

## Desarrollo de talco antibacterial a partir de almidón residual enriquecido con *Larrea tridentata*

Eder Iván Martínez-Mora<sup>1</sup>  
Sonia Yesenia Silva-Belmares<sup>1</sup>  
Alejandro Zugasti-Cruz<sup>1</sup>  
Alberto Nuncio<sup>1</sup>  
Joel Fabrizzio Ramos-Rodríguez<sup>1</sup>  
Ernesto Oyervides-Muñoz<sup>1,§</sup>

1 1 Facultad de Ciencias Químicas-Universidad Autónoma de Coahuila. Blvd. V. Carranza y J. Cárdenas V. Saltillo, Coahuila, México. CP. 25280. (edermartinez@uadec.edu.mx; yesenia-silva@uadec.edu.mx; alejandro-zugasti@uadec.edu.mx; alberto-nuncio@uadec.edu.mx; joelramos@uadec.edu.mx).

Autor para correspondencia: [ernesto.oyervides@uadec.edu.mx](mailto:ernesto.oyervides@uadec.edu.mx).

### Resumen

La *Larrea tridentata*, comúnmente conocida como 'gobernadora' o 'creosota' es una planta endémica de la familia Zygophyllaceae muy abundante en el norte de México. Debido a su toxicidad sus derivados no tienen muchos usos en materiales con contacto humano, por lo que, en busca de nuevas aplicaciones, la investigación se desarrolló en 2024. El trabajo se enfocó en realizar un proceso para extraer y procesar gobernadora y almidón de papa residual de la región sureste de Coahuila, en el norte de México para obtener un talco antibacterial. El producto obtenido mediante un proceso de molienda y mezclado fue caracterizado por espectrometría infrarroja, análisis termogravimétrico, se realizó una prueba de hemólisis para conocer su compatibilidad con la sangre humana y se probó sus propiedades antibacteriales mediante pruebas de antibiograma con cepas Gram-positivas de *S. aureus* (ATCC 6538 y ATCC 33591) obteniéndose un producto con aplicaciones como talco antibacterial por sus propiedades absorbentes de humedad, antibacteriales y de biocompatibilidad con eritrocitos de sangre humana.

### Palabras clave:

*Larrea tridentata*, gobernadora, talco antibacterial.



## Introducción

El norte de México se compone por grandes zonas áridas y semi-áridas en las que es posible encontrar con gran abundancia *Larrea tridentata*, un arbusto siempre verde (Jitsuno y Mimaki, 2010) de la familia *Zygophyllaceae* conocida con distintos nombres coloquiales tales como 'gobernadora, creosote, hediondilla, guamis, huamis o falsa alcaparra'. Se estima que el 25% (500 000 km<sup>2</sup>) del territorio mexicano está cubierto por esta planta.

Sus hojas poseen una espesa resina que se comporta como un antitranspirante para evitar perder agua a través de sus hojas, la cual contiene una gran variedad de compuestos como lignanos, flavonoides, saponinos, taninos, polifenoles, terpenos, aminoácidos, aceites esenciales, minerales, fenoles y ácido nordihidroguaiarético, lo que hace que algunas de sus actividades biológicas sean las antibacteriales y antifúngicas (Vassão *et al.*, 2007; Osorio *et al.*, 2010; Martins *et al.*, 2013; Hernández-Zamudio *et al.*, 2018; Núñez-Mojica *et al.*, 2021; Bamidele *et al.*, 2024).

Se ha usado por siglos por nativos americanos para tratar infecciones, problemas del riñón, cálculos renales, reumatismo, artritis, diabetes y tumores (Martins *et al.*, 2012), infecciones del tracto respiratorio, además de tener propiedades antiinflamatorias, antivirales y anticancerígenas (Schmidt *et al.*, 2012). Aunque esta planta es relativamente citotóxica debido a los lignanos que contiene (Lambert *et al.*, 2005).

En otros estudios se ha encontrado que la *Larrea tridentata* también reduce los triglicéridos plasmáticos, el colesterol, los niveles de insulina, reduce el peso hepático posiblemente debido a que decrece la peroxidación de lípidos y a que aumenta la actividad antioxidante en el hígado (Chaudhary *et al.*, 2025). Otros usos que se le ha dado son como inhibidores de corrosión (García Inzunza *et al.*, 2013), repelente de insectos, y su resina se puede usar como producto antibacterial y antifúngico (Lira-Saldívar, 2003). Sin embargo, aún se deben de buscar más alternativas para los usos de este arbusto.

Por otra parte, el almidón de papa es un biopolímero con propiedades de biodegradabilidad, biocompatibilidad, no es tóxico, es barato y muy abundante en la naturaleza. Este puede ser usado para empaquetamiento de productos, productos farmacéuticos, textiles y tratamiento de aguas entre otros (Sosa-Santillán *et al.*, 2022; Valdez-Valdés *et al.*, 2024). Sin embargo, en la región sureste del estado de Coahuila, en el norte de México, cuando las papas producidas en la región no pasan el control de calidad para su comercio, estas son desechadas, lo que incentiva a buscar un nuevo uso para este material de desecho.

Debido a lo anterior, este trabajo se ha enfocado en buscar otras aplicaciones a la gobernadora y al almidón residual de la región sureste de Coahuila, por lo que se ha desarrollado un talco antibacterial a base de estos materiales, y se ha estudiado también su grado de hemólisis para conocer si este es biocompatible al contacto con la sangre humana.

Finalmente, desde que ha comenzado una controversia de que el talco mineral utilizado por la empresa Johnson y Johnson (realizado principalmente de silicato de magnesio hidratado) podría causar problemas de cáncer ya que este se ha clasificado como posible carcinógeno para los humanos debido a su contenido de residuos de asbesto (Johnson y Johnson, 2019; Casey *et al.*, 2025), por lo que es imprescindible buscar nuevas alternativas para sustituir parcialmente este producto por lo que un talco antibacterial a base de almidón residual mezclado con gobernadora para combinar las propiedades de biocompatibilidad del biopolímero con las propiedades antibacteriales de la planta puede ser una buena opción.

## Materiales y métodos

### Materiales

Diversas papas de largo aproximado entre 3 y 8 cm y forma irregular (*Solanum tuberosum*) fueron donadas por agricultores locales de la región de Arteaga, Coahuila, México y fueron utilizadas al día siguiente de su recolección (14 de marzo de 2024).

Una planta de *Larrea tridentata* de un tamaño cercano a 1.5 m de altura fue seleccionada y un aproximado de  $\frac{1}{3}$  de su volumen fue podado y recolectado (Arteaga, Coahuila) para ser usado el mismo día de su recolección (12 de marzo de 2024). Las cepas de *Staphylococcus aureus* (ATCC 6538) y *Staphylococcus aureus* (ATCC 33591) se adquirieron de la 'American Type Culture Collection'. El agar y el caldo Müller Hinton se adquirieron de BD Bioxon<sup>®</sup>, México.

## Equipo

Se utilizó un molino de bolas de 8 L de capacidad, llenado a un 40% de su volumen total con esferas de metal de 4 cm de diámetro y un tamizador con malla #150, ambos equipos de la marca Denver Equipment Division Joy Manufacturing Company. Para la caracterización se utilizó un espectrómetro FT-IR de la marca PerkinElmer, EUA. Y un analizador termogravimétrico Hi-Res TGA Q5000 de la marca TA Instruments EUA. Para la prueba de hemólisis se utilizó un lector de microplacas (Agilent BioTek, Sinergy HTX).

## Obtención del polvo de gobernadora

De las ramas obtenidas de una planta de gobernadora, se retiraron a mano las hojas (441.2 g) y se secaron en un horno a 80 °C por 72 h para retirar el agua y los compuestos más volátiles y minimizar el tiempo del proceso. Posteriormente, las hojas se introdujeron en un molino de bolas, se cargó a un 30% con bolas de acero de 2 cm de diámetro y se puso a girar a 30 rpm durante 25 min. Al final de la molienda, el producto se pasó a través de una malla #150 obteniéndose 218.3 g de polvo fino de gobernadora. El resto del polvo que no pasó a través de la malla fue desechado.

## Extracción del almidón de papa

La extracción del almidón de papa se llevó a cabo de la siguiente manera: se pelaron y cortaron las papas en trozos, y se molió 1 kg de estas en una licuadora doméstica con suficiente agua para cubrirlas. La suspensión se pasó por un tamiz de malla #150 y se lavó con agua destilada. Luego, se agregaron 500 ml de una solución de NaOH (0.25% p v<sup>-1</sup>) para dispersar y romper los gránulos de almidón (y hacer más eficiente la extracción) y se mantuvo durante 24 h en un refrigerador. La capa superior se eliminó y el precipitado se centrifugó, se lavó con agua destilada y se secó a 50 °C durante 72 h. Se obtuvo un polvo blanco.

## Obtención del talco a base de gobernadora y almidón

Se realizaron distintas mezclas de los polvos de gobernadora y almidón de papa en donde se varió el porcentaje de gobernadora añadido al almidón. Las mezclas fueron de 0, 5, 10, 15, 25, 50 y 100% de gobernadora (% del peso total) (Cuadro 1) se muestran los porcentajes de cada muestra.

Cuadro 1. Composición de gobernadora y almidón en las mezclas de talco.

Núm. de muestra	(%) de gobernadora	(%) de almidón
1	0	100
2	5	95
3	10	90
4	15	85
5	25	75
6	50	50
7	100	0

## Evaluación del efecto antibacterial

En este estudio se utilizaron las cepas de *S. aureus* (ATCC 6538 y ATCC 33591) para evaluar la actividad antibacteriana de las distintas mezclas de almidón y gobernadora. Se eligió un método estandarizado de disco único para la susceptibilidad a los antibióticos; para ello, se preparó un medio de agar Müeller-Hinton estéril y se distribuyó en placas Petri.

Se prepararon discos de 6 mm de diámetro con el talco comprimido y una gota de agua. Estos se extendieron sobre la superficie del agar Müeller-Hinton utilizando un hisopo de algodón estéril para obtener un crecimiento microbiano uniforme en las placas. Luego, los discos del talco comprimido se colocaron, en condiciones asépticas, sobre las placas de agar. Las placas se incubaron a 37 °C durante 24 h para obtener un crecimiento microbiano confiable y finalmente se midieron las zonas de inhibición. Estas pruebas se realizaron por duplicado (Hernández *et al.*, 2016).

## Determinación de la actividad hemolítica en eritrocitos humanos aislados

El ensayo de actividad hemolítica o hemólisis se utiliza para evaluar la posible toxicidad de un compuesto en los eritrocitos. De esta manera, si el compuesto o el extracto rompe las células sanguíneas, se liberará la hemoglobina, la cual se puede cuantificar a 415 nm. La cantidad de hemoglobina liberada es proporcional al daño producido en las células evaluadas.

Se extrajo sangre venosa a varios donadores adultos, sanos y no fumadores, por punción del brazo, siguiendo los lineamientos para estudios donde se utilizan muestras humanas. La sangre se colectó en tubos vacutainer con citrato de sodio como anticoagulante. La sangre fue centrifugada a 2 500 rpm durante 4 min a 25 °C. El pellet de eritrocitos fue lavado tres veces con una solución Alsever (pH 6.4).

La solución Alsever se preparó mezclando dextrosa (10.45 g), citrato de sodio (3.97035 g) y cloruro de sodio (2.07462 g) en agua destilada para obtener 500 ml de solución; todos los reactivos utilizados fueron grado analítico.

Una vez que se obtuvo el pellet de eritrocitos lavados, se preparó una dilución 1:99. Se agitó suavemente hasta formar una suspensión homogénea que sirvió de base para las pruebas de hemólisis. Para cada prueba se realizaron dos experimentos y cada uno por triplicado, teniéndose además de las muestras de estudio, un control negativo y uno positivo.

## Control negativo

Se utilizó la sangre (150 l) con la solución Alsever (1350 l).

## Control positivo

Se utilizó la sangre (150 l) con agua destilada (1 350 l). Las absorbancias obtenidas correspondieron al 100% de hemólisis.

## Grupos experimentales con los extractos

Se procedió a incubar las muestras de sangre con dosis crecientes de las muestras de almidón Y gobernadora-almidón (10%) a las concentraciones de 0, 1.25, 2.5, 5 mg ml<sup>-1</sup>, a 37 °C por 60 min, con un volumen final de 1 500 l. Una vez terminado el tiempo de agitación, se centrifugaron los tubos para separar el sobrenadante, del cual se colocó 1 ml en celdas multi-placa para la determinación de la absorbancia a 415 nm en el lector de microplacas. Para determinar el (%) de hemólisis, se utilizó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Hemólisis} = \frac{|(\text{Grupo experimental} - \text{Control}^-)|}{(\text{Control}^+ - \text{Control}^-)} \times 100.$$

## Caracterización

Se realizó un análisis de espectroscopía infrarroja (IR) a la mezcla de gobernadora- almidón al 10% con un espectrómetro infrarrojo con transformada de Fourier, marca Frontier utilizado en modo de reflexión y equipado con un accesorio de muestreo ATR universal (FTIR-ATR). Los espectros FTIR-ATR se recopilaron a una resolución de  $4\text{ cm}^{-1}$  y 128 escaneos por ejecución. El análisis termogravimétrico (TGA) se realizó en atmósfera de aire con un TGA 4000. Las muestras (10-30 mg) se calentaron de 30 a  $800\text{ }^{\circ}\text{C}$  a una velocidad de  $20\text{ }^{\circ}\text{C min}^{-1}$ .

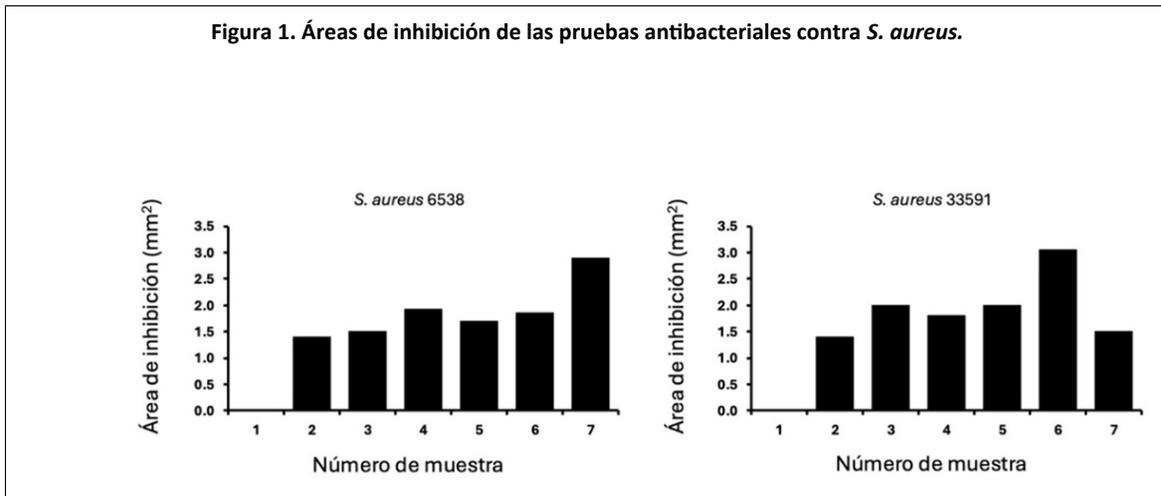
## Pruebas de absorción de humedad en función del tiempo

Para determinar el grado de absorción de humedad, se procedió a pesar y envolver las muestras 1-7 en papel filtro por triplicado, para posteriormente sumergirlas en agua destilada, al paso de 30, 60 y 120 min. La muestra se retiraba y se pesaba para conocer la cantidad de agua que puede absorber.

## Resultados y discusión

### Análisis antibacterial

Una vez obtenidas las distintas mezclas de gobernadora-almidón se midió su actividad antibacterial mediante el método de antibiograma utilizando pastillas comprimidas de los productos de polvo fino. En la Figura 1 se muestran las gráficas de los resultados de estas pruebas. En este ensayo, los resultados se expresaron como el promedio ( la desviación estándar ( $n= 3$ )). Los datos se analizaron por la prueba de Anova y Tukey, ( $p\leq 0.05$ ) con el programa estadístico GraphPad Prism versión 8.

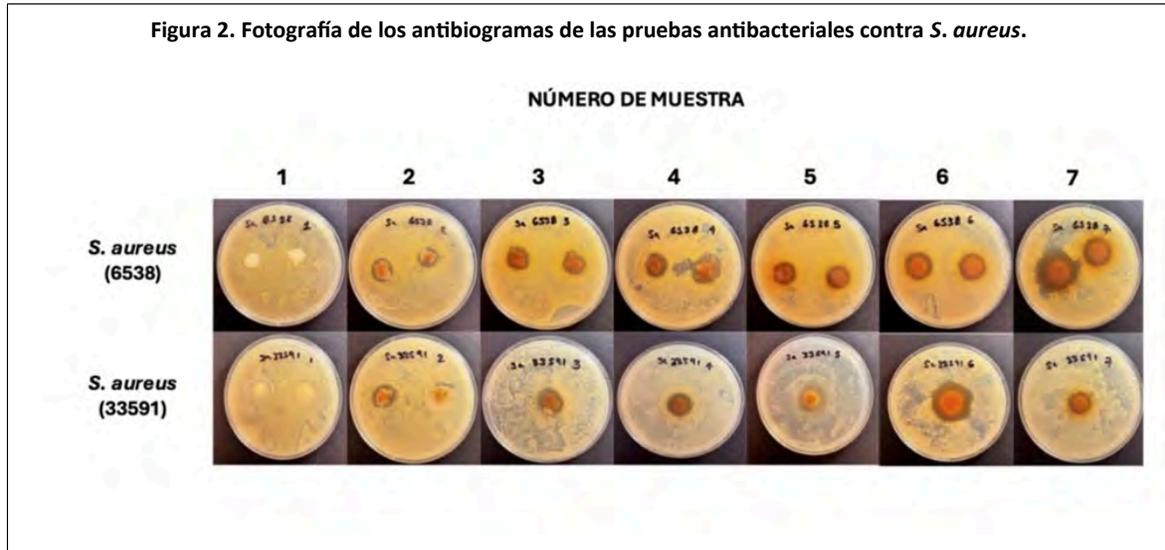


En los resultados se observa que las muestras de almidón residual (Figura 1) en ambos casos no logran inhibir la cepa de *S. aureus*, esto debido a que el almidón no tiene esta característica biológica; sin embargo, a partir de la segunda muestra (5% de gobernadora) se aprecia inhibición significativa de las cepas. En el caso de la cepa *S. aureus* 6538 con un 100% de gobernadora muestra su máximo potencial de inhibición a diferencia de las pruebas con la cepa *S. aureus* 33591 que su máxima capacidad de inhibición se alcanzó con un 50% de gobernadora para luego disminuir al tener solamente el polvo de esta planta (Vassão *et al.*, 2007).

Esto se debe en parte a que la cepa 33591 se utiliza para investigación de resistencia antibiótica, pero es más sensible a otros compuestos presentes en la *Larrea tridentata*. La Figura 2 muestra las fotografías de los resultados de las pruebas de actividad antibacteriana mediante el método de difusión en disco contra las dos cepas de *S. aureus*. En esta es posible apreciar visualmente al halo de inhibición de las diferentes mezclas, excepto para el almidón puro en ambas cepas. Las

muestras 3 a 7 muestran los halos de inhibición claramente visibles, tanto en la cepa ATCC 6538 como en la ATCC 33591.

Figura 2. Fotografía de los antibiogramas de las pruebas antibacteriales contra *S. aureus*.



Las muestras 5, 6 y 7 presentan halos más amplios y definidos presentando una mayor eficacia antibacteriana debido a su mayor contenido de *Larrea tridentata*. La muestra 1 conformada de almidón residual no presenta halo de inhibición en ninguna de las cepas. Este estudio demuestra que el talco formulado con almidón residual y *Larrea tridentata* posee actividad antibacteriana efectiva, y tiene el potencial de actuar incluso frente a bacterias multirresistentes como la *S. Aureus* ATCC 335991.

Para los experimentos posteriores se escogió la muestra 2 (10% gobernadora- 90% almidón) debido a que en los resultados de los estudios antibacteriales la muestra 2 presenta una buena inhibición contra las cepas de *S. Aureus*, y sin necesidad de tener un alto porcentaje de gobernadora. Esto para utilizar una mayor cantidad de un desecho agroindustrial (almidón residual) en lugar de una planta endémica (*Larrea tridentata*).

### Ensayo hemolítico del talco

Los resultados que se presentan del ensayo hemolítico (Cuadro 2), demuestran que ninguna de las muestras evaluadas (almidón y mezcla de gobernadora-almidón al 10%) provocaron en ninguna de las concentraciones evaluadas un grado de hemólisis mayor al 2%. De acuerdo con la norma ASTM F756-08, al obtenerse un porcentaje hemolítico menor de 2% indica que el talco a base de una mezcla de almidón residual y 10% de gobernadora puede considerarse seguro para estar en contacto con eritrocitos de la sangre humana.

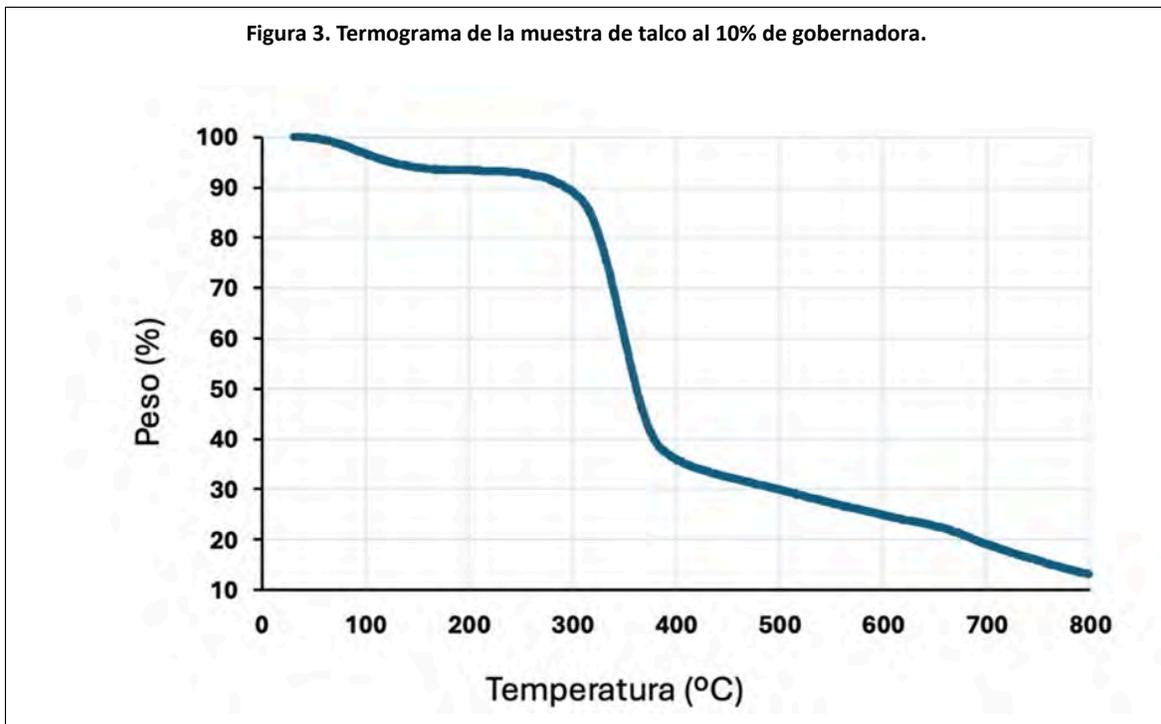
Cuadro 2. Porcentaje de hemólisis causada por las muestras en eritrocitos humanos aislados.

Muestra (mg ml <sup>-1</sup> )	Control negativo 0 (solución alsever)	Concentración			Control positivo agua destilada
		1.25	2.5	5	
Almidón	0	0	0	0	100
Muestra 2	0	0	0	0	100

### Análisis térmico del talco

La estabilidad térmica del talco obtenido es de suma importancia para considerar otras posibles aplicaciones donde se necesiten procesos termo-mecánicos en este talco como la posibilidad de plastificarlo. Para ello el análisis termogravimétrico se llevó a cabo en atmósfera de aire.

La Figura 3 muestra el resultado de este análisis donde se puede apreciar cuatro etapas principales donde en la primera etapa de 100 a 150 °C la primera disminución del peso se debe a la eliminación de agua, en la segunda etapa de 200 a 350 °C se descomponen las cadenas poliméricas del almidón y otros carbohidratos de la gobernadora. Posteriormente en la tercera etapa de 350 a 500 °C se descompone la lignina y otros compuestos de la gobernadora para finalmente en la última etapa de 500 a 800 °C se termina de descomponer ambos componentes del talco (Izquierdo, 2022).

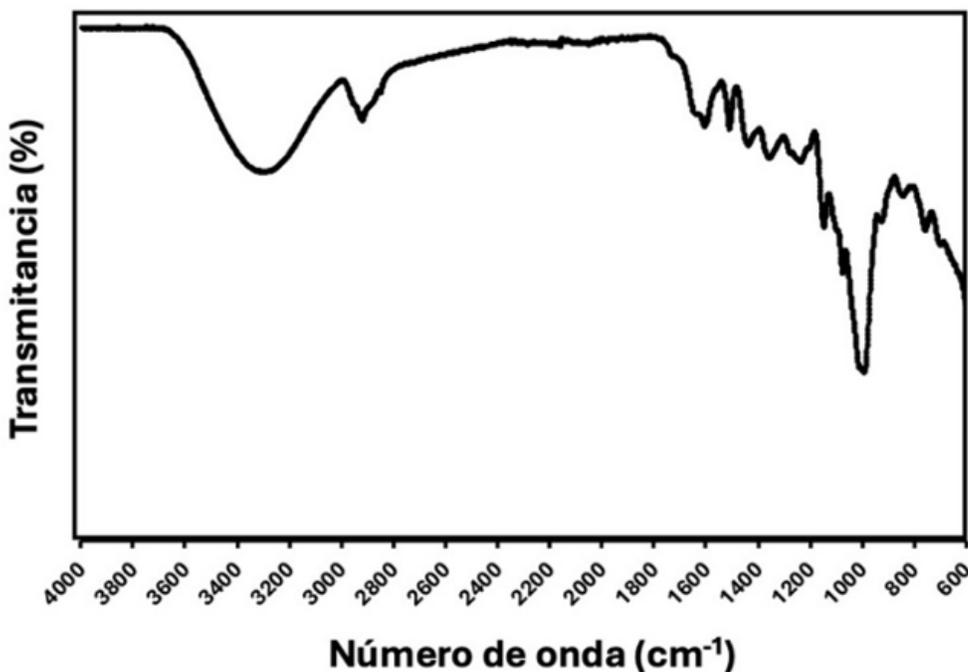


### Caracterización por FT-IR del talco

Con la finalidad de conocer los grupos funcionales que conforman el talco, se le realizó un estudio por espectroscopía infrarroja la cual se muestra en la Figura 4.



Figura 4. Espectro FTIR del talco con 10% de gobernadora.



En la imagen es posible apreciar de 3 600 a 3 200  $\text{cm}^{-1}$  las señales atribuidas al estiramiento O-H de los hidroxilos del almidón y de los polifenoles de la gobernadora, de 3 000 a 2 800  $\text{cm}^{-1}$  aparecen las señales de los metilos y metilenos de los compuestos orgánicos de la gobernadora.

Las señales de 1 800 a 1 500  $\text{cm}^{-1}$  corresponden a las vibraciones de los carbonilos y anillos aromáticos de los flavonoides y lignanos de la gobernadora y finalmente las señales de 1 200 a 800  $\text{cm}^{-1}$  se asocian a las vibraciones C-O-C y C-O-H del almidón. Estas señales confirman la presencia de los grupos funcionales de la gobernadora y del almidón, siendo más intensas las señales de este último debido a su mayor presencia en la mezcla.

### Pruebas de absorción de humedad en función del tiempo

Para conocer si el talco tiene la capacidad de absorber humedad se realizaron pruebas de absorción con respecto al tiempo. En el Cuadro 3 se muestran los resultados de estas pruebas.

Cuadro 3. Resultados de las pruebas de absorción de humedad con respecto al tiempo.

Muestra	0%	5%	10%	15%	25%	50%	100%
Tiempo							
0 min	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
30 min	0.75	0.826	0.908	0.953	0.937	1.015	0.852
60 min	0.912	1.188	0.978	1.061	0.995	1.21	1.198
120 min	0.935	0.973	0.985	1.029	1.047	1.056	1.11

Los resultados de las muestras muestran que el polvo de gobernadora por sí solo tiene una mayor capacidad de absorción de agua con respecto al tiempo en comparación con el almidón puro. Sin embargo, la muestra elegida para realizar el talco (10% gobernadora-90% almidón) tiene una capacidad de absorción de agua solamente un poco más baja que la gobernadora pura, esto demuestra que el talco obtenido tiene la capacidad de absorber la humedad de los pies y mantenerlo en el transcurso del tiempo.

## Conclusiones

En este estudio se logró desarrollar un talco antibacterial utilizando almidón de papa residual como matriz principal, enriquecido con extractos de *Larrea tridentata*. El proceso de extracción y molienda permitió obtener una mezcla homogénea con propiedades físicas y químicas adecuadas para su aplicación tópica. Los resultados de las pruebas antibacteriales demostraron que las diferentes mezclas de almidón residual y *Larrea tridentata* tienen propiedades antibacteriales contra dos cepas de *S. aureus* (ATCC 6538 y ATCC 33591), lo que confirma el potencial antimicrobiano de los compuestos bioactivos presentes en la *Larrea tridentata*.

Las pruebas hemolíticas indicaron que la mezcla compuesta por almidón residual y un 10% en peso de *Larrea tridentata* no genera hemólisis significativa en eritrocitos humanos, lo que sugiere que este producto puede usarse en aplicaciones como talco para pies o cuerpo, incluso en presencia de heridas superficiales. Esto puede atribuirse a que la *Larrea tridentata* se encuentra en una menor proporción que el almidón residual, el cual es biocompatible.

Además, la caracterización mediante FTIR mostró los grupos funcionales característicos de la gobernadora y el almidón siendo los más intensos los del almidón por su mayor proporción en la mezcla. El estudio termogravimétrico muestra que el talco es térmicamente estable a temperaturas inferiores a los 150 °C, lo cual garantiza su integridad durante el almacenamiento y uso convencional. Finalmente, la prueba de absorción mostró que esta mezcla de almidón residual y *Larrea tridentata* puede absorber aproximadamente su peso en humedad, lo que le da la posibilidad de aplicarse como talco antibacterial, biocompatible con la ventaja de ser derivado de fuentes naturales y sostenibles.

## Bibliografía

- 1 ASTM F756-08. 2017. American society for testing and materials. Standard practice for assement of hemolytic properties of materials.
- 2 Bamidele, M. O.; Sandoval-Cortés, J.; Flores-López, M. L.; Pérez, O. B. Á.; González, M. L. C. and Aguilar, C. N. 2024. Bioactive compounds recover from *Larrea tridentata* by green ultrasound-assisted extraction. *Phyton-International Journal of Experimental Botany*. 93(11):3091-3107. <https://doi.org/10.32604/phyton.2024.058422>.
- 3 Casey, R.; Larkin, T. P. and ley, E. 2025. Ovarian Cancer and “Tainted Talc”: What Treating Physicians Need to Know. *Missouri Medicine*, 116(2): 83-86. PMID: 31040485.
- 4 Chaudhary, N.; Arif, M.; Shafi, S.; Kushwaha, S. P. and Soni, P. 2025. Emerging role of natural bioactive compounds in navigating the future of liver disease. In *iLIVER*. 4(1):100140. <https://doi.org/10.1016/j.iliver.2024.100140>.
- 5 García-Inzunza, R.; Valdez-Salas, B.; Schorr-Wiener, M.; Carrillo-Beltran, M.; Zlatev-Koytchev, R.; Stoytcheva-Stilianova, M.; Ramos-rigoyen, R.; Vargas-Osuna, L. y Terrazas-Gaynor, J. 2013. Aqueous extract of creosote bush (*Larrea tridentata*) leaves as green inhibitor for carbon steel in hydrochloric acid solution. *International Journal of Electrochemical Science*. 8(5): 6433-6448.
- 6 Hernández, E. A.; Arango, G. C.; Reyes, P. A.; Martínez, S. P.; Pita de la, P. C.; Macías, M. S.; Arias, P. A. and Breña, N. J. 2016. Water supply source evaluation in unmanaged aquifer recharge zones: The Mezquital Valley (México) case study. *Water*. 9(4):256-271.
- 7 Hernández-Zamudio, G.; Sáenz-Mata, J.; Moreno-Reséndez, A.; Castañeda-Gaytán, G.; Ogaz, A.; Carballar-Hernández, S. and Hernández-Cuevas, L. 2018. Temporal diversity dynamics of the arbuscular mycorrhizal fungi of *Larrea tridentata* (Sesse y Mocino ex

- DC) Coville in a semi-arid ecosystem. *Revista Argentina de Microbiología*. 50(3):301-310. <https://doi.org/10.1016/j.ram.2017.07.007>.
- 8 Izquierdo, V. J. A.; Sánchez, G. M.; Peña, L. C. S.; Martínez, A. M. and Razo, L. M. 2022. Arsenic and fluoride in the drinking water in Tula City, México: challenges and lessons learned. *Water Air Soil Pollut.* 233(200):453-564. <https://doi.org/10.1007/s11270-022-05674-x>.
  - 9 Jitsuno, M. and Mimaki, Y. 2010. Triterpene glycosides from the aerial parts of *Larrea tridentata*. *Phytochemistry*. 71(17-18):2157-2167. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2010.09.012>.
  - 10 Lambert, J. D.; Sang, S.; Dougherty, A.; Caldwell, C. G.; Meyers, R. O.; Dorr, R. T. and Timmermann, B. N. 2005. Cytotoxic lignans from *Larrea tridentata*. *Phytochemistry*. 66(7):811-815. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2005.02.007>.
  - 11 Lira-Saldivar, R. H. 2003. Estado actual del conocimiento sobre las propiedades biocidas de la gobernadora [*Larrea tridentata* (D. C.) Coville]. *Revista Mexicana de Fitopatología*. 21(2):214-222. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61221217>.
  - 12 Martins, S.; Aguilar, C. N.; Teixeira, J. A. and Mussatto, S. I. 2012. Bioactive compounds (phytoestrogens) recover from *Larrea tridentata* leaves by solvents extraction. *Separation and Purification Technology*. 88(1):163-167. <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2011.12.020>.
  - 13 Martins, S.; Amorim, E. L. C.; Sobrinho, T. J. S. P.; Saraiva, A. M.; Pisciotano, M. N. C.; Aguilar, C. N.; Teixeira, J. A. and Mussatto, S. I. 2013. Antibacterial activity of crude methanolic extract and fractions obtained from *Larrea tridentata* leaves. *Industrial Crops and Products*. 41(1):306-311. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2012.04.037>.
  - 14 Núñez-Mojica, G.; Vázquez-Ramírez, A. L.; García, A.; Rivas-Galindo, V. M.; Garza-González, E.; González-Bravo, G. E.; Toscano, R. A.; Moo-Puc, R. E.; Villanueva-Toledo, J. R.; Marchand, P. and Camacho-Corona, M. R. 2021. New cyclolignans of *Larrea tridentata* and their antibacterial and cytotoxic activities. *Phytochemistry Letters*. 43(1):212-218. <https://doi.org/10.1016/j.phytol.2021.04.013>.
  - 15 Osorio, E.; Flores, M.; Hernández, D.; Ventura, J.; Rodríguez, R. and Aguilar, C. N. 2010. Biological efficiency of polyphenolic extracts from pecan nuts shell (*Carya Illinoensis*), pomegranate husk (*Punica granatum*) and creosote bush leaves (*Larrea tridentata* Cov.) against plant pathogenic fungi. *Industrial Crops and Products*. 31(1):153-157. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2009.09.017>.
  - 16 Schmidt, T. J.; Rzeppa, S.; Kaiser, M. and Brun, R. 2012. *Larrea tridentata* - absolute configuration of its epoxy lignans and investigations on its antiprotozoal activity. *Phytochemistry Letters*. 5(3):632-638. <https://doi.org/10.1016/j.phytol.2012.06.011>.
  - 17 Sosa-Santillán, G. J.; Zugasti-Cruz, A.; Enríquez-Medrano, F. J.; Avérous, L.; Pollet, E.; Valdés-Ramos, K. G.; Gomez, C. G.; Romero, M. R.; García-Lobato, M. A.; Pérez-Aguilar, N. V. and Oyervides-Muñoz, E. 2022. Synthesis, characterization, and antibacterial activities of novel starch derivatives against *E. coli* and *S. aureus*. *Starch/Staerke*. 74(7-8):2100142 <https://doi.org/10.1002/star.202100142>.
  - 18 Valdez-Valdés, M. F.; Enríquez-Medrano, F. J.; Zugasti-Cruz, A.; Sierra-Rivera, C. A.; Martínez-Mora, E. I.; Sosa-Santillán, G. J. and Oyervides-Muñoz, E. 2024. Preparation of a starch derivative bearing chloroaniline groups and the evaluation of its hemolytic, cytotoxic and antibacterial activities. *Polymer International*. 74(1):46-53. <https://doi.org/10.1002/pi.6689>.
  - 19 Vassão, D. G.; Kim, S. J.; Milhollan, J. K.; Eichinger, D.; Davin, L. B. and Lewis, N. G. 2007. A pinoresinol-lariciresinol reductase homologue from the creosote bush (*Larrea tridentata*) catalyzes the efficient in vitro conversion of p-coumaryl/coniferyl alcohol esters into the allylphenols chavicol/eugenol, but not the propenylphenols p-anol/isoegenol. *Archives of Biochemistry and Biophysics*. 465(1):209-218. <https://doi.org/10.1016/j.abb.2007.06.002>.

## Desarrollo de talco antibacterial a partir de almidón residual enriquecido con *Larrea tridentata*

Journal Information
Journal ID (publisher-id): remexca
Title: Revista mexicana de ciencias agrícolas
Abbreviated Title: Rev. Mex. Cienc. Agríc
ISSN (print): 2007-0934
Publisher: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Article/Issue Information
Date received: 00 June 2025
Date accepted: 00 August 2025
Publication date: 15 October 2025
Publication date: Sep-Oct 2025
Volume: 16
Issue: esp30
Electronic Location Identifier: e4050
DOI: 10.29312/remexca.v16i30.4050
Article Id (other): 00013

### Categories

Subject: Artículos

### Palabras clave

#### Palabras clave

Larrea tridentata  
governadora  
talco antibacterial

### Counts

Figures: 4

Tables: 3

Equations: 0

References: 19