabo por los FLA. En otro estudio llevado a cabo por Jenkins y et al. (2011), sobre la remoción de bacterias por filtros de arena obtuvieron una remoción de CF de 0.17 Log₁₀, resultado similar al promedio obtenido en este trabajo.

Se ha reportado por Kauppinen et al. (2014), que las condiciones estacionales tienen un efecto en las eficiencias de purificación de este tipo de filtros, afectándolos negativamente los

climas fríos, este factor pudo afectar el porcentaje de remoción, ya que el clima en donde se localiza el filtro se caracteriza por presentar temperaturas frías.

Conclusión

El sistema de filtración lenta en arena implementado en el Parque Nacional Cascada de Bassaseachic logró una remoción eficaz de microorganismos indicadores de contaminación. La remoción en los FLA se atribuye a procesos bioquímicos de origen natural, como la depredación y la biooxidación, pero aún no han sido verificados en profundidad debido a las limitaciones metodológicas. El presente filtro lento de arena, ayuda en la disminución de contaminantes microbiológicos, pero no alcanza a proveer de agua potable, por lo que un filtro lento de arena, siempre deberá ser acompañado con cloración y/o algún otro desinfectante para poder llegar a ser agua potable. Comprender los mecanismos involucrados en la remoción de contaminantes patógenos podría ayudar a predecir la capacidad del FLA para eliminarlos, así como la posibilidad de mejorar su capacidad de filtración.

Referencias

- Abdiyev, K., Azat, S., Kuldeyev, E., Ybyraiymkul, D., Kabdrakhmanova, S., Berndtsson, R., ... & Sultakhan, S. (2023). Review of Slow Sand Filtration for Raw Water Treatment with Potential Application in Less-Developed Countries. *Water*, 15(11), 2007.
- Anderson, W. B., DeLoyde, J. L., Van Dyke, M. I., & Huck, P. M. (2009). Influence of design and operating conditions on the removal of MS2 bacteriophage by pilot-scale multistage slow sand filtration. *Journal of Water Supply: Research and Technology-Aqua*, 58(7), 450-462.
- Bauer, R., Dizer, H., Graeber, I., Rosenwinkel, K. H., & López-Pila, J. M. (2011). Removal of bacterial fecal indicators, coliphages, and enteric adenoviruses from waters with high fecal pollution by slow sand filtration. *Water research*, 45(2), 439-452.
- CAWST, (2009). Centre for Affordable Water and Sanitation Technology. Biosand Filter Manual: Design, Construction, Installation, Operation and Maintenance.
- Chan, C., Neufeld, K., Cusworth, D., Gavrilovic, S., & Ngai, T. (2015). Investigation of the Effect of Grain Size, Flow Rate and Diffuser Design on the CAWST Biosand Filter Performance. *International Journal for Service Learning in Engineering, Humanitarian Engineering and Social Entrepreneurship*, 10(1), 1-23.
- Devadhanam, E., & Pillay, B. (2008). Visualisation of the microbial colonisation of a slow sand filter using an Environmental Scanning Electron Microscope. *Electronic Journal of*

- Biotechnology, 11(2), 119-125.
- Girones, R., Ferrus, M. A., Alonso, J. L., Rodriguez-Manzano, J., Calgua, B., de Abreu Corre'a, A., & Bofill-Mas, S. (2010). Molecular detection of pathogens in water—the pros and cons of molecular techniques. *Water research*, 44(15), 4325-4339.
- Guchi, E. (2015). Review on Slow Sand Filtration in Removing Microbial Contamination and Particles from Drinking Water. *American Journal of Food and Nutrition*, 3(2), 47-55.
- Haig, S. J., Collins, G., Davies, R. L., Dorea, C. C., & Quince, C. (2011). Biological aspects of slow sand filtration: past, present and future. *Water Science and Technology: Water Supply*, 11(4), 468-472.
- Haig, S. J., Quince, C., Davies, R. L., Dorea, C. C., & Collins, G. (2014). Replicating the microbial community and water quality performance of full-scale slow sand filters in laboratory-scale filters. *Water research*, 61, 141-151.
- Jun, H. B., Lee, Y. J., & Shin, S. S. (2002). Removal of particulates, natural organic matters, and microorganisms in a surface amended slow sand filter. *Water Science and Technology: Water Supply*, 2(5-6), 387-394.
- Kauppinen, A., Martikainen, K., Matikka, V., Veijalainen, A. M., Pitkänen, T., Heinonen-Tanski, H., & Miettinen, I. T. (2014). Sand filters for removal of microbes and nutrients from wastewater during a one-year pilot study in a cold temperate climate. *Journal of Environmental Management*, 133, 206-213.
- Kwon, S., Moon, E., Kim, T. S., Hong, S., & Park, H. D. (2011). Pyrosequencing demonstrated complex microbial communities in a membrane filtration system for a drinking water treatment plant. *Microbes and Environments*, 26(2), 149-155.
- Langenbach, K., Kuschk, P., Horn, H., & Kästner, M. (2010). Modeling of slow sand filtration for disinfection of secondary clarifier effluent. *Water Research*, 44(1), 159-166.
- López García, J. A., Ramos Fernández, L., Robles Silvestre, J. J., Juarez Castro, A., & Juarez Soto, H. (2024). Mejora de la calidad de agua para consumo humano mediante la implementación de filtros bioarena y filtros lentos de arena intermitentes. *Revista Campus*, 1, 11–36.
- Maiyo JK, Dasika S, Jafvert CT. Slow Sand Filters for the 21st Century: A Review. *Int J Environ Res Public Health*. 2023 Jan 5;20(2):1019. doi: 10.3390/ijerph20021019. PMID: 36673775; PMCID: PMC9859083.
- Nitzsche, K., Weigold, P., Lösekann-Behrens, T., Kappler, A., & Behrens, S. (2015). Microbial community composition of a household sand filter used for arsenic, iron, and manganese removal from groundwater in Vietnam. *Chemosphere*, 138, 47-59.
- Oki, L. R., Bodaghi, S., Lee, E., Haver, D., Pitton, B., Nackley, L., & Mathews, D. M. (2017). Elimination of Tobacco mosaic virus from irrigation runoff using slow sand filtration. *Scientia horticulturae*, 217, 107-113.
- Secretaría de Economía. (2015). NMX-AA-042-SCFI-2015: Análisis de agua — Medición de bacterias coliformes totales, colifor-

- mes fecales y Escherichia coli — Método del número más probable (NMP). Dirección General de Normas..
- Secretaría de Salud. (2021). NOM-127-SSA1-2021. Salud ambiental.
- Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización. Diario Oficial de la Federación.OMS. 2014.
- Agua [en línea]. EUA.
- Pfannes, K., Langenbach, K., Pilloni, G., Stührmann, T., Euringer, K., Lueders, T., ... & Meckenstock, R. U. (2015). Selective elimination of bacterial faecal indicators in the Schmutzdecke of slow sand filtration columns. *Applied microbiology and biotechnology*, 99(23), 10323-10332.
- Román R., Ortiz. S., Cardona, J., & Pagán, I. (2001). Caracterización de un filtro lento de arena con un prefiltrado de flujo horizontal de grava. *Revista Internacional de Desastres Naturales, Accidentes e Infraestructura Civil*, 1(1).
- Schijven, J. F., van den Berg, H. H., Colin, M., Dullemont, Y., Hijnen, W. A., Magic-Knezev, A. & Wubbels, G. (2013). A mathematical model for removal of human pathogenic viruses and bacteria by slow sand filtration under variable operational conditions. *Water Research*, 47(7), 2592-2602.
- Ungureanu, N., Vlăduț, V., Dincă, M. N., & Călinoiu, O. (2020). Slow sand filters—An eco-friendly water treatment method. *Environmental Engineering & Management Journal*, 19(5), 839–848.
- Maiyo JK, Dasika S, Jafvert CT. Slow Sand Filters for the 21st Century: A Review. *Int J Environ Res Public Health*. 2023 Jan 5;20(2):1019. doi: 10.3390/ijerph20021019. PMID: 36673775; PMCID: PMC9859083.
- World Health Organization. (2023, 28 junio). Improving access to water, sanitation and hygiene can save 1.4 million lives per year. <https://www.who.int/news-room/detail/28-06-2023-improving-access-to-water--sanitation-and-hygiene-can-save-1.4-million-lives-per-year>
- Weber-Shirk, M. L., & Dick, R. I. (1997). Biological mechanisms in slow sand filters. *American Water Works Association. Journal*, 89(2), 72-83.
- Weber-Shirk, M. (2002) Enhancing slow sand filter performance with an acid-soluble seston extract. *Water Research* 36, 4753-4756.
- Wigginton, K. R., & Kohn, T. (2012). Virus disinfection mechanisms: the role of virus composition, structure, and function. *Current opinion in virology*, 2(1), 84-89.
- Zipf, M. S., Pinheiro, I. G., & Conejero, M. G. (2016). Simplified greywater treatment systems: Slow filters of sand and slate waste followed by granular activated carbon. *Journal of Environmental Management*, 176, 119-127



S P A U A C H