

TRANSVERSALIDAD CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA

Volumen 8, Número 1 | enero — junio 2024

ISSN:2448-895X

Revista de la Academia Tamaulipeca de Investigación Científica Y Tecnológica, A.C.

35
Aniversario





Transversalidad Científica y Tecnológica
Volumen 8, Número 1
2024

CONSEJO EDITORIAL

Dr. Fabio Chalé Lara
Dr. Ricardo García Alamilla
Mtra. Carla Patricia Sandoval Galiana
Dr. Rogelio Ortega Izaguirre
Dr. Ulises Páramo García
Dr. Josué Francisco Pérez Sánchez

COORDINACIÓN EDITORIAL

Mtra. Carla Patricia Sandoval Galiana

DISEÑO EDITORIAL

Dr. Josué Francisco Pérez Sánchez

DISEÑO DE PORTADA

Julietta Colunga Sánchez

COMITÉ REVISOR

Dra. Elvia Margarita Romero Treviño
Dra. María Consuelo Lemus Pool
Dr. Jaime Eduardo Sosa Sevilla
Dr. Jonathan Jesús Malpica Maldonado
Dr. Samuel Zapién Castillo
Dr. Ulises Arellano Sánchez

Transversalidad Científica y Tecnológica, año 8, No. 1, enero-junio 2024, es una publicación semestral editada por la Academia Tamaulipeca de Investigación Científica y Tecnológica, A.C., Convento de Acolman #136 Fracc. Campanario Residencial Altamira, Tamaulipas, México, C.P. 89607, atictac.oficial@gmail.com. Editor Responsable: Dr. Josué Francisco Pérez Sánchez. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2017-120818582000-102, ISSN: 2448-895X, ambos otorgados por el Instituto Nacional de Derechos de Autor. Responsable de la última actualización del registro: Dr. Fabio Chalé Lara.

Los artículos publicados son responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan la opinión de la ATICTAC. El material publicado en esta revista puede reproducirse total o parcialmente siempre y cuando cuente con la autorización extendida por escrito de los autores de este y se mencione la fuente original.

PRÓLOGO

Esta revista es publicada por la Academia Tamaulipeca de
Investigación Científica y Tecnológica, A.C. (ATICTAC)



Academia Tamaulipeca de Investigación Científica y Tecnológica, A.C.

CONTENIDO

	Página
Análisis estructural de discos de Zirconia/Itrio para aplicaciones odontológicas	1
Tolerancia de variedades de ajonjolí a enfermedades en el sur de Tamaulipas	8
Efecto de diferentes medios ácidos en la velocidad de corrosión en acero determinada por gravimetría	16
Contribución de las mujeres en la actividad de pesca ribereña en el municipio de Soto la Marina, Tamaulipas	22
Confirmación taxonómica de <i>Lepus altamirae</i> (Lagomorpha: Leporidae) usando un enfoque morfológico y filogenético	28

ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE DISCOS DE ZIRCONIA/ITRIO PARA APLICACIONES ODONTOLÓGICAS

Gallardo-Rivas, Nohra Violeta^{*1}; Luna-Domínguez, Jorge Humberto², Mendoza-Martínez, Ana María¹

¹Tecnologico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Ciudad Madero, Centro de Investigación en Petroquímica, Prol. Bahía de Aldahir y Av. De las Bahías, Parque de la Pequeña y Mediana Industria, 89600, Altamira, Tamaulipas, México.

²Universidad Autónoma de Tamaulipas, Facultad de Odontología, Centro Universitario Sur, Circuito Universitario S/N, 89337, Tampico, Tamaulipas México.

*Autor de correspondencia: nohra.gr@cdmadero.tecnm.mx

RESUMEN

La zirconia es una de las cerámicas más prometedoras en el campo biomédico, con biocompatibilidad, baja reactividad y propiedades ópticas. Se ha reportado que tiene excelentes efectos mecánicos cuando se utiliza como material dental, pero adolece de la limitación de una alta opacidad. La caracterización microestructural de muestras obtenidas térmicamente a 1200 °C con una velocidad de solidificación y enfriamiento de 10 °C/min, se realizó mediante SEM. El tamaño de grano promedio se midió a partir de micrografías de 10.000x utilizando el método de intercepción lineal en el software ImageTool. La microestructura de los materiales se obtuvo mediante micrografía. La relación entre el contenido de itrio, la fase cristalina y el tamaño de grano se determinó según el método de intersección lineal, y se concluye que existe relación entre el contenido de itrio y el tamaño de grano reportado. En esencia simplificar el diseño, la fabricación y estética de restauraciones complejas mediante el desarrollo digital, mejora la calidad; aumentar el contenido de óxido de itrio permite un mayor contenido de fase cúbica, un mayor tamaño de grano y la reducción de la dispersión de luz.

Palabras clave: **zirconia, itrio, sinterizado, SEM-EDS, DRX**

ABSTRACT

Zirconia is one of the most promising ceramics in the biomedical field, with biocompatibility, low reactivity, and optical properties. It has been reported to have excellent mechanical effects when used as a dental material but suffers from the limitation of high opacity. The microstructural characterization of samples obtained thermally at 1200 °C with a solidification and cooling rate of 10 °C/min was performed using SEM. The average grain size was measured from 10,000x micrographs using the linear intercept method in ImageTool software. The microstructure of the materials was obtained by micrography. The relationship between the yttrium content, the crystalline phase, and the grain size was determined according to the linear intersection method, and it is concluded that there is a relationship between the yttrium content and the reported grain size. In essence, simplifying the design, manufacturing and aesthetics of complex restorations through digital development improves quality; increasing the yttrium oxide content allows for higher cubic phase content, larger grain size and reduced light scattering.

Keywords: **zirconium, yttrium, sintered, SEM-EDS, XRD**

1. INTRODUCCIÓN

Los sistemas basados en zirconia han ganado una inmensa popularidad en el campo de la odontología restauradora, tanto en prótesis parciales fijas anteriores como posteriores. La investigación y el desarrollo recientes en tecnología de diseño y fabricación asistidos por computadora (CAD/CAM) y procesos de sinterización han brindado conocimientos y capacidad para producir restauraciones a base de zirconia, especialmente para aplicaciones en la región anterior de la boca [1-3].

1.1. Cualidades de los materiales de zirconia

Los gradientes de translucidez y los requisitos de combinación de colores en el mundo actual siguen planteando mayores desafíos en este campo debido al hecho de que estos materiales son bastante opacos y de color blanco. Se han realizado varios intentos para lograr la translucidez y el color deseados mediante técnicas de tinción y glaseado, pero tiene sus propias desventajas de desconchado y delaminación del esmalte, baja resistencia al desgaste. Para superar el problema inherente de la baja translucidez, se han sugerido tres o cuatro técnicas de estratificación, en las que un núcleo de zirconia de alta resistencia se recubre con porcelana estética [2,4-6].

1.2. Zirconia modificado

Aunque estas restauraciones tienen un aspecto muy natural y una alta resistencia al desgaste, los núcleos de color blanco resultan ser un inconveniente, especialmente en las regiones donde hay menos estructura dental. Un desarrollo reciente ha sido el uso de policristales de zirconia tetragonal parcialmente estabilizados

con itrio (Y-TZP) con contenido variable de óxido de itrio, que se sabe que tiene un efecto sobre sus propiedades escriturales, mecánicas y ópticas con la adición de algún modificador para lograr un gradiente tanto en resistencia como en color [5-9].

1.3. Zirconia/Itrio

La modificación de zirconia con óxido de itrio (Y-TZP) con un contenido de al menos 3% mol es altamente estético y ampliamente recomendado para restauraciones anteriores, especialmente en un sistema reciente desarrollado por Kuraray Inc. llamado Katana™ que tiene un gradiente multicapa de translucidez y color. Aumentar el contenido de itrio al 5% mol le da una mayor cantidad de fase cúbica y un tamaño de grano más grande al material [5,7,9-13].

El aumento en el contenido de óxido de itrio genera un mayor cambio de fase tetragonal a cúbica. Lo que genera una mayor transmitancia de luz y una pérdida de propiedades mecánicas. Hasta ahora faltan estudios que aclaren la comprensión de la relación estructura-propiedad entre las propiedades clínicas de este sistema de zirconia. Se sabe que las diferencias en el contenido de itrio entre la zircona UTML, STML y HTML provocan cambios en sus fases de cristalografía y propiedades de microestructura [12-15].

2. MATERIALES Y MÉTODO

Se estudio el sistema de zirconia multicapa Katana™; Kuraray Noritake, que incluye 3 materiales de zirconia diferentes. Los datos sobre las condiciones de sinterización, propiedades mecánicas de los 3 materiales se enumeran en la Tabla 1 [12].

Tabla 1. Condiciones de sinterización y propiedades mecánicas de los distintos tipos de óxido de zirconia (Fuente: adaptado de [12]).

Sistemas (clave)	Velocidad de incrementos de Ta [°C/min]	Temperatura límite [°C] por 2 horas	Velocidad de decrementos de Ta [°C/min]	Fuerza de flexión [MPa]
A UTML	10	1550	10	557
B STML	10	1550	10	748
C HTML	10	1500	10	1125

2.1. Diseño y sinterización de muestras

Se diseñaron muestras en forma de disco (15 mm de diámetro y 1 mm de espesor) mediante el software DentalCAD Versión 3.0 Galway, EXOCAD GmbH, para posteriormente, fresar 12 muestras de cada material de zirconia a partir de discos presinterizados CAD/CAM (98 mm x 18 mm - tono de color A2) utilizando una fresadora (350i imes- icore® GmbH).

2.2. Análisis elemental

Se llevó a cabo con espectroscopía de dispersión de energía (EDS) para cuantificar la composición del material (óxido de itrio - óxido de circonio) de los especímenes utilizando un microscopio electrónico JEOL JSM 7800 F a un voltaje de aceleración de 1 kV.

2.3. Análisis microestructural

La caracterización de la microestructura se realizó mediante microscopía electrónica de barrido (SEM) sobre probetas de zirconia previamente grabadas térmicamente a 1200 °C durante 1h, utilizando una velocidad de curado y enfriamiento de 10 °C min⁻¹. El tamaño de grano promedio se medirá con micrografías de SEM con aumentos de 10 000x utilizando el método lineal de intercepción en el software Image-tool.

2.4. Identificación de fases

La distribución de la fase cristalina se analizó mediante rayos X utilizando un

difractómetro (difractómetro X'Pert Pro; PANalytical B.V.) con radiación CuK α generada a 40 kV y 30 mA. Los patrones DRX se registran en un rango de 2 θ entre 20° y 80° con un tamaño de paso de 0,02° en un intervalo de paso de 3 segundos.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Diseño y sinterización

Para la creación de las piezas de prueba se llevó a cabo el proceso de sinterización a las condiciones descritas en la metodología partiendo del material diseñado en DentalCAD 3.0 Galway mostrado en la figura 1. Esta fundición se realiza con un láser de gran precisión que funde el material hasta obtener, capa a capa, la pieza final.

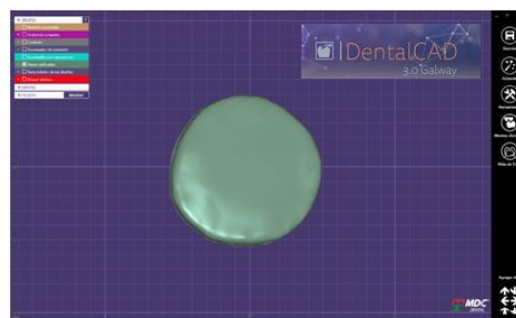


Figura 1. Muestra en forma de disco diseñada por DentalCAD 3.0 Galway (Fuente: elaboración propia)

Las capas obtenidas son de gran complejidad y detalle (figura 2), por lo que el sinterizado permite reproducir los ángulos y zonas más exigentes, ya sea por su morfología curvada o por los requerimientos especiales en la elaboración de la pieza.

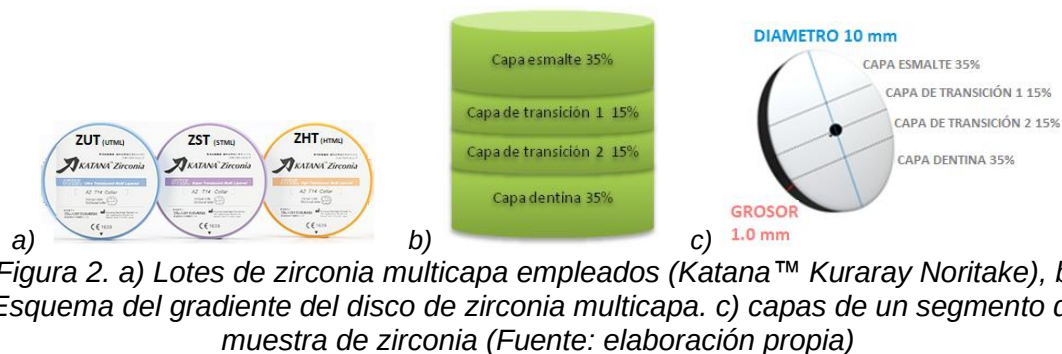


Figura 2. a) Lotes de zirconia multicapa empleados (Katana™ Kuraray Noritake), b) Esquema del gradiente del disco de zirconia multicapa. c) capas de un segmento de muestra de zirconia (Fuente: elaboración propia)

3.2. Composición elemental

El contenido de óxido de itrio fue diferente entre los materiales de zirconia. UTML mostró el contenido de itrio más alto, 12.30 % en peso, STML tuvo 10.18 % en peso y HTML tuvo el contenido más bajo, 7.18 % en peso (Figura 3).

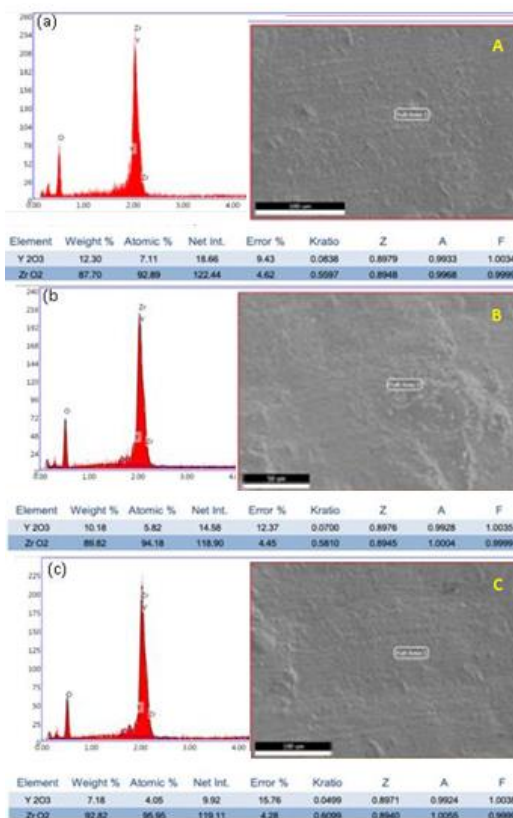


Figura 3. Comparación estructural del contenido porcentual de itrio (% peso) en los tres lotes de material de zirconia a) UTML, b) STML y c) HTML (Fuente: elaboración propia)

3.3. Microestructura y tamaño de grano

En la figura 4 se muestran micrografías representativas de los 3 lotes de zirconia empleados. No se observó porosidad en ninguna de las micrografías.

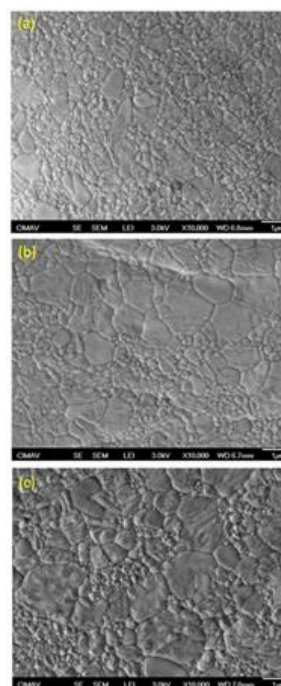


Figura 4. Micrografías FE-SEM representativas de los lotes de materiales de zirconia estudiados a) UTML, b) STML y c) HTML (Fuente: elaboración propia)

Las microestructuras están en concordancia con los contenidos de itrio y fase cúbica, con la muestra UTML con el tamaño de grano más grandes y HTML los más pequeños. El tamaño de grano promedio

determinado por el método de intercepción lineal confirmó estas observaciones, UTML, $4.00 \pm 0.85 \mu\text{m}$, STML, $2.80 \pm 0.17 \mu\text{m}$ y HTML, $0.63 \pm 0.03 \mu\text{m}$, que coinciden con los reportados por algunos autores [16-18]. Otro detalle observable en la micrografía es la alta dispersión en el tamaño de grano de la muestra UTML, que presenta tamaños variados lo que produce una alta desviación en los resultados (desviación estándar). En contraste, HTML que es más homogénea y se observa una desviación estándar menor, lo que se refiere a una distribución de tamaño de grano más estrecha [18].

3.4. Análisis de fases

Estudios anteriores informaron que los tres materiales de zirconia de los sistemas estudiados (Katana™, Kuraray) presentan diferentes niveles de translucidez y resistencia debido a las concentraciones de óxido de itrio [13,17-22]. En la figura 5, se observan los diferentes lotes de zirconia modificada con itrio analizados, se analiza el contenido de óxido de itrio, lo que da como resultado un mayor contenido de fase cúbica, en función de la cantidad molar de óxido de itrio, esto a su vez se demostró conduce a un tamaño de grano mayor y una reducción de la dispersión de la luz en el límite del grano [21-23].

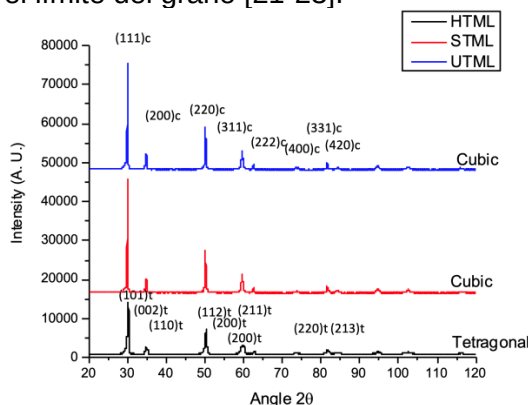


Figura 5. Patrones de difracción de rayos X (DRX) para cada lote de zirconia investigado (Fuente: elaboración propia)

Al aumentar la cantidad de óxido de itrio de 3 a 5% mol, el contenido de fase cúbica aumenta, esto provoca un tamaño de grano mayor que reducirá la dispersión de la luz en el límite del grano [18,19]. Por otra parte, Revilla-León y col., demostraron una disminución en la resistencia a la flexión de la zircona debido al aumento de cristales cúbicos [23].

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos hasta el momento sobre el contenido de itrio y las características microestructurales fueron consistentes con reportes bibliográficos e información del fabricante, mostrando que UTML tiene el contenido de itrio más alto mientras que STML, el contenido más bajo. A su vez el mayor contenido de itrio otorgo un mayor contenido de fase cubica y una mayor estabilidad mecánica. A pesar de observar esta similitud entre los estudios, se obtuvieron algunas discrepancias entre los valores específicos del contenido de itrio, pero esto se debe a las diferentes técnicas utilizadas para su medición. Asimismo, los resultados del presente estudio son consistentes con otras investigaciones publicadas que respaldan la alternativa de implementar el sistema de zirconia multicapa (Katana™, Kuraray) en restauraciones totales realizadas mediante el empleo de tecnología digital.

AGRADECIMIENTOS

La Dra. Gallardo-Rivas agradece al TecNM por el permiso otorgado para la realización de actividades de Año Sabático (2023-24), al Instituto Tecnológico de Ciudad Madero-CIP por permitirnos el uso de sus instalaciones y a la Facultad de Odontología de la Universidad Autónoma de Tamaulipas por la recepción para la realización de las actividades experimentales del Año Sabático.

REFERENCIAS

1. McLaren, E. A., Maharishi, A., & White, S. N. (2023). Influence of yttria content and surface treatment on the strength of translucent zirconia materials. *The Journal of prosthetic dentistry*, 129(4), 638-643.
2. Arellano Moncayo, A. M., Peñate, L., Arregui, M., Giner-Tarrida, L., & Cedeño, R. (2023). State of the art of different zirconia materials and their indications according to evidence-based clinical performance: A narrative review. *Dentistry Journal*, 11(1), 18.
3. Matsui, K., Hosoi, K., Feng, B., Yoshida, H., & Ikuhara, Y. (2023). Ultrahigh toughness zirconia ceramics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 120(27), e2304498120.
4. Sulaiman, T. A., Suliman, A. A., Abdulmajeed, A. A., & Zhang, Y. (2024). Zirconia restoration types, properties, tooth preparation design, and bonding. A narrative review. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 36(1), 78-84.
5. Xue, M., Liu, S., Wang, X., & Jiang, K. (2020). High fracture toughness of 3Y-TZP ceramic over a wide sintering range. *Materials Chemistry and Physics*, 244, 122693.
6. Imariouane, M., Saâdaoui, M., Denis, G., Reveron, H., & Chevalier, J. (2023). Low-yttria doped zirconia: Bridging the gap between strong and tough ceramics. *Journal of the European Ceramic Society*, 43(11), 4906-4915.
7. Soylemez, B., Sener, E., Yurdakul, A., & Yurdakul, H. (2020). Fracture toughness enhancement of yttria-stabilized tetragonal zirconia polycrystalline ceramics through magnesia-partially stabilized zirconia addition. *Journal of Science: Advanced Materials and Devices*, 5(4), 527-534.
8. Alves, M. F. R. P., de Campos, L. Q. B., Simba, B. G., da Silva, C. R. M., Strecker, K., & dos Santos, C. (2022). Microstructural characteristics of 3Y-TZP ceramics and their effects on the flexural strength. *Ceramics*, 5(4), 798-813.
9. Cui, J., Zhao, W., Guan, K., & Rao, P. (2020). Evaluation of fracture toughness of zirconia ceramics with heterogeneous yttrium distribution microstructures. *Journal of the Australian Ceramic Society*, 56, 1229-1235.
10. Li, Q. L., Jiang, Y. Y., Wei, Y. R., Swain, M. V., Yao, M. F., Li, D. S., ... & Wang, X. D. (2022). The influence of yttria content on the microstructure, phase stability and mechanical properties of dental zirconia. *Ceramics International*, 48(4), 5361-5368.
11. Shin, H. S., & Lee, J. S. (2021). Comparison of surface topography and roughness in different yttrium oxide compositions of dental zirconia after grinding and polishing. *The Journal of Advanced Prosthodontics*, 13(4), 258.
12. Liao, Y., Gruber, M., Lukic, H., McLees, J., Chen, S., Boghosian, A., & Megremis, S. (2023). Survey of the mechanical and physical behaviors of yttria-stabilized zirconia from multiple dental laboratories. *JADA Foundational Science*, 2, 100018.
13. Singh, R. G., Lyons, K. M., Waddell, J. N., & Li, K. C. (2022). Effect of thermocycling on the mechanical properties, inorganic particle release and low temperature degradation of glazed high translucent monolithic 3Y-TZP dental restorations. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, 136, 105495.
14. Zhang, C. Y., Agingu, C., Tsoi, J. K. H., & Yu, H. (2021). Effects of aging on the color and translucency of monolithic translucent Y-TZP ceramics: a systematic review and meta-

- analysis of in vitro studies. *BioMed Research International*, 2021.
15. Solá-Ruíz, M. F., Rico-Coderch, A., Fons-Badal, C., Verdejo-Solá, B., & Agustín-Panadero, R. (2022). Influence of the chemical composition of monolithic zirconia on its optical and mechanical properties. Systematic review and meta-regression. *Journal of Prosthodontic Research*, 66(2), 193-207.
 16. Camposilvan, E., Leone, R., Gremillard, L., Sorrentino, R., Zarone, F., Ferrari, M., & Chevalier, J. (2018). Aging resistance, mechanical properties and translucency of different yttria-stabilized zirconia ceramics for monolithic dental crown applications. *Dental Materials*, 34(6), 879-890.
 17. Inokoshi, M., Shimizu, H., Nozaki, K., Takagaki, T., Yoshihara, K., Nagaoka, N. & Minakuchi, S. (2018). Crystallographic and morphological analysis of sandblasted highly translucent dental zirconia. *Dental Materials*, 34(3), 508-518.
 18. Kolakarnprasert, N., Kaizer, M. R., Kim, D. K., & Zhang, Y. (2019). New multi-layered zirconias: Composition, microstructure and translucency. *Dental Materials*, 35(5), 797-806.
 19. Elsaka, S. E. (2019). Optical and mechanical properties of newly developed monolithic multilayer zirconia. *Journal of Prosthodontics*, 28(1), e279-e284.
 20. Rada, S., Culea, E., & Rada, M. (2019). Microstructure and mechanical properties of stabilized zirconia ceramics. *Dental Materials*, 35, e32.
 21. Harada, K., Raigrodski, A. J., Chung, K. H., Flinn, B. D., Dogan, S., & Mancl, L. A. (2016). A comparative evaluation of the translucency of zirconias and lithium disilicate for monolithic restorations. *The Journal of prosthetic dentistry*, 116(2), 257-263.
 22. Shamseddine, L., & Majzoub, Z. (2017). Relative translucency of a multilayered ultratranslucent zirconia material. *The journal of contemporary dental practice*, 18, 1099-1106.
 23. Revilla-León, M., Umorin, M., Özcan, M., & Piedra-Cascón, W. (2020). Color dimensions of additive manufactured interim restorative dental material. *The Journal of prosthetic dentistry*, 123(5), 754-760.

TOLERANCIA DE VARIEDADES DE AJONJOLI A ENFERMEDADES EN EL SUR DE TAMAULIPAS

Alcalá-Rico, Juan Samuel Guadalupe Jesús^{*,1}; Maldonado-Moreno, Nicolás¹; Ascencio-Luciano, Guillermo¹

¹Campo Experimental Las Huastecas-INIFAP. Villa Cuauhtémoc, Altamira, Tamaulipas, México. C. P. 89610

*Autor de correspondencia: alcala.juan@inifap.gob.mx

RESUMEN

Las enfermedades en el cultivo de ajonjolí reducen los rendimientos ocasionando grandes pérdidas económicas. A través del mejoramiento es posible identificar y desarrollar genotipos con tolerancia a los principales patógenos que afectan al ajonjolí. El objetivo de esta investigación fue determinar la tolerancia de variedades de ajonjolí a las principales enfermedades que atacan al cultivo en el sur de Tamaulipas. Se utilizaron nueve variedades de ajonjolí, las cuales se establecieron en un diseño de bloques completos al azar. A los 66 días después de la siembra se evaluó la incidencia de *Cercospora sesami*, *Xantomonas campestris*, *Alternaria sesami* y secaderas. El análisis de varianza reveló diferencias en la mayoría de las enfermedades con excepción de *Cercospora sesami*. Para *Xantomonas campestris*, las variedades Igualteco, K3, Zirandaro y Chuleño no presentaron incidencia de la enfermedad. En lo que corresponde a *Alternaria sesami*, únicamente Zirandaro presentó $\leq 25\%$ de incidencia por la enfermedad. Por otro lado, el 66.7% de las variedades no tuvieron incidencia de enfermedades en la raíz (secaderas). Siendo esta última enfermedad la que presentó correlación positiva baja con *Cercospora sesami* y *Alternaria sesami*. Por otra parte, a través de la incidencia de las enfermedades en las variedades se formaron cuatro grupos, siendo el último grupo el que se caracterizó por haber tenido la mayor tolerancia a las enfermedades evaluadas. En conclusión, las variedades K3 y Chuleño fueron las más tolerantes a las enfermedades al no haber presentado incidencia de *Cercospora sesami*, *Xantomonas campestris*, *Alternaria sesami* y secaderas.

Palabras clave: **sésamo, tolerancia, enfermedades foliares, enfermedades de raíz**

ABSTRACT

Diseases in sesame crops reduce yields, causing great economic losses. Through breeding it is possible to identify and develop genotypes with tolerance to the main pathogens that affect sesame. This research aimed to determine sesame varieties' tolerance to the main diseases that attack the crop in southern Tamaulipas. Nine sesame varieties were used, which were established in a randomized complete block design. At 66 days after sowing, the incidence of *Cercospora sesami*, *Xantomonas campestris*, *Alternaria sesami* and wilting was evaluated. The analysis of variance revealed differences in most diseases except for *Cercospora sesami*. For *Xantomonas campestris*, the Igualteco, K3, Zirandaro and Chuleño varieties did not present an incidence of the disease. Regarding *Alternaria sesami*, only Zirandaro presented $\leq 25\%$ incidence of the disease. On the other hand, 66.7% of the varieties had no incidence of root diseases (wilting). This last disease presented a low positive correlation with *Cercospora sesami* and *Alternaria sesami*. On the other hand, four groups were formed through the incidence of diseases in the varieties, the last group being the one that was characterized by having the greatest tolerance to the diseases evaluated. In conclusion, the K3 and Chuleño varieties were the most tolerant to diseases as they did

not present an incidence of *Cercospora sesami*, *Xanthomonas campestris*, *Alternaria sesami* and wilting.

Keywords: **Sesame, tolerance, foliar diseases, root diseases**

1. INTRODUCCIÓN

El ajonjolí es uno de los cultivos más antiguos y tradicionales, a nivel mundial se siembra tanto en zonas tropicales como templadas, además es considerado como la reina de las oleaginosas y valorado por la calidad de aceite que contiene la semilla. Se utiliza en dulces como barras de ajonjolí, postres, productos de panadería o aceite comestible [8]. En el año 2021, en México se produjeron 53,019 toneladas de una superficie de 72,652 hectáreas con un rendimiento promedio de 0.81 t ha⁻¹ siendo los principales estados productores Sinaloa, Guerrero, Michoacán y Oaxaca [13]. Sin embargo, se tuvo un déficit de alrededor de 11,205 toneladas lo que equivalió a un valor de \$221,622,000 [12]. Uno de los factores que limitan la competitividad de un país en la producción de cultivos, son las enfermedades, las cuales contribuyen a la disminución de los rendimientos y ocasionan pérdidas en las cosechas. En este sentido, *Cercospora sesami* es un patógeno que ocasiona la mancha foliar en plantas de ajonjolí, se caracteriza por presentarse en forma de anillos, provocando una defoliación completa de la planta conduciendo a graves pérdidas económicas [14]. Por otro lado, la mancha bacteriana causada por *Xanthomonas campestris* pv. *Sesami* se puede presentar en cualquier etapa fenológica, sus síntomas son manchas de color café claro a oscuro rodeadas por un halo amarillo que pueden extenderse a otras partes de la planta (pecíolos, tallos y cápsulas) matándola y causando pérdida total de la producción [6]. En el caso de la enfermedad *Alternaria sesami* contribuye a la reducción considerable de

rendimiento y mala calidad de las semillas de ajonjolí [2]. Por último, pero no menos importante, las enfermedades que causan secaderas por pudrición o afectación en la raíz son ocasionados por diferentes hongos como *Phytophthora* spp., *Fusarium oxysporum* y *Macrophomina phaseolina* [5]. Una alternativa para evitar así como disminuir las afectaciones ocasionadas por enfermedades es a través del fitomejoramiento, el cual ayuda a los productores a mejorar la producción de sus cultivos mediante el desarrollo de variedades mejor adaptadas a las regiones de interés [4]. Así mismo, mediante el mejoramiento genético de plantas se busca mejorar la resistencia a los patógenos que afectan las plantas [15]. Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue evaluar la tolerancia de variedades de ajonjolí a enfermedades en el sur de Tamaulipas.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Localidad

El experimento se estableció en el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) - Campo Experimental Las Huastecas ubicado en el km 55 Carretera Tampico-Mante, Villa Cuauhtémoc, municipio de Altamira, Tamaulipas, localizado en las coordenadas 22° 34' 0.34' LN y 98° 10' 0.86" LO, a una altura de 15 msnm, que se caracteriza por un clima cálido subhúmedo.

2.2 Material vegetal

Se evaluaron nueve variedades de ajonjolí: Breve doble, Pachequeño, Chuleño, Padilla, K3, Igualeco, San Joaquín, Zirándaro y Pungarabato.

Siendo las cuatro últimas desarrolladas en el INIFAP.

2.3 Manejo

La preparación del terreno constó de un barbecho a 30 cm de profundidad, 20 días después se realizaron dos pasos de rastra y finalmente se efectuó el trazado de surcos a una separación de 76 cm.

La siembra se realizó a capacidad de campo sobre el lomo del surco a una densidad de 300,000 plantas ha⁻¹. El desarrollo del cultivo fue bajo temporal y la maleza se controló de manera manual.

En cuestión de plagas se tuvo la presencia de gusano telarañero, el cual se controló con el insecticida Coragen a una dosis de 125 ml ha⁻¹. Así mismo, se presentó mosquita blanca, la cual se controló realizando aplicaciones del insecticida Sivanto con la dosis de 500 ml ha⁻¹.

2.4 Variables a evaluar

A los 66 días después de la siembra se tomaron datos de la incidencia de enfermedades: *Cercospora sesami* (CS), *Xantomonas campestris* (XC), *Alternaria sesami* (AS) y secaderas (SE) marchitamiento por diferentes enfermedades del suelo. La evaluación se realizó a través de una escala de 1 a 5 donde 1 fueron variedades completamente sanas, 2: variedades con $\leq 25\%$ de incidencia por la enfermedad, 3: variedades con $\leq 50\%$ de incidencia por la enfermedad, 4: variedades con $\leq 75\%$ de incidencia y 5: variedades con $\leq 100\%$ de incidencia por la enfermedad.

2.5 Diseño experimental

Las variedades se distribuyeron en un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones. La parcela experimental constó de dos surcos de 5 m y la distancia entre calles fue de 1 m.

2.6 Análisis estadísticos

Los datos fueron analizados a través de análisis de varianza de acuerdo con el diseño utilizado, en las variables donde hubo significancia se procedió con la comparación de medias de Tukey ($P \leq 0.05$), así mismo, se hizo análisis de correlación y análisis clúster. El software utilizado fue R versión 4.3.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo con el análisis de varianza se encontraron diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) para la incidencia de *Xantomonas campestris*, *Alternaria sesami*, secaderas y promedio de incidencia de enfermedades en la fuente de variación Variedades (Tabla 1). Esto es un indicativo de los diferentes grados de tolerancia que puede tener cada variedad causado por su constitución genética. Esta variación es indispensable para un programa de mejoramiento genético donde se desarrollan líneas con valor comercial para ser utilizados como progenitores [10].

Tabla 1. Cuadrados medios del análisis de varianza de incidencia de enfermedades en variedades de ajonjolí.

FV	Var	Rep	Error
GL	8	2	16
CS	0.04	0.04	0.04
XC	1.34**	0.15	0.11
AS	0.333**	1.5E ⁻³¹	1.1E ⁻³¹
SE	0.833**	9.6E ⁻³²	8.3E ⁻⁰²
PIF	0.141**	0.01	0.02

FV: fuente de variación, Var: variedades, Rep: repeticiones, GL: grados de libertad, CS: *Cercospora sesami*, XC: *Xantomonas campestris*, AS: *Alternaria sesami*, SE: secaderas, PIF: promedio de incidencia de enfermedades.

Por otra parte, la falta de diferencias con respecto a la incidencia de *Cercospora sesami* se debió a que la mayoría no presentó afectación por la enfermedad y aquellas variedades que si presentaron

incidencia fue mínima. Esto es de gran importancia, ya que las enfermedades ocasionan pérdidas en el rendimiento de los cultivos [11].

Las variedades Igualteco, K3, Zirandaro y Chuleño destacaron al no haber presentado incidencia de la enfermedad *Xantomonas campestris*. En este sentido, para dar un enfoque ecológico, amigable y sustentable con el medio ambiente es necesario desarrollar y contar con estas variedades que contienen genes de resistencia o tolerancia contra los patógenos fúngicos foliares [9]. Por otro lado, Breve doble seguido de Pungarabato fueron las más afectadas por esta enfermedad al haber tenido $\leq 50\%$ y $\leq 25\%$ de incidencia por la enfermedad, respectivamente (Figura 1). Con respecto a lo anterior, las variedades mejoradas se desarrollan con la finalidad de incrementar su producción e incrementar su adaptabilidad a ciertos ambientes. Estas últimas variedades se pueden seguir mejorando con la finalidad de incrementar la tolerancia a esta enfermedad. La resistencia genética sigue siendo un objetivo importante en los programas de mejoramiento genético a través de la selección de progenitores que contengan genes de resistencia para el desarrollo de híbridos o variedades mejorados [16].

Además, la enfermedad *Alternaria sesami* no causó daño al 88.8% de las variedades, lo que indica que las variedades presentan genes para contrarrestar el ataque de la enfermedad. Por otra parte, Zirandaro presentó $\leq 25\%$ de incidencia por la enfermedad, aunque es poca la incidencia es necesario poner atención ya que se pudiera estar rompiendo la resistencia que presenta esta enfermedad (Figura 2). La hipótesis gen por gen menciona que por cada gen que controla la resistencia de la planta, existe un gen específico que controla la

virulencia del patógeno, el cual puede romper la resistencia de la planta [3].

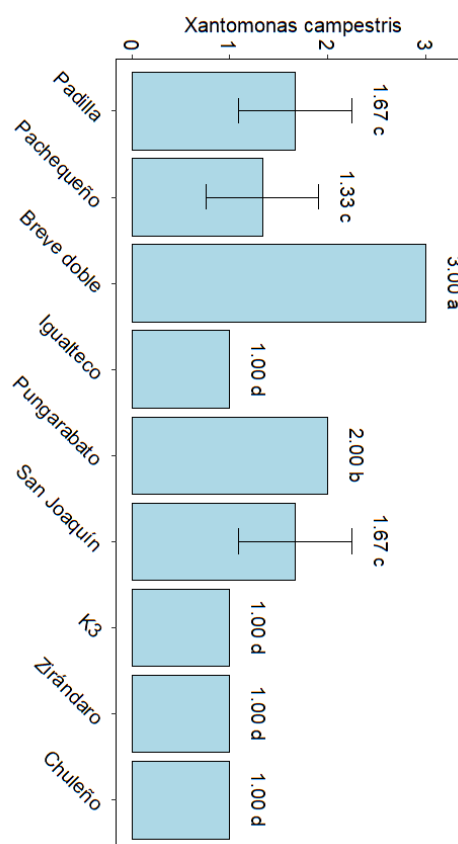


Figura 1. Incidencia de *Xantomonas campestris* en variedades de ajonjolí.

Las enfermedades del suelo causantes de la marchitez de plantas de ajonjolí tuvieron mayor incidencia en las variedades Igualteco, Pungarabato y Zirandaro. Sin embargo, el 66.7% de las variedades no presentaron incidencia de enfermedades en la raíz (Figura 3). Esto es muy relevante debido a que se han empleado muchas estrategias como la utilización de variedades resistentes, rotación de cultivos y fumigaciones para controlar los patógenos que causan la marchitez [7].

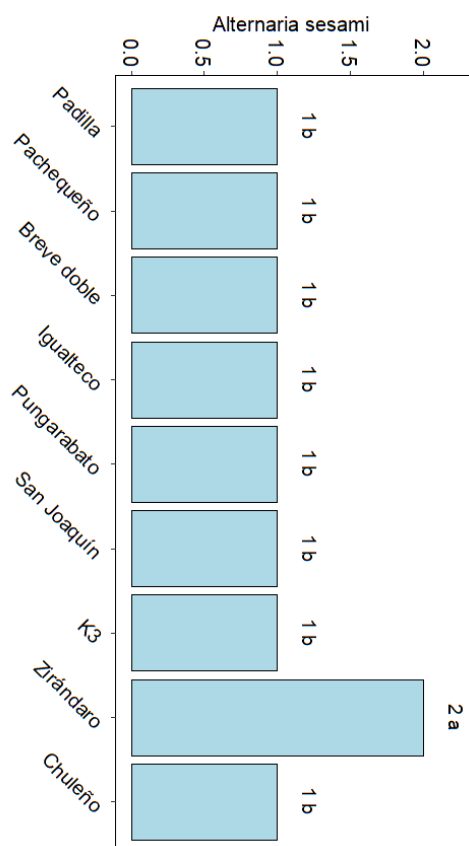


Figura 2. Incidencia de *Alternaria sesami* en variedades de ajonjolí.

En general destacaron las variedades K3, Chuleno, San Joaquín, Padilla, Pachequeño al presentar la incidencia mínima de enfermedades foliares (*Cercospora sesami*, *Xantomonas campestris*, *Alternaria sesami*) y de raíz (marchites causada por distintas enfermedades del suelo). El resto de las variedades tuvieron incidencia por las enfermedades, sin embargo, no llegaron a la categoría 2 ($\leq 25\%$), lo que indica que presentan buena tolerancia a las enfermedades presentes en la región sur de Tamaulipas (Figura 4).

En la figura 5 se pudo observar la correlación que tienen las enfermedades. El complejo de enfermedades que atacan a la raíz presentó una asociación positiva baja con *Cercospora sesami* y *Alternaria sesami*.

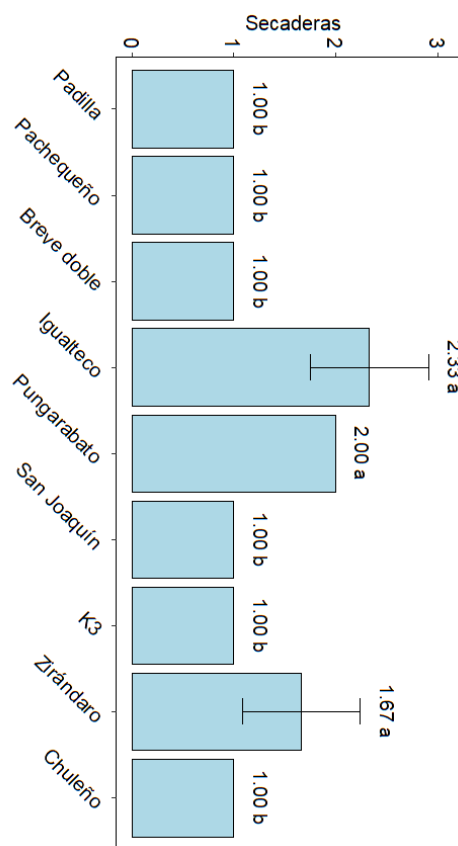


Figura 3. Incidencia de enfermedades del suelo en variedades de ajonjolí.

Esto indica que, al infectar la raíz de una planta, la debilita y ayuda de cierta manera a las otras dos enfermedades foliares para que puedan infectar y propagarse dentro de la misma. En este sentido, las plantas en la naturaleza interactúan con muchos patógenos, sin embargo, la interacción huésped – multiple – patógeno son las menos estudiadas por su complejidad, siendo que los patógenos pueden cooperar en asociaciones que son esenciales y que facilitan la patogénesis [1]. Por otro lado, *Alternaria sesami* tuvo una correlación baja negativa con *Cercospora sesami*.

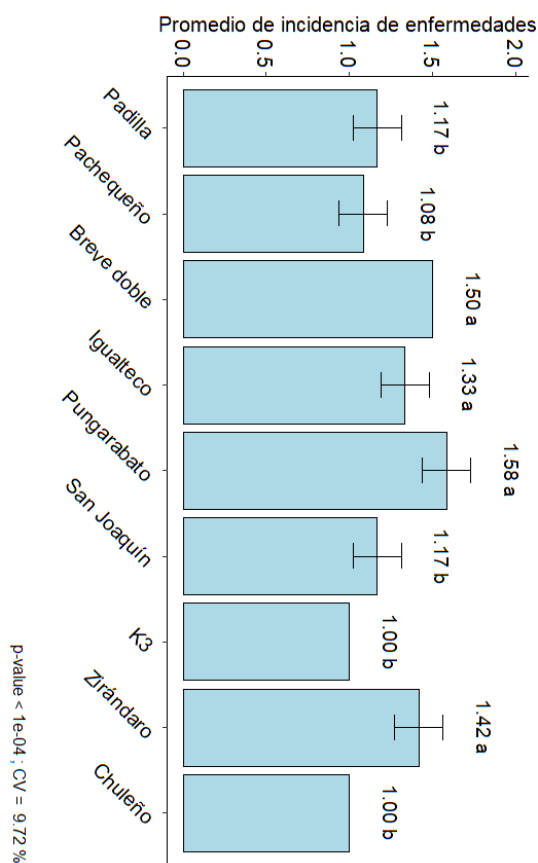


Figura 4. Promedio de incidencia de enfermedades en variedades de ajonjolí.

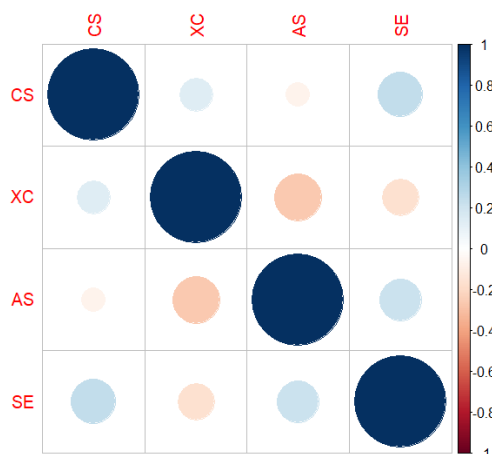


Figura 5. Correlación entre enfermedades de ajonjolí (CS: Cercospora sesami, XC: Xantomonas campestris, AS: Alternaria sesami, SE: secaderas).

Por otra parte, la relación que tuvieron las variedades de acuerdo con su tolerancia se presenta en la figura 6, donde a 1.3 unidades se formaron cuatro grupos. El primer grupo constituido por Breve doble se caracterizó principalmente por la incidencia $\leq 50\%$ por *Xantomonas campestris*. El segundo grupo se conformó por Igualteco y Pungarabato quienes representaron el 22.2% de las variedades, presentando nula incidencia en *Alternaria sesami* y $\leq 25\%$ en enfermedades del suelo. En el tercer grupo se encontró únicamente la variedad Zirándaro quien tuvo la particularidad de tener $\leq 25\%$ de incidencia de *Alternaria sesami*. El cuarto grupo estuvo representado por el 55.6% de las variedades, las cuales no tuvieron incidencias de *Alternaria sesami* y marchites causada por enfermedades del suelo.

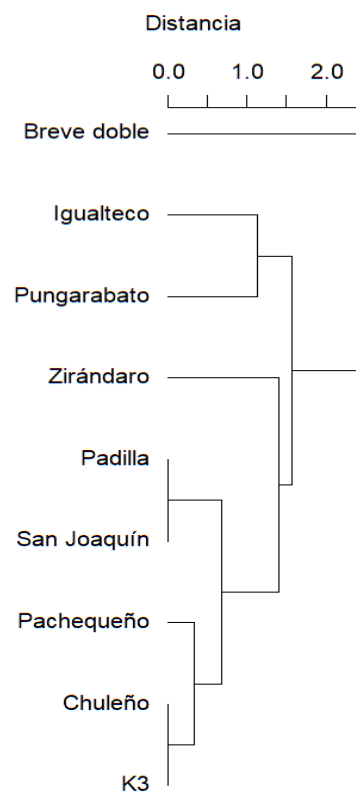


Figura 6. Relación de variedades de acuerdo con su tolerancia a las enfermedades.

CONCLUSIONES

Las variedades con mayor tolerancia a las enfermedades en el sur de Tamaulipas fueron K3 y Chuleño al no haber presentado incidencia de *Cercospora sesami*, *Xantomonas campestris*, *Alternaria sesami* y *secaderas*. Sin embargo, se recomienda seguir trabajando en el mejoramiento del resto de variedades para incrementar su tolerancia a las enfermedades.

REFERENCIAS

1. Abdullah, A.S.; Moffat, C.S.; Lopez-Ruiz, F.J.; Gibberd, M.R.; Hamblin, J.; and Zerihun, A. Host–Multi-Pathogen Warfare: Pathogen Interactions in Co-infected Plants. *Frontiers in Plant Science*, 8, (2017).
2. Bayisa, R.A. Enhancing resistance of *Sesamum indicum* against *Alternaria sesami* through *Bacillus velezensis* AR1. *Pest Management Science*, 76, 11 (2020), 3577–3586.
3. Bourras, S.; McNally, K.E.; Müller, M.C.; Wicker, T.; and Keller, B. Avirulence Genes in Cereal Powdery Mildews: The Gene-for-Gene Hypothesis 2.0. *Frontiers in Plant Science*, 7, (2016).
4. Bradshaw, J.E. Plant breeding: past, present and future. *Euphytica*, 213, 3 (2017), 60.
5. CAEVACU-INIA-SARH. Campo Agrícola Experimental del Valle de Culiacán – Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas – Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Guía para la asistencia técnica agrícola. Área de influencia del Campo Agrícola Experimental del Valle de Culiacán (Cultivos de riego). (1982).
6. Félix-Gastélum, R.; Maldonado-Mendoza, I.E.; Olivas-Peraza, N.G.; Peñuelas-Rubio, O.; Leyva-Madriral, K.Y.; Cervantes-Gámez, R.; Lizarraga-Sanchez, G.J.; and Longoria-Espinoza, R.M. First report of sesame spot caused by *Xanthomonas campestris* pv. *sesami* in Sinaloa, Mexico. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 41, 2 (2019), 296–300.
7. Hassan, M.A.A.; El-Saadony, M.T.; Mostafa, N.G.; El-Tahan, A.M.; Mesiha, P.K.; El-Saadony, F.M.A.; Hassan, A.M.; El-Shehawi, A.M.; and Ashry, N.M. The use of previous crops as sustainable and eco-friendly management to fight *Fusarium oxysporum* in sesame plants. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 28, 10 (2021), 5849–5859.
8. Islam, F.; Gill, R.A.; Ali, B.; Farooq, M.A.; Xu, L.; Najeeb, U.; and Zhou, W. Sesame. In S.K. Gupta (ed). *Breeding Oilseed Crops for Sustainable Production* San Diego: Academic Press, 2016, pp. 135–147.
9. Kumari, V.; Gowda, M.V.C.; Tasiwal, V.; Pandey, M.K.; Bhat, R.S.; Mallikarjuna, N.; Upadhyaya, H.D.; and Varshney, R.K. Diversification of primary gene pool through introgression of resistance to foliar diseases from synthetic amphidiploids to cultivated groundnut (*Arachis hypogaea* L.). *The Crop Journal*, 2, 2 (2014), 110–119.
10. Pavani, K.; Mohammad, L.A.; Ramana, J.; and Sirisha, A.B.M. Studies on genetic variability parameters in sesame (*Sesamum indicum* L.). *International Journal of Chemical Studies*, 8, 4 (2020), 101–104.
11. Ransingh, N.; Khamari, B.; and Adhikary, N.K. Enfoques modernos para el manejo de las enfermedades relacionadas con el sésamo. In *Enfoques innovadores en el diagnóstico y manejo de enfermedades de los cultivos* Prensa académica de Apple, 2021, p. 40.
12. SIAP. Panorama Agroalimentario. *Ajonjolí*, (2022). <https://www.gob.mx/siap/prensa/panorama-agroalimentario-2022?idiom=es>
13. SIAP. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. *Avance*

- de Siembras y Cosechas, (2024).
<https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/produccion-agricola-33119>
14. Sinha, S.; Navathe, S.; Singh, S.; Gupta, D.K.; Kharwar, R.N.; and Chand, R. Genome sequencing and annotation of *Cercospora sesami*, a fungal pathogen causing leaf spot to *Sesamum indicum*. 3 *Biotech*, 13, 2 (2023), 55.
 15. Vleeshouwers, V.G.A.A.; and Oliver, R.P. Effectors as Tools in Disease Resistance Breeding Against Biotrophic, Hemibiotrophic, and Necrotrophic Plant Pathogens. *Molecular Plant-Microbe Interactions*®, 27, 3 (2014), 196–206.
 16. Wang, X.; Zhang, Y.; Xu, X.; Li, H.; Wu, X.; Zhang, S.; and Li, X. Evaluation of maize inbred lines currently used in Chinese breeding programs for resistance to six foliar diseases. *The Crop Journal*, 2, 4 (2014), 213–222.

EFFECTO DE DIFERENTES MEDIOS ÁCIDOS EN LA VELOCIDAD DE CORROSIÓN EN ACERO DETERMINADA POR GRAVIMETRÍA

Padrón-González, Elisa Guadalupe*¹; Páramo-García, Ulises¹; Gallardo-Rivas, Nohra Violeta¹; López-Muñoz, Héctor Alexander²

¹Tecnologico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Ciudad Madero, Centro de Investigación en Petroquímica, Prol. Bahía de Aldhair y Av. De las Bahías, Parque de la Pequeña y Mediana Industria, 89600, Altamira, Tamaulipas, México.

²Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional Unidad Querétaro, Cerro Blanco 141, Colinas del Cimatario, 76090 Santiago de Querétaro, Qro.

*Autor de correspondencia: g98070667@cdmadero.tecnm.mx

RESUMEN

En este trabajo se presentan los resultados del análisis del proceso de corrosión de placas de acero inoxidable 304, provocada por tres ácidos inorgánicos (ácido fluorhídrico, ácido nítrico y ácido clorhídrico) y tres líquidos iónicos ácidos (cloruro de zinc del bromuro de 1-butil-3-metilimidazolio, bromuro de 1-metil-3-(5-carboxipentil) imidazolio, y acetato de 1-butil-3-metilimidazolio, por medio de técnicas de pérdida de peso y observación microscópica, con el propósito de obtener una comparación entre ellos, comprobando un beneficio más en el uso de los líquidos iónicos contra los ácidos inorgánicos y así seguir motivando a la investigación y desarrollo de tecnologías sustentables y limpias para el cuidado del ambiente y mejoras tecnológicas.

Palabras clave: **líquidos iónicos, ácidos inorgánicos, corrosión, gravimetría**

ABSTRACT

This work presents the results of the analysis of the corrosion process of 304 stainless steel plates, caused by 3 inorganic acids (hydrofluoric acid, nitric acid, and hydrochloric acid) and 3 acidic ionic liquids (Zinc Chloride of 1-butyl-3-methylimidazolium bromide, 1-methyl-3-(5-carboxypentyl) imidazolium bromide, and 1-butyl-3-methylimidazolium acetate, using weight loss techniques and microscopic observation. The purpose is to obtain a comparison among them, confirming a greater benefit in the use of ionic liquids compared to inorganic acids, thus continuing to encourage research and development of sustainable and clean technologies for environmental care and technological improvements.

Keywords: **ionic liquids, inorganic acids, corrosion, gravimetry**

1. INTRODUCCIÓN.

La corrosión en el acero es un proceso electroquímico ya que tiene lugar la formación de electrones, así como iones ferrosos (Fe^{2+}) en el ánodo, los cuales se transportan a través del material metálico hasta la superficie, formando iones hidroxilo; al combinarse con el oxígeno y agua, cuando se mezclan con protones se produce hidrógeno. Los iones Fe^{2+}

disueltos en la solución, reaccionan con iones hidroxilo y forman hidróxidos ferrosos, que, a su vez se oxidan por el aire produciendo óxidos férricos hidratados, a lo que se le conoce como óxido rojo.

El acero es uno de los materiales más utilizados en el mundo [1]. Debido a que posee una baja corrosión química y



electroquímica es un material de construcción muy resistente, de bajo costo y de fácil abastecimiento [2]. Entre sus aplicaciones más comunes destaca la industria de bebidas y alimentos donde es utilizado en las líneas de producción para garantizar la higiene y calidad de los productos, plantas de energía eléctrica, oleoductos y la industria petroquímica [3]. Sin embargo, para su limpieza se requieren productos altamente corrosivos como los ácidos sulfúrico o clorhídrico, por lo que se han investigado líquidos iónicos para la inhibición de la corrosión, así como la sustitución de ácidos inorgánicos por líquidos iónicos con base en imidazolio, donde se han obtenido buenos resultados [4].

Gharbi et al. (2018) evaluaron la corrosión del acero inoxidable utilizando líquidos iónicos basados en cationes de imidazolio y piridinio. Para ello, realizaron pruebas electroquímicas de polarización y espectroscopía de impedancia electroquímica. Sus conclusiones indicaron que ciertos líquidos iónicos mostraron propiedades inhibitorias de la corrosión, mientras que otros aceleraron el proceso corrosivo, dependiendo de su composición química [5].

Por otro lado, Jiang et al. (2020) utilizaron técnicas como la espectroscopía de impedancia electroquímica y análisis de superficies para investigar el impacto de líquidos iónicos a base de fosfonio en la corrosión del acero inoxidable. Encontraron que estos líquidos iónicos mostraron un comportamiento dual, actuando como inhibidores de la corrosión en algunas condiciones y como aceleradores en otras [6].

En el estudio de Dwivedi et al. (2019), se realizaron experimentos con líquidos iónicos con cationes de amonio cuaternario. Las pruebas incluyeron

ensayos de polarización y análisis de superficie mediante microscopía electrónica de barrido (SEM). Los resultados mostraron que estos líquidos iónicos pueden proteger eficazmente el acero inoxidable de la corrosión en soluciones ácidas [7].

Erna et al. (2019) examinaron el efecto de líquidos iónicos a base de alquilimidazolio en la corrosión del acero inoxidable utilizando técnicas electroquímicas y análisis de superficie. Se encontró que estos líquidos iónicos pueden actuar como inhibidores efectivos de la corrosión, particularmente en ambientes con alta humedad [8].

Li et al. (2018) investigaron la corrosión en acero inoxidable utilizando líquidos iónicos con cationes de fosfonio y pruebas de espectroscopía de impedancia electroquímica. Sus conclusiones indicaron que los líquidos iónicos basados en fosfonio son más efectivos en la inhibición de la corrosión en comparación con otros tipos de líquidos iónicos [9].

Finalmente, Hou et al. (2016) evaluaron el efecto corrosivo de líquidos iónicos con cationes de piridinio en el acero inoxidable utilizando análisis electroquímicos y SEM. Concluyeron que estos líquidos iónicos pueden tanto inhibir como acelerar la corrosión, dependiendo de la presencia de aditivos específicos [10].

Los líquidos iónicos se han estado desarrollando recientemente, ya que prometen tener una gran variedad de aplicaciones para reducir la corrosión en muchos metales. Son sales fundidas compuestas de cationes orgánicos y diferentes tipos de aniones, que están abriendo paso a la química verde, ya que poseen excelentes propiedades como, buena conductividad iónica, baja volatilidad, son inflamables y tienen excelente estabilidad térmica [11]. De



esta manera los líquidos iónicos, tienen un papel importante en el diseño de nuevas aplicaciones en favor de la ingeniería, especialmente en la prevención de la corrosión acelerada del acero [12].

2. MATERIALES Y MÉTODO.

2.1. Preparación del sustrato.

Se utilizaron placas de acero inoxidable 304, de 2 cm de alto por 1 cm de ancho y 0.8 cm de espesor, se pulieron con lija de agua grano 200, se limpiaron con agua destilada y se secaron a temperatura ambiente.

2.2. Caracterización del sustrato.

Para realizar el ensayo de pérdida de peso se identificaron las placas en orden numérico, se pesaron en una balanza analítica Ohaus, antes y después de 21 días de exposición a los electrolitos para obtener los valores de peso inicial y peso final y así sustituirlos en las siguientes ecuaciones [13]:

$$V = \frac{\Delta W}{S(t)} \quad (1)$$

$$\Delta W = W_{final} - W_{inicial} \quad (2)$$

Donde V es la velocidad de corrosión [$\text{g}/(\text{m}^2\text{h})$], ΔW es la variación del peso [g], S es el área de la placa de acero [m^2] y t es el tiempo de exposición al electrolito [h].

Se tomaron fotografías con microscopio digital antes y después de la exposición a los electrolitos, para hacer una comparación de las microfotografías y evaluar la morfología del sustrato.

Como medios corrosivos se utilizaron los líquidos iónicos ácidos: cloruro de zinc del bromuro de 1-butil-3-metilimidazolio ($\text{BmimBr} \cdot \text{ZnCl}_2$), bromuro de 1-metil-3-(5-carboxipentil) imidazolio (McpimBr), y

acetato de 1-butil-3-metilimidazolio (BmimAc), así como los ácidos inorgánicos: fluorhídrico (HF), nítrico (HNO_3) y clorhídrico (HCl), de los cuales se colocaron 10 ml de cada una de las sustancias en diferentes vasos de precipitado. Para el caso de ácido fluorhídrico se utilizaron vasos de precipitado de plástico con capacidad de 50 ml; debido a que puede degradar el cristal, para todos los demás se utilizaron vasos de precipitado de cristal de 50 ml. Las placas de acero se colocaron en cada uno de los vasos conteniendo el electrolito correspondiente (Figura 1).

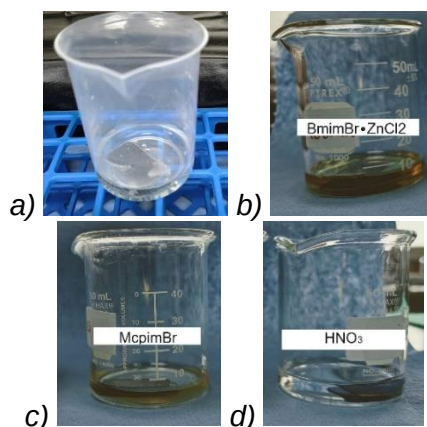


Figura 1. Proceso de exposición de placa de acero inoxidable 304: a) ácido fluorhídrico, b) cloruro de zinc del bromuro de 1-butil-3-metilimidazolio, c) bromuro de 1-metil-3-(5-carboxipentil) imidazolio y d) ácido nítrico.

3.RESULTADO Y DISCUSIÓN

3.1 Observaciones iniciales.

Una vez que las placas de acero inoxidable fueron colocadas en sus respectivos vasos de precipitado, al adicionar los diversos líquidos iónicos, se observó una reacción inerte. Sin embargo, al agregar ácido nítrico, se produjo la liberación de vapor blanco, sin que se presentaran cambios físicos visibles en las placas metálicas (Figura 2).

En el caso del ácido clorhídrico y ácido fluorhídrico, se observó un burbujeo, debido a la generación de hidrógeno molecular, lo que indicaría una reacción catódica [14] y un cambio de color del electrolito casi inmediato.

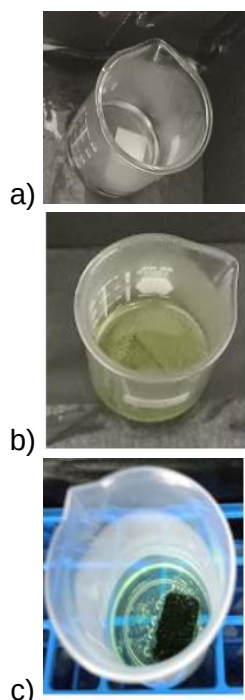


Figura 2. Reacciones a degradación sobre el acero inoxidable 304: a) ácido nítrico, b) ácido clorhídrico y c) ácido fluorhídrico.

3.2 Observación microscópica.

En este apartado, se presentan una serie de imágenes que muestran las placas de acero inoxidable 304 antes y después de la exposición a líquidos iónicos y ácidos inorgánicos durante un período de 21 días.

En las figuras 3a, 3b, 3c y 3d, se observa que no hay cambios físicos significativos en las placas de acero inoxidable después de la exposición a los respectivos líquidos iónicos y al ácido nítrico. Sin embargo, la figura 3e muestra cambios morfológicos significativos al pasar de una superficie

lisa a una porosa tras la exposición al ácido clorhídrico. En la figura 3f, la placa inicial lisa se degrada notablemente después de la exposición al ácido fluorhídrico, presentando incrustaciones del mismo material, resultado del proceso de corrosión. Estas observaciones sugieren una variabilidad en la reactividad y el impacto corrosivo de los diferentes compuestos químicos evaluados sobre el acero inoxidable 304.

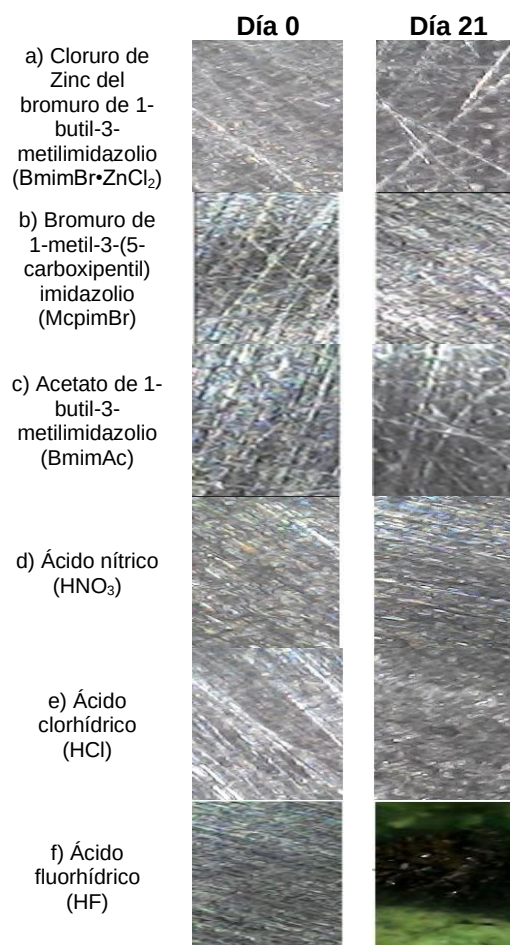


Figura 3. Micrografías de las placas de acero inoxidable 304, antes (día 0) y después (día 21) del proceso de exposición a los agentes oxidantes.

3.3 Velocidad de corrosión.

En esta sección se presenta la Tabla 1, que contiene los resultados de la

velocidad de corrosión V (ecuación 1) medida por pérdida de peso posterior a los 21 días de exposición (504 h). Los datos muestran que la velocidad de corrosión del ácido fluorhídrico (HF) es siete veces mayor que la del ácido clorhídrico (HCl) y esta última es 6,150 veces mayor que las velocidades de corrosión observadas en las placas

expuestas a los líquidos iónicos y al ácido nítrico. Aunque se determinó que los líquidos iónicos son significativamente menos corrosivos que el ácido fluorhídrico y el ácido clorhídrico, es necesario validar estos resultados utilizando una técnica más precisa para obtener una referencia adicional y corroborar los hallazgos iniciales.

Tabla 1. Velocidad de corrosión

Electrolito ácido	Masa inicial (g)	Masa final (g)	Área [m ²]	V [g/m ² h]
BmimBr•ZnCl ₂	2.7057	2.7056	3.90x10 ⁻⁰⁴	5.08x10 ⁻⁰⁴
McpimBr	2.5146	2.5144	3.90x10 ⁻⁰⁴	1.02x10 ⁻⁰³
BmimAc	2.5088	2.5086	2.97x10 ⁻⁰⁴	1.34x10 ⁻⁰³
HNO ₃	2.3590	2.3588	3.43x10 ⁻⁰⁴	1.16x10 ⁻⁰³
HCl	2.7926	1.5672	3.95x10 ⁻⁰⁴	6.15
HF	2.5502	1.7134	3.95x10 ⁻⁰⁴	4.20

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos a partir de la observación microscópica y los ensayos de pérdida de peso indican un efecto de corrosión agresiva en el acero inoxidable 304 cuando se expone al ácido clorhídrico y al ácido fluorhídrico. En contraste, el ácido nítrico y los líquidos iónicos no muestran este comportamiento corrosivo. El ácido nítrico, a una concentración adecuada, actúa como inhibidor de corrosión, un hecho que ha sido comprobado en estudios previos [15]. Asimismo, diversos líquidos iónicos basados en imidazolio son reconocidos actualmente por sus propiedades inhibitorias de la corrosión [16,17].

Estos hallazgos sugieren que los líquidos iónicos son significativamente menos corrosivos que los ácidos inorgánicos, destacando su potencial como una alternativa más segura y ecológica. La continuación del desarrollo de esta tecnología verde es esencial para igualar las propiedades necesarias que permitan sustituir los ácidos corrosivos utilizados en la actualidad. La investigación y mejora en el uso de líquidos iónicos podría

conducir a la implementación de soluciones más sostenibles y eficientes en la protección de materiales contra la corrosión.

Agradecimientos

Elisa G Padrón González agradece al CONAHCYT por la beca otorgada CVU:1240231, para estudios de posgrado. Los autores agradecen al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia y Tecnología (CONAHCYT) por el apoyo al proyecto de Ciencia de Frontera clave CF-191973.

REFERENCIAS

1. Kobzar, Y., & Fatyeyeva, K. (2021). Ionic liquids as green and sustainable steel corrosion inhibitors: Recent developments. Science direct.
2. El-Katori, E., Nessim, M., Deyab, M., & Shalabi, K. (2021). Electrochemical, XPS and theoretical examination on the corrosion inhibition efficacy of stainless Steel via novel imidazolium ionics liquids in acidic solution. Science direct.



3. Younis, O., El-Katori, E., Hassanien, R., Abousalem, A., & Tsutsumi O. (2020). Luminescent coatings: White-color luminescence from a simple and single chromophore with high anticorrosion efficiency. Science direct.
4. Guo, H., Sun W., Zhang, Q., Wu, Y., Wu, D., Liu, Y., Yu, B., Yu, Q., & Cai, M. (2021). Imidazolium ionic liquid bearing urea moiety as a new corrosion inhibitor of mild steel. Science direct.
5. Gharbi, O., Thomas, S., Smith, C., & Birbilis, N. (2018). Chromate replacement: what does the future hold? NPJ Mater Degrad.
6. Jiang, S., Wang, H., Wu, Y., Liu, X., Chen, H., Yao, M., Gault, B., Ponge, D., Raabe, D., & Hirata, A. (2020). Ultrastrong steel via minimal lattice misfit and high-density nanoprecipitation. Nature.
7. Dwivedi, D., Lepková, K., & Becker, T. (2019). Carbon steel corrosion: a review of key surface properties and characterization methods. RSC Adv.
8. Erna, M., Herdini, H., & Futra, D. (2019). Corrosion inhibition mechanism of mild steel by amylose-acetate/carboxymethyl chitosan composites in acidic media. Int J Chem Eng.
9. Li, D., & Wang, J. (2018). Study of supercritical power plant integration with high temperature thermal energy storage for flexible operation. J Energy Storage.
10. Hou, Y., Lei, D., Li, S., Yang, W., & Li, C. (2016). Experimental investigation on corrosion effect on mechanical properties of buried metal pipes. Int J Corros.
11. Yang, G., Song, Y., Wang, Q., Zhang, L., & Deng, L. (2020). Review of ionic liquids containing, polymer/inorganic hybrid electrolytes for lithium metal batteries. Science direct.
12. Kobzar, Y., & Fatyeyeva, K. (2021). Ionic liquids as green and sustainable Steel corrosion inhibitors: Recent developments. Chemical Engineering Journal.
13. Farag, A., Migahed, M., & Badr, E. (2019), Thiazole ionic liquid as corrosion inhibitor of steel in 1 M HCl solution: gravimetical, electrochemical, and theoretical studies. Springer Nature Switzerland AG.
14. H.H. Uhlig y R.W. Revie, Corrosion and corrosion control, (Willey Interscience, New Jersey), 35, (2008).
15. P.R. Roberge, Handbook of corrosion engineering". (McGraw-Hill, New York), 860, (2008).
16. Singha, A., Ansari, K., Quraishi, M., & Banerjee, P. (2021). Corrosion inhibition and adsorption of imidazolium based ionic liquid over P110 steel surface in 15% HCl under static and dynamic conditions: Experimental, surface and theoretical analysis. Science Direct.
17. Kowsari, E., Payami, M., Amini R., Ramezanzadehb, B., & Javanbakht, M. (2013). Task-specific ionic liquid as a new green inhibitor of mild steel corrosion. Science Direct.



CONTRIBUCIÓN DE LAS MUJERES EN LA ACTIVIDAD DE PESCA RIBEREÑA EN EL MUNICIPIO DE SOTO LA MARINA, TAMAULIPAS

Maya-Albarrán, Erika Cecilia^{*1}; Avilés-Mariño, Ana Lilia²; Velázquez-Narváez, Alberto Carlos¹

¹Universidad Tecnológica del Mar de Tamaulipas Bicentenario, ²Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Altamira

*Autor de correspondencia: ececiliamaya2211@utmart.edu.mx

RESUMEN

El artículo examina el papel de las mujeres en la pesca ribereña del municipio de Soto La Marina, Tamaulipas. De las 362 personas registradas como pescadores regulados, 50 mujeres representando un 14% del total. Los resultados muestran que el 30% participa en pesca directa, mientras que el 76% vende sus productos de manera directa, sin procesarlos. los datos arrojan que el 32% no realiza otra actividad económica fuera de la pesca, y el 48% no respondió sobre este tema. Los resultados también resaltan que las mujeres capturan una variedad de especies de importancia comercial, lo que refleja un profundo conocimiento pesquero. El presente trabajo destaca la importancia de la visibilización del impacto de la participación de la mujer en la actividad pesquera, para una adecuada toma de decisiones con perspectiva de género dentro del sector.

Palabras clave: **mujer en la pesca, participación, pesca ribereña**

ABSTRACT

The article examines the role of women in artisanal fishing in Soto La Marina, Tamaulipas. Out of the 362 registered individuals in the fishing industry, 50 women are identified as regulated fishers. Of these, 30% are directly involved in fishing, while 76% sell their catch without further processing. The study reveals that 32% do not engage in other economic activities outside of fishing, and 48% did not respond to this question. Additionally, the women catch a variety of species, reflecting knowledge of fishing techniques. This work highlights the importance of addressing gender challenges in fishing to achieve equity and visibility of women's participation in the fishing industry.

Keywords: **women in fishing, participation, artisanal fishing**

1. INTRODUCCIÓN

En el año 2020, la producción mundial de pesca de captura alcanzó los 90,3 millones de toneladas, siendo 78,8 millones provenientes de aguas marinas y 11,5 millones de aguas continentales. Estos datos subrayan la importancia del sector pesquero como actividad económica y generador de proteínas para el consumo [1] Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), las mujeres representan solo el 14% de la fuerza

laboral pesquera (extracción). No obstante, al considerar las actividades de pre y posproducción, las mujeres constituyen la mitad de los trabajadores del sector pesquero a nivel global [2].

1.1 La Pesca Ribereña

Los pescadores ribereños, son aquellos que se dedican a la captura en cuerpos de agua interiores, bahías, sistemas lagunares o estuarios, así como en el mar hasta una distancia de 5,6 km desde la costa [7]. Este tipo de pesca (pesca



riberaña) se lleva a cabo principalmente en aguas costeras, lagunas y ríos, utilizando embarcaciones menores (de fibra de vidrio o madera, de 7 a 12 pies) equipadas con diversos niveles de tecnología, diseñadas exclusivamente para la captura y no para la conservación [4].

Estas comunidades tienen una interacción basada en sus funciones, es decir, se tienen identificados quiénes son los procesadores y comercializadores, así como con dueños de embarcaciones, cooperativistas, pescadores empleados que no poseen embarcaciones o artes de pesca, además de pescadores no regulados, quienes no cuentan con permisos de pesca e incursionan en la actividad para el autoconsumo y la comercialización de forma ilegal. [1]

A pesar de que las mujeres constituyen la mitad de la fuerza laboral global en todas las cadenas de valor de la pesca y la acuicultura, desempeñando roles esenciales, representan un porcentaje alto de la fuerza laboral dedicada al empleo informal, poco remunerado, y menos estable [2]. En México, la falta de datos específicos sobre las actividades de las mujeres a lo largo de toda la cadena productiva de la pesca ribereña dificulta la visibilización de su participación y su impacto social en el sector pesquero.

El objetivo del presente trabajo fue conocer la actividad específica de las mujeres en la cadena de producción de la pesca ribereña en el Municipio de Soto La Marina, Tamaulipas, parte de este estudio permitirá visibilizar la contribución de las mujeres en la industria pesquera local.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1 Área de Estudio

El municipio de Soto La Marina se encuentra en las coordenadas 27°47' de latitud norte y 90°12' de longitud oeste, a 25 metros sobre el nivel del mar. Está situado en la porción central del territorio del Estado de Tamaulipas, en la franja costera, dentro de la cuenca del río Soto La Marina. Con una superficie de 6,715.79 kilómetros cuadrados, es el octavo municipio más grande en términos de extensión dentro del estado.

La importancia de la actividad pesquera en la zona se debe a su hidrología, ya que cuenta con la cuenca del río Soto La Marina, que desemboca en el Golfo de México formando su estuario con numerosas lagunas. Los afluentes de este río incluyen los arroyos Palmas, la Laguna Madre, la Laguna de Morales y la Laguna de Almagre, los cuales se comunican con el mar a través del río [6].

2.2 Desarrollo Experimental

A través de datos obtenidos de la entonces Secretaría de Pesca y Acuicultura de Tamaulipas¹, se accedió al padrón de pescadores identificados como regulados en el año 2021 (aquellos con permiso para desarrollar la actividad), con un total de 362 registrados, se contabilizaron 50 mujeres empadronadas, a las cuales se les realizó una encuesta estructurada, para conocer su participación a lo largo de la cadena productiva.

¹ En el año 2023, se convierte en subsecretaría, dependiente de la Secretaría de Desarrollo Rural, Pesca y Acuicultura.

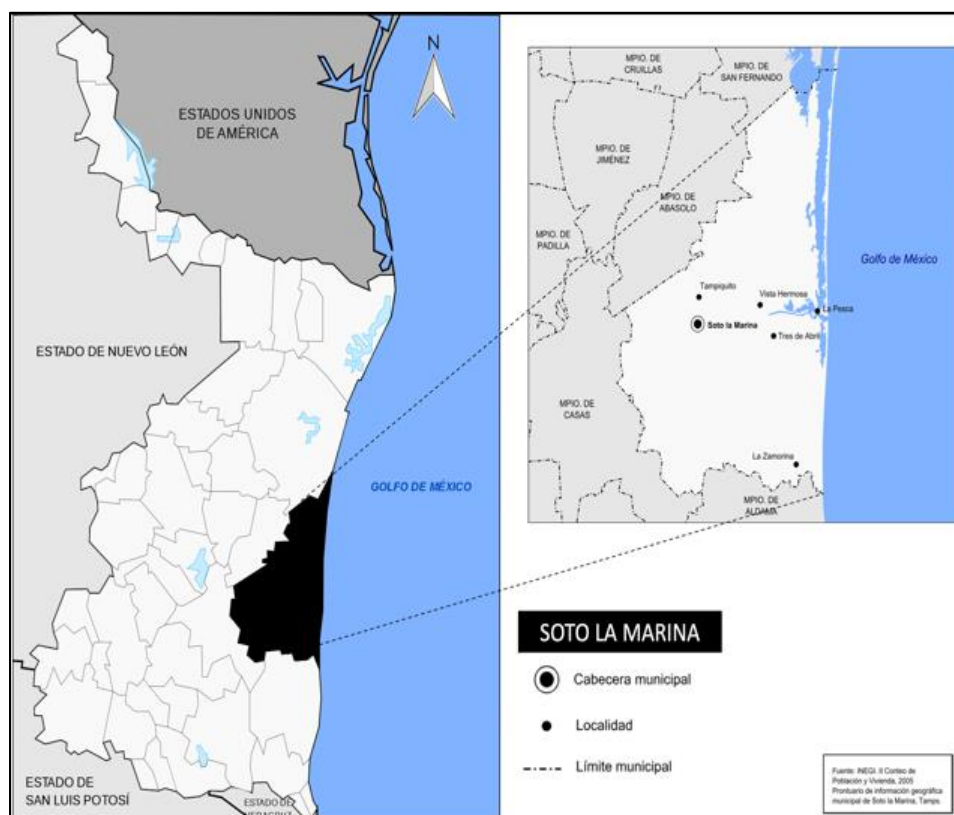


Figura 1. Ubicación geográfica del municipio de Soto La Marina (Fuente: INEGI, 2021).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El total de registrados como pescadores regulados para el Municipio de Soto La Marina, fueron 362, de los cuales 312 son hombres con representación del 86% y 50 mujeres, con el 14%, como se observa en la gráfica 1. A este grupo de mujeres se les preguntó acerca de su rol en las cooperativas de la zona (Tabla 1).

Tabla 1. Actividad de la mujer dentro de la cooperativa pesquera (Fuente: elaboración propia).

Actividad	No.	%
Socio	33	66
Consejo administrativo	2	4
No contestó	7	14
Desconoce	8	16
TOTAL	50	100

Los datos obtenidos en este estudio son consistentes con las conclusiones de

Solano y colaboradores (2021) [8]. Estos autores observaron un patrón similar en la participación de las mujeres en cooperativas pesqueras de pequeña escala en el Pacífico Norte mexicano, el Golfo de California y el Caribe mexicano. Uno de los problemas identificados es el sesgo de género, ya que los hombres tienden a tener más oportunidades para participar en actividades y recibir beneficios. Esto deja a las mujeres en una posición desfavorable, donde no son incluidas de la toma de decisiones en las cooperativas pesqueras.

En la encuesta se les preguntó acerca de su participación en el oficio, y los resultados se presentan en la Tabla 2. Aunque la pesca suele considerarse una actividad predominantemente masculina [9], las respuestas de las encuestadas en la zona indican que el 30% de las mujeres realizan actividades de pesca directa.

Esto significa que se adentran en el cuerpo de agua, manejan embarcaciones y utilizan diversos métodos de pesca, desafiando así el estereotipo tradicional asociado con el oficio.

Tabla 2. Actividad de la mujer dentro del oficio de la pesca (Fuente: elaboración propia).

Actividad	No.	%
Captura	38	76
Proceso	2	4
Comercialización	4	8
Otro	1	2
No contestó	5	10
TOTAL	50	100

Otra de las preguntas planteadas en el presente trabajo, fue sobre el aprovechamiento del recurso pesquero. Los resultados de esta pregunta se presentan en la Tabla 3. Los datos indican que el 76% de las mujeres que participan en la actividad pesquera venden sus productos directamente después de capturarlos, sin someterlos a procesos adicionales. Esta práctica les permite recibir pagos rápidos, pero conlleva a que los productos se vendan hasta un 60% por debajo del precio de mercado, lo que reduce sus ingresos potenciales.

Tabla 3. Actividad de la mujer dentro del oficio de la pesca (Fuente: elaboración propia).

Actividad	No.	%
Pesca directa	15	35
Ayudante	5	23
Proceso	4	9
Venta	1	2
Ninguna	8	19
No contestó	10	23
TOTAL	50	100

También se les cuestionó si desempeñan alguna otra actividad económica aparte

de la pesca, presentando en la Tabla 4 los resultados. Esta pregunta aborda las actividades económicas que las mujeres combinan con la pesca. Los resultados muestran que el 32% de las encuestadas indicó que no se dedicaba a ninguna otra actividad económica fuera de la pesca, mientras que el 48% optó por no responder a esta pregunta. Estos datos sugieren que una proporción significativa de mujeres se enfoca exclusivamente en la pesca o prefiere no divulgar información sobre otras fuentes de ingresos

Tabla 4. Actividad que desarrolla la mujer en conjunto con la pesca (Fuente: elaboración propia).

Actividad	No.	%
Ninguna	16	48
Venta informal	4	8
Servicio	1	2
Otra	5	10
No contestó	24	32
TOTAL	50	100

La última pregunta analizada para el presente estudio fue para conocer qué especie pesquera es la que trabajan y en la Tabla 5 y figura 6 se representan las respuestas.

Tabla 5. Especie de manejo por las mujeres en la pesquería (Fuente: elaboración propia).

Actividad	No.	%
Camarón	13	26
Escama Marina (EM)	11	22
Jaiba	1	2
Ostión	1	2
Camarón, EM	5	10
Tiburón, EM	3	6
Jaiba, EM	3	6
Camarón, Jaiba, EM	1	2
No contestó	12	24
TOTAL	50	100

CONCLUSIONES

Aunque la cifra de la participación de la mujer en la pesca ribereña del municipio de Soto La Marina es escasa, la contribución de éstas es fundamental al sector, ya que no solo participan en las etapas de pre y post-captura, donde realizan labores de transformación y comercialización de los recursos [8], sino que ya participan de una manera directa a la captura.

Los resultados también indican una gran variedad de especies capturadas, lo que sugiere que las mujeres poseen un conocimiento profundo de las diferentes técnicas requeridas por las pesquerías específicas. Sin embargo, la discrepancia entre el número de mujeres encuestadas y sus respuestas muestra que, en muchos casos, sus nombres son utilizados por hombres cercanos (esposo, padre, hermano o hijo) para obtener beneficios, como programas sociales destinados a mujeres, o están actuando como “prestanombres”.

Además, la tendencia a considerar que la actividad de las mujeres es algo implícito dentro de las labores del hogar, como afirmaron algunas encuestadas al negar la realización de actividades distintas a la pesca, invisibiliza su participación como amas de casa y las repercusiones sociales que conlleva. [10], Este trabajo destaca la importancia de las mujeres en el sector pesquero, [5], y la necesidad de abordar las barreras que enfrentan para garantizar una participación más equitativa y visible en las distintas etapas de la cadena productiva pesquera.

Es importante destacar que este trabajo representa solo una parte preliminar de un estudio más amplio en el que se abordará una variedad de temas adicionales; entre ellos se incluyen el estado civil, los ingresos mensuales, el nivel educativo, la

estructura familiar, el papel de las mujeres dentro de ella, entre otros datos que permitirán obtener una visión más completa de la dinámica de las mujeres en la comunidad de pesquera ribereña de Soto La Marina, Tamaulipas, y con ello comprender de forma más profunda su impacto y participación en la industria pesquera local. Este conocimiento más exhaustivo contribuirá a futuras investigaciones y a la formulación de políticas que promuevan la equidad de género y el desarrollo sostenible en la región.

REFERENCIAS

1. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO. (2022). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2022. Hacia la transformación azul*. Roma, FAO. <https://doi.org/10.4060/cc0461es>
2. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO. (2015). *El rol de la mujer en la pesca y la acuicultura en Chile, Colombia, Paraguay y Perú. Integración, sistematización y análisis de estudios nacionales*. Informe Final. By Moreno, A.L. y Recio, D., FAO. Chile.
3. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. INEGI (2021) *Censo de Población y Vivienda (2020). Panorama sociodemográfico de Tamaulipas México*.
4. Marín G. (2007). *Pesca artesanal, comunidad y administración de recursos pesqueros. Experiencias en la costa de Michoacán, México*, *Gazeta de Antropología*, CIESAS, disponible en: http://www.ugr.es/~pwlac/G23_20Gustavo_Marin_Guardado.html
5. Monroy Pensado, J.B., Pedroza Gutiérrez, C., 2022. *El rol de la mujer en la pesca artesanal y la sustentabilidad en Celestún, México*. JAINA Costas y Mares ante el Cambio



- Climático 4(1): 41-50. doi 10. 26359/52462.0322
6. Municipio de Soto La Marina. (2022). *Plan Municipal de Desarrollo 2022-2025*. Soto La Marina, Tamaulipas.
 7. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. SEMARNAT. (2018). *Compendio de Estadísticas Ambientales* (2018). Disponible en: https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/compendio_2018/dgeiawf.semarnat.gob.mx_8080/ibi_apps/WFServlet3d52.html
 8. Solano, N., López-Ercilla, I., Fernández-Rivera Melo, F. J., & Torre, J. (2021). *Revelando el papel de la mujer y su inclusión en la pesca en pequeña escala (PPE) mexicana*. *Frontiers in Marine Science*, 7, 617965. <https://doi.org/10.3389/fmars.2020.617965>
 9. Turgo, N. N. (2014). *Redefining and experiencing masculinity in a Philippine fishing community*. *Philippine Sociological Review*, 62, 7–38.
 10. Vega Montiel, Aimée. (2007). *Por la visibilidad de las amas de casa: rompiendo la invisibilidad del trabajo doméstico*. Política y cultura. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-77422007000200008&lng=es&tlng=es.

CONFIRMACIÓN TAXONÓMICA DE *Lepus altamirae* (Lagomorpha: Leporidae) USANDO UN ENFOQUE MORFOLÓGICO Y FILOGENÉTICO

Balderas-Mancilla, Ulises de Jesús¹; Martínez-González, Cesar Ramiro²; Cipriano-Anastasio, Juan^{2,3}; Avilés-Mariño, Ana Lilia^{*1}; Maya-Albarrán, Erika Cecilia⁴

¹Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Altamira

² Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Ciudad Victoria

³Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Huejutla

⁴Universidad Tecnológica del Mar de Tamaulipas Bicentenario

*Autor de correspondencia: analiliaaviles@gmail.com

RESUMEN

La liebre de Altamira, inicialmente clasificada como subespecie y luego como especie independiente, es la única liebre de costado blanco en el noreste de México. El estudio buscó describir su morfología y analizar si *L. altamirae* aún subsiste en su localidad tipo. Mediante búsquedas bibliográficas, entrevistas y muestreos en el Puerto Industrial de Altamira, se confirmó su presencia con fotografías y la captura de un ejemplar vivo. Se recomienda monitoreo sistemático para conocer su distribución actual y estado de conservación.

Palabras clave: **Golfo de México, filogenia, morfología, lepórido, restitución de especies**

ABSTRACT

The Altamira hare, initially classified as a subspecies and later recognized as an independent species, is the only white-sided hare in northeastern Mexico. This study aimed to describe its morphology and analyze whether *L. altamirae* still subsists in its type locality. Through literature searches, interviews, and surveys in the Altamira Industrial Port, its presence was confirmed with photographs and the live capture of one specimen. Systematic monitoring is recommended to understand its current distribution and conservation status.

Keywords: **Gulf of Mexico, phylogeny, morphology, leporid, species recovery**

1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo describe la historia y características de la liebre de costado blanco *Lepus altamirae* en el sur de Tamaulipas, México. La especie se llamó "*Altamira jackrabbit*" en honor a la localidad de Altamira, donde se capturaron varios ejemplares en 1898 [1,2]. Inicialmente, los ejemplares fueron descritos como una subespecie de *Lepus merriami* [1,3] pero años después se reconoció como una especie independiente dentro del grupo de liebres de costado blanco [1,4]. La necesidad de

investigar más sobre *L. altamirae*, surge ya que se mantuvo mucho tiempo clasificada como subespecie de *L. californicus*, lo que disminuyó su visibilidad y atención en términos de investigación y conservación. La nueva clasificación como especie ha generado interés en la comunidad científica, con registros recientes de *L. altamirae* en áreas cercanas al lugar donde fue originalmente descrita [5,6]. Las liebres de costado blanco se identifican por su pelaje blanco en los costados y flancos, su



capacidad para mover la piel para mostrar su coloración blanca al huir (coloración directiva) y la ausencia de una mancha negra en la parte posterior de las orejas [1]. También las distingue su coloración grisácea en la parte superior de los hombros y grupa y dos bandas verticales negras en la nuca. La especie se distribuye en el sureste de Tamaulipas y áreas adyacentes.

Se propuso que *L. altamirae* era una subespecie de *L. californicus* [9] basándose en la presencia de una mancha negra en la parte posterior de las orejas de dos de los ejemplares colectados en 1898 [1,8]. Más tarde, un análisis morfológico y molecular indicó que *L. altamirae* debía considerarse una especie distinta de *L. californicus* [5,8]. Los análisis filogenéticos también mostraron que *L. altamirae* forma un grupo monofilético con *Lepus flavigularis*, mientras que *L. alleni* y *L. californicus* formaron otro clado.

La información generada sobre la liebre de Altamira *Lepus altamirae* del presente trabajo impacta directamente en la generación de datos que ayuden en la conservación de la diversidad de especies endémicas de la región, misma que puede impulsar la creación de políticas y programas específicos para su protección, integrándose en planes de desarrollo local que permitan la conservación de esta especie. La difusión de esta información a través de programas de educación ambiental puede influir en el aumento de la conciencia colectiva sobre la necesidad de proteger los ecosistemas locales. Los objetivos del estudio son confirmar la taxonomía, describir la morfología y analizar localmente la filogenia de *L. altamirae*.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en el Complejo Puerto Industrial de Altamira (ASIPONA) en Tamaulipas (Figura 1). Se realizaron entrevistas informales a residentes locales y se recopiló información sobre las liebres silvestres y sus características distintivas. Los investigadores trabajaron en horarios específicos (noche y día) siguiendo las normas del puerto industrial.

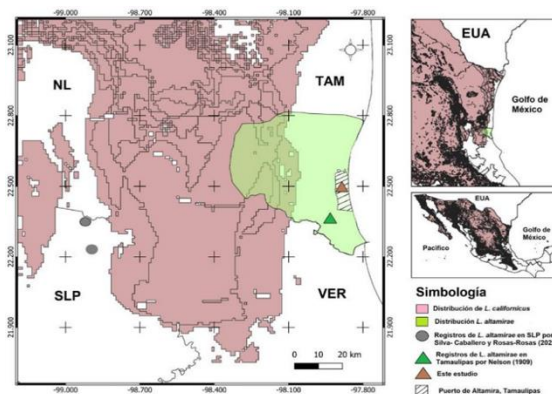


Figura 1. Área de estudio polígono del Complejo Puerto Industrial de Altamira, conocido como ASIPONA (Fuente: elaboración propia)

Se realizó una revisión en la literatura científica y en el portal digital de iNaturalist (<https://www.naturalista.mx>) para obtener información sobre los registros y avistamientos previos de liebres de costados blancos tanto en el estado de Tamaulipas como en los estados colindantes de Veracruz y San Luis Potosí. Se aplicaron 5 entrevistas aleatorias informales de manera oral a los pobladores de los ejidos Ricardo Flores Magón y Francisco Medrano, debido a que ambos ejidos colindan con ASIPONA. Mediante las entrevistas orales se pudo obtener información actual sobre dónde habían sido observadas las liebres silvestres, así como cuáles son las características morfológicas distintivas que utilizaron los pobladores locales para identificarlas. Los 5 pobladores

entrevistados fueron del género masculino en un rango de edad de 45 a 60 años y se dedican a la ganadería y agricultura.

Para poder obtener registros de la liebre de Altamira, se llevaron a cabo recorridos a lo largo de un camino pavimentado y franjas laterales de 100 m con vegetación. Se establecieron 12 transectos o recorridos de 200 m, dos por día con horario establecido en la noche de 23:00 - 01:00 h y en el día de 08:00 - 10:00 h en el periodo del 4 a 9 de abril de 2022, abordo en vehículo a una velocidad constante de 10 km/h. Se usaron faros de halógeno, binoculares, cámaras y GPS para la observación y registro de las liebres. También se utilizaron halcones de Harris *Parabuteo unicinctus* para buscar liebres y conejos silvestres. Asimismo, se realizó el análisis filogenético utilizando en gen mitocondrial citocromo b obtenido de dos liebres depredadas.

3. RESULTADO Y DISCUSIÓN

La información obtenida de las búsquedas bibliográficas y el portal digital mostró

imágenes de cuatro ejemplares de liebres identificadas como *L. altamirae* en el sitio web de iNaturalist, observadas en los municipios de Altamira y Madero en Tamaulipas, y Pánuco en Veracruz [9]. Las entrevistas con los pobladores locales confirmaron que las liebres silvestres son conocidas en la zona, mencionando que estos lepóridos se distribuyen en el área de la Administración del Sistema Portuario Nacional (ASIPONA), así como en los ejidos adyacentes cercanos a la carretera que los divide de la ASIPONA.

El 100% (n=5) de los entrevistados mencionó el pelaje de colores ocre y grisáceo, y el 40% observó dos bandas negras verticales en la nuca, características distintivas de la liebre (Tabla 1). En abril de 2022, a las 09:18 h, se fotografió un ejemplar adulto de liebre (Figura 2) en las coordenadas geográficas 22°27'40.5"N y 97°53'21.7"W dentro del área de ASIPONA. Asimismo, se capturó otro ejemplar adulto de liebre (Figura 2e) por medio de un halcón, en el mismo lugar donde se fotografió el primer ejemplar el día anterior.

Tabla 1. Características distintivas de las dos especies de liebre (Fuente: elaboración propia)

Características	<i>Lepus californicus</i>	<i>Lepus altamirae</i>
Coloración de pelaje	Marrón oscuro	Ocre-grisáceo
Costados o flancos y parte ventral del cuerpo	Puede variar de marrón oscuro a claro	Blanco
Nuca	Marrón oscuro, puede variar de oscuro a claro. Algunas subespecies presentan dos bandas o parches negros en la nuca	Ocre-grisáceo, presenta dos bandas bien definidas que se extienden desde la base de las orejas hacia la nuca
Parte posterior de las orejas	Mancha negra en la punta. El tamaño de la mancha es notable y varía de 2.5 a 5 cm de largo	Sin mancha negra en la punta. Puede presentar un oscurecimiento del pelaje en la punta de la oreja sin llegar a ser mancha bien definida
Dorso de la cola	Negra. La coloración se extiende como una mancha negra grande hacia la parte dorsal del cuerpo	Negra. La coloración se extiende como una línea grande hacia la parte dorsal del cuerpo
Parte superior externa de la grupa y hombros	Gris hierro a marrón	Gris claro a gris hierro



Figura 2. Fotografías y captura de los especímenes de *L. altamirae*: liebre adulta en el área de muestreo (incisos a-d) y liebre capturada mediante la técnica de cetrería (e).

Los dos ejemplares de liebre del presente trabajo fueron identificados como *L. altamirae* de acuerdo con los criterios y características presentados por [5], identificando (a) la presencia de dos bandas verticales negras en la nuca, separadas por una banda vertical de color ocre-grisáceo, (b) la coloración blanca de los costados del cuerpo, desde los hombros hasta la grupa, extendiéndose para cubrir el abdomen, (c) la coloración gris clara en la parte superior de los hombros y la grupa, y (d) la ausencia de una mancha negra en la parte posterior de las puntas de las orejas

El análisis produjo un árbol filogenético donde *Lepus altamirae* se muestra como un grupo monofilético (BS = 100%, BS = 100%, BI p = 1). Los métodos de clasificación basados en distancias se

basan en distancias intraespecíficas e interespecíficas para establecer un umbral que permita distinguir las distintas especies, lo que demuestra que la liebre de Altamira está estrechamente emparentada con la liebre de Tehuantepec *Lepus flavigularis*, lo cual debería ser restituida taxonómicamente a nivel de especie dentro del grupo de liebres de costado blanco, al cual también pertenecen *L. callotis*, *L. flavigularis* y *Lepus alleni* [10].

CONCLUSIONES

Se documentó la presencia de *L. altamirae* en Altamira, Tamaulipas, mediante observación directa y la captura de un ejemplar adulto. Estos hallazgos representan los primeros registros documentados en más de 100 años

desde la descripción de la especie en la localidad tipo.

Por lo tanto, se considera necesario establecer un monitoreo sistemático para obtener información sobre la distribución geográfica, estructura poblacional y aspectos ecológicos de *L. altamirae* y otras especies de lepóridos con las que comparte hábitat en la zona subtropical de la planicie costera del sureste de Tamaulipas y áreas vecinas. Además, se recomienda realizar estudios fuera de la distribución original descrita para *L. altamirae*, y dar continuidad a los análisis con técnicas de biología molecular para comparar el genoma de *L. altamirae* con el de las liebres silvestres que habitan actualmente en Altamira y Soto la Marina, Tamaulipas, así como de las poblaciones de liebres silvestres que se localicen fuera de su rango de distribución histórico.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Administración del Sistema Portuario Nacional Altamira, S.A. de C.V. (ASIPONA ALTAMIRA) por el apoyo para la realización de este trabajo.

REFERENCIAS

- Nelson, E. W. (1904). Descriptions of seven new rabbits from Mexico. *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 17,103–110.
- Villordo-Galván, J. A., Rosas-Rosas, O. C., Clemente-Sánchez, F., Martínez-Montoya, J. F., Tarango-Arámbula, L. A., Mendoza-Martínez, G., Bender, L. C. (2010). The jaguar (*Panthera onca*) in San Luis Potosí, México. *The Southwestern Naturalist*, 55 (3),394–402.
<https://doi.org/10.1894/CLG-30.1>
- Mearns, E. (1896). Preliminary description of a new subgenus and six new species and subspecies of hares, from the Mexican border of the United States. *Proceedings of the United States National Museum*, 18,551–565. <https://doi.org/10.5479/si.00963801.1081.551>
- Allen, J.A. (1910). The Rabbits of Delibes-Mateos, M., Redpath, SM, Angulo, E., Ferreras, P., Villafuerte, R. (2007). Rabbits as a keystone species in southern Europe. *Biological Conservation*, 137 (1),149-156.
<https://doi.org/10.1016/j.biocon.2007.01.024>
- Nelson, E. W. (1909). The rabbits of North America. *North American Fauna*, 29, 1–314.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales) (2019). Modificación del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059
- Hall, E.R. (1951a). A synopsis of the North American Lagomorpha. *University of Kansas Publications, Museum of Natural History*, 5,1–202.
- Simes, M. T., Longshore, K. M., Nussear, K. E., Beatty, G. L., Brown, D. E., Esque, T. C. (2015). Black-tailed and white-tailed jackrabbits in the America West: History, ecology, ecological significance, and survey methods. *Western North American*

- Naturalist*, 75 (4), 491–519.
<https://doi.org/10.3398/064.075.0406>
9. Williams, C. S., Short, R. M. (2014). Evaluation of eight repellents in deterring eastern cottontail herbivory in Connecticut. *Human-Wildlife Interactions*, 8 (1), 113–122.
 10. Vargas, K., Brown, D., Wisely, E., Culver, M. (2019). Reinstatement of the Tamaulipas white-sided jackrabbit, *Lepus altamirae*, based on DNA sequence data. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 90, e902520.
<https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2019.90.2520>
 11. Del Río-García, I. N., Tarango-Arámbula, L. A., Hernández-SaintMartin, A. D., Rosas-Rosas, O. C., Martínez-Montoya, J. F., Guerrero-Rodríguez, J. D. (2020). Importancia de las áreas naturales protegidas para la conservación de mamíferos terrestres en el sur de la sierra Madre Oriental, San Luis Potosí, México. *Agro Productividad*, 13 (6), 65–69.
<https://doi.org/10.32854/agrop.vi.1735>
 12. Desmond, M.J. (2004). Habitat associations and co-occurrence of Chihuahuan Desert hares (*Lepus californicus* and *L. callotis*). *American Midland Naturalist*, 151(2), 414–419. [https://doi.org/10.1674/0003-0031\(2004\)151\[0414:HAACOC\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1674/0003-0031(2004)151[0414:HAACOC]2.0.CO;2)
 13. Fogden, M.P.L. (1978). *The impact of lagomorphs and rodents on the cattle rangelands of northern Mexico*. Centre for Overseas Pest Research, London, England, 41pp.
 14. North America. *The American Naturalist*, 44, 57–67
 15. Álvarez, T. (1963). The recent mammals of Tamaulipas, Mexico. *University of Kansas Publications Museum of Natural History*, 14, 363–473.
<https://doi.org/10.5962/bhl.part.14574>
 16. Anderson, S. (1972). Mammals of Chihuahua: Taxonomy and distribution. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 148 (2), 149–410
 17. Brown, D. E., Traphagen, M. B., Lorenzo, C., Gomez-Sapiens, M. (2018). Distribution, status and conservation needs of the white-sided jackrabbit, *Lepus callotis* (Lagomorpha). *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 89 (1), 310–320.
<https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2018.1.2225>
 18. Hall, E. R. (1951b). Mammals obtained by Dr. Curt von Wedel from the barrier beach of Tamaulipas, Mexico. *University of Kansas Publications, Museum of Natural History*, 5, 33–47.
 19. Hernández-Saintmartín, A.D., Rosas-Rosas, O.C. (2014). Diversidad y abundancia de la base de presas para *Panthera onca* y *Puma concolor* en una reserva de la biosfera de México. *Agroproductividad*, 7 (5), 45–50

20. Knight, J.E. (1994). Jackrabbits and otter hares. Pp.81–86. In: S.E. Hygnstrom, R.M. Timm, G.E. Larson (Eds.). *Prevention and control of wildlife damage*. Univ. Neb. Coop, Lincoln, Nebraska.
21. Lorenzo, C., Rioja, T. M., Carrillo, A., Cervantes, F. A. (2008). Population fluctuations of *Lepus flavigularis* (Lagomorpha: Leporidae) at Tehuantepec Isthmus, Oaxaca, Mexico. *Acta Zoológica Mexicana*, 24 (1),207–220. <https://doi.org/10.21829/azm.2008.241632>
22. Lorenzo, C., Ruíz-Jiménez, M. R. (2013). Conociendo y conservando a los lagomorfos mexicanos. *Ecofronteras*, 22–25.
23. Lorenzo, C., Brown, D. E., Amirsultan, S., García, M. (2014). Evolutionary history of the antelope jackrabbit, *Lepus alleni*. *Journal of the Arizona-Nevada Academy of Science*, 45,70–75. <https://doi.org/10.2181/036.045.0203>
24. Martínez-Hernández, A., Rosas-Rosas, O. C., Tarango-Arámbula, L. A., Benítez-Alemán, H. E. (2017). Abundance of some mesopredator preys in the Sierra del Abra Tanchipa Biosphere Reserve and adjacent areas, San Luis Potosí, México. *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas*, 16 (2),37–49. doi: 10.5154/r.rchsz.2017.10.005
25. Sahagún-Sánchez, F. J., De-Nova, J.A. (2021). Multi-taxonomic survey in the Sierra del Abra Tanchipa Biosphere Reserve. *Biota Neotropica*, 21(1),1–14. <https://doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2020-1050>
26. Sánchez-Salas, J., Muro, G., Estrada–Castillón, E., Alba-Ávila, J. A. (2013). El MER: un instrumento para evaluar el riesgo de extinción de especies en México. *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas*, 7 (1), 30–35. <https://doi.org/10.5154/r.rchsz.2012.06.037>
27. SEDUMA (Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente de Tamaulipas) (2015). Perspectivas del ambiente y cambio climático en el medio urbano: ECCO Zona conurbada del sur de Tamaulipas. México: Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente, Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente en México.
28. SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo, publicada el 30 de diciembre de 2010. Diario Oficial de la Federación del 14 de noviembre de 2019. Ciudad de México, México.
29. Silva-Caballero, A., Rosas-Rosas, O.C. (2022). Rediscovery of the Tamaulipas white-sided jackrabbit (*Lepus altamirae*) after a century from its description. *Therya Notes*, 3 (1),1–5. https://doi.org/10.12933/therya_notes-22-59

30. Velázquez, A. (2012). El contexto geográfico de los lagomorfos de México. *Therya*, 3 (2), 224–238.
<https://doi.org/10.12933/therya-12-81>
31. Vorhies, C. T., Taylor, W. P. (1933). The life histories and ecology of jackrabbits, *Lepus alleni* and *Lepus californicus* sp. in relation to grazing in Arizona. *University of Arizona Agricultural Experimental Station Technical Bulletin*, 49, 467–587.
32. www.naturalista.mx/taxa/1239010-Lepus-altamirae, fecha de consulta 7 de enero de 2022.

Transversalidad Científica y Tecnológica, Volumen 8,
Número 1; se terminó de editar en junio de 2024. Queda
prohibida su reproducción parcial o total.

Todos los derechos reservados.

ATICTAC, MMXXIV