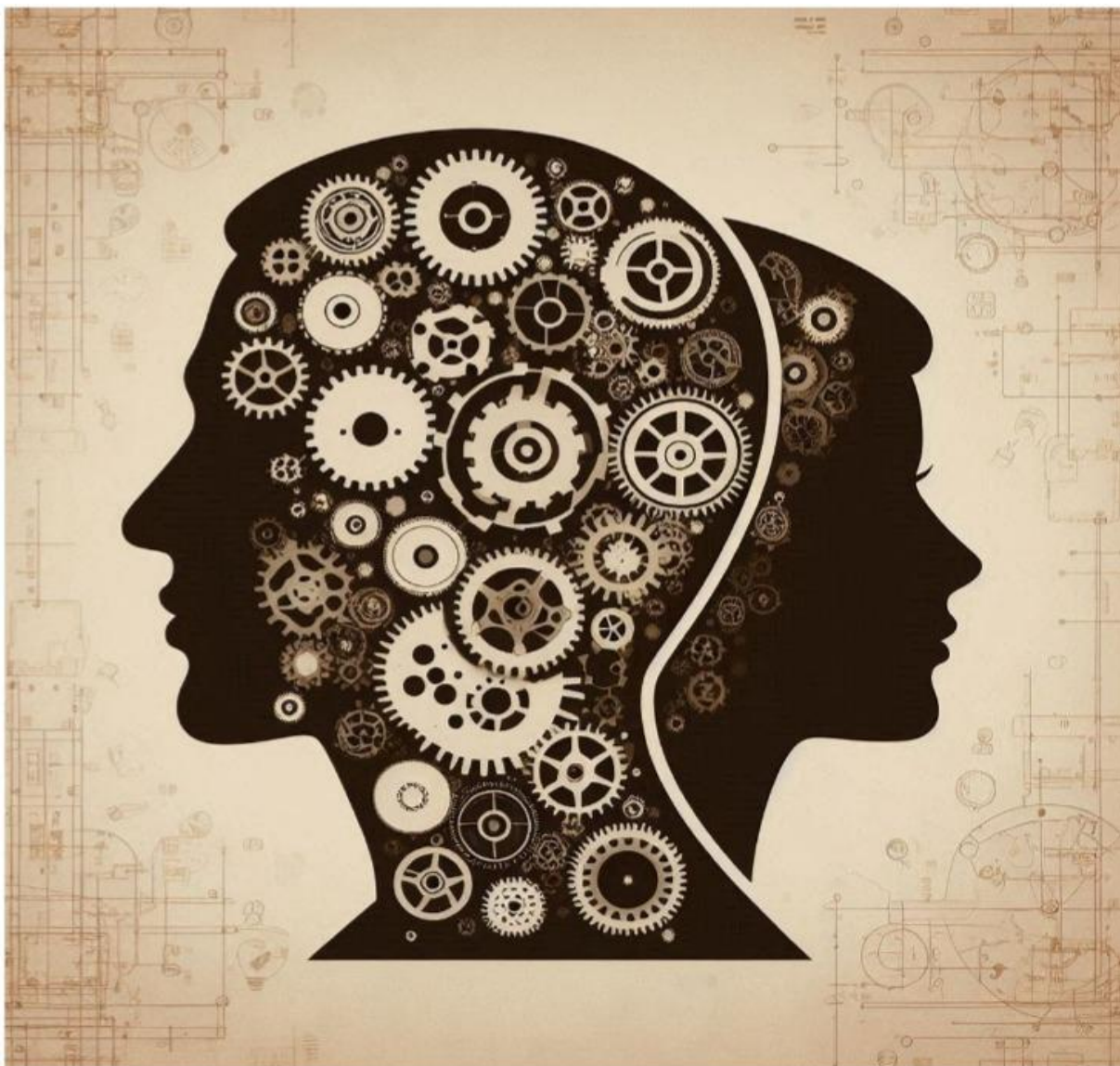




---

## Revista de difusión y divulgación científica

---



# CIEN+TEC

## UADY

### Responsables Editoriales

Dr. David Betancur Ancona

Dr. Luis Chel Guerrero

### Comité Técnico Editorial

Dr. Arturo Castellanos Ruelas

Dr. Eduardo Castañeda Pérez

Dr. Santiago Gallegos Tintoré

Dr. Wilbert Rodríguez Canto

Dr. Irving Sosa Crespo

### Directivos de la Facultad de Ingeniería Química

M. en C. Maria Dalmira Rodríguez Martín

Directora de la Facultad

I.Q.I. Roger Bargas Interián

Secretario administrativo

M. en C. Ángel ramiro Trejo Irigoyen

Secretario académico

Dra. Leydi Maribel Carrillo Cocom

Jefa de la Unidad de Posgrado e Investigación

### Edición y diseño gráfico

Dr. Luis Antonio Chel Guerrero

Br. Yossef Jesus Hernandez Rodriguez

## Volumen 2 · Número 2 · Diciembre de 2025

correspondencia: [cien.tec@correo.uady.mx](mailto:cien.tec@correo.uady.mx)



# **CIEN+TEC UADY**

ISSN: En trámite • **Volumen 2 • Número 2 • Diciembre de 2025**

# Contenido

## Editorial

... I

### Biopelículas de almidón reforzadas con celulosa aislada de tallos de Rosa (Rosa sp.) ... 1

*Autores: Paredes-Garma, Sofía; Álvarez-Valencia, Luis; Amaro-Soberanis, Rubén; Dzulisolís, Pedro; Heredia-Bass, Yharet; Estrella-Tun, Braiam; Sosa-Crespo, Irving*

### Desarrollo de una crema tipo dip en polvo a base de chile xcatic (Capsicum annuum) ... 18

*Autores: Estrada Ayala, Rodrigo; Uribe Arnana, Carlos; Tec Pool, José*

### Antinutrientes en semillas de flamboyán (Delonix regia): potencial alimentario humano ... 34

*Autores: Sandoval-Peraza, Valentino Mukhtar; Castellanos-Ruelas, Arturo; Chel-Guerrero, Luis; Betancur-Ancona, David*

### Evaluación del efecto de la guayaba (Psidium guajava) en las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de una cerveza artesanal estilo Blonde Ale ... 48

*Autores: Meseta Muñoz, Henry; Nájera León, Kevin Arturo; Solís Euan, Álvaro Isaías; Torres Escamilla, Jesús Alejandro; Rodríguez Canto, Wilbert; Gallegos Tintoré, Santiago*

### Tecnologías para la conservación de pescados y mariscos: Ciencia al servicio de la frescura ... 64

*Autores: Estrella-Tun, Braiam Josué; Galaviz-Uh, Lilian Sofía; May-Tzec, Cristhian Gaspar; Mex-Piste, Paulina Guadalupe; Betancur-Ancona, David*

### Networking en la investigación: La fuerza invisible que impulsa la Ciencia ... 79

*Autores: Betancur-Ancona, David*

### El Laboratorio Abandonado ... 90

*Autores: Castañeda Pérez, Eduardo*

# EDITORIAL

---

Nos complace presentar el segundo número del volumen 2 de **CIEN+TEC UADY**, una revista que consolida su identidad como espacio de divulgación científica y tecnológica, impulsada por el talento de estudiantes y profesores de la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Autónoma de Yucatán.

En esta edición de diciembre 2025, exploramos la frontera entre tradición e innovación. Nuestros artículos demuestran cómo los recursos locales —desde los tallos de rosa descartados en florerías hasta el chile xcatic de la península— pueden transformarse en soluciones científicas.

Descubrirán investigaciones sobre biopelículas biodegradables, semillas de flamboyán como fuente proteica alternativa, e innovaciones que celebran nuestra identidad regional: cervezas artesanales con guayaba y cremas en polvo de chile xcatic.

**CIEN+TEC UADY** es un puente entre la academia y la comunidad. Agradecemos a los autores por su dedicación y a ustedes, nuestros lectores, por acompañarnos en este viaje científico.

*¡Bienvenidos a esta nueva aventura del conocimiento!*

Los editores

Dr. David Betancur Ancona

Dr. Luis Chel Guerrero

# Biopelículas de almidón reforzadas con celulosa aislada de tallos de *Rosa* (*Rosa sp.*)

## Starch biofilms reinforced with cellulose isolated from rose stems (*Rosa sp.*)

**Paredes-Garma, Sofía; Álvarez-Valencia Luis; Amaro-Soberanis, Rubén; Dzul-Solís, Pedro; Heredia-Bass, Yharet; Estrella-Tun Braiam; Sosa-Crespo, Irving\***

Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Periférico Norte Km. 33.5, Tablaje Catastral 13615, Colonia Chuburná de Hidalgo Inn, 97203 Mérida, Yucatán, México. \*e-mail: [irving.sosa@correo.uady.mx](mailto:irving.sosa@correo.uady.mx)

# Resumen y Abstract

## Resumen

El aprovechamiento de residuos agrícolas y florales representa una alternativa sostenible frente a la contaminación generada por los plásticos sintéticos. En este estudio se elaboraron biopelículas a base de almidón reforzadas con celulosa extraída de tallos de rosa (*Rosa* spp.) y plastificadas con glicerina, con el propósito de evaluar sus propiedades mecánicas y fisicoquímicas. Las películas se prepararon por el método de moldeo con diferentes proporciones de celulosa (0, 0.1 y 0.5%) y glicerina (2.5 y 3%). Los resultados mostraron que la adición de celulosa redujo la solubilidad en agua y aumentó la resistencia mecánica de las películas, mientras que el incremento de glicerina favoreció la flexibilidad, aunque disminuyó el esfuerzo de tracción. Los análisis de color y ángulo de contacto evidenciaron que la celulosa modificó la tonalidad y aumentó el carácter hidrofílico del material. En conjunto, los resultados demuestran que los tallos de rosa constituyen una fuente viable de celulosa y que su incorporación en biopelículas de almidón mejora su desempeño, ofreciendo una alternativa ecológica para la elaboración de materiales biodegradables con potencial uso en recubrimientos y empaques sostenibles.

**Palabras clave:** Películas biodegradables, almidón, celulosa, residuos florales, sostenibilidad.

## Abstract

The utilization of agricultural and floral residues represents a sustainable alternative to the pollution caused by synthetic plastics. In this study, starch-based biopolymer films reinforced with cellulose extracted from rose (*Rosa* spp.) stems and plasticized with glycerol were developed to evaluate their mechanical and physicochemical properties. The films were produced by the casting method using different proportions of cellulose (0, 0.1, and 0.5%) and glycerol (2.5 and 3%). The results indicated that cellulose incorporation reduced water solubility and increased the mechanical strength of the films, whereas higher glycerol concentrations enhanced flexibility but lowered tensile resistance. Color and contact angle analyses revealed that cellulose modified the hue and improved the hydrophilic character of the material. Overall, the findings demonstrate that rose stems are a viable source of cellulose and that their incorporation into starch-based biopolymer films improves performance, offering an eco-friendly alternative for the development of biodegradable materials with potential use in sustainable coatings and packaging applications.

**Keywords:** Biodegradable films, starch, cellulose, floral waste, sustainability.

# Introducción

## El desafío de los plásticos sintéticos



### Calentamiento Global

El incremento del calentamiento global ha motivado la búsqueda de alternativas sostenibles a los polímeros sintéticos.



### Agotamiento de Recursos

La preocupación por el agotamiento de recursos impulsa la transición hacia materiales renovables.



### Impacto Ambiental

Las industrias exploran materiales ecológicos y biodegradables para reducir el impacto de los plásticos convencionales.

En las últimas décadas, el interés por desarrollar materiales sostenibles ha impulsado una transición progresiva desde los polímeros sintéticos hacia el uso de recursos naturales renovables (Elfaleh et al., 2023; Birlie & Mamay, 2024).

## Incremento en la Producción de Plásticos

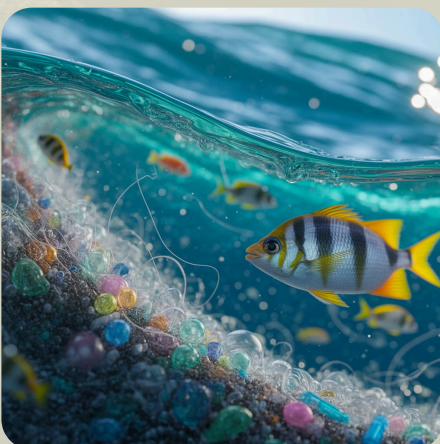


La producción mundial de plásticos ha experimentado un crecimiento exponencial, pasando de 1.5 millones de toneladas en 1950 a más de 380 millones de toneladas anuales en la actualidad, con proyecciones de duplicarse en las próximas dos décadas.

Esta masiva producción, dependiente en gran medida de combustibles fósiles, genera una huella de carbono considerable y exacerba el agotamiento de recursos no renovables.

Los plásticos sintéticos convencionales presentan propiedades altamente problemáticas, como una vida útil extremadamente larga, que puede extenderse desde cientos hasta miles de años, y una resistencia inherente a la biodegradación en la mayoría de los entornos naturales.

## Impacto Ambiental de los Residuos Plásticos



Millones de toneladas de residuos plásticos contaminan anualmente océanos y ecosistemas, dañando severamente la vida silvestre por ingesta y enredo. Además, su fragmentación en micro y nanoplásticos se infiltra en cadenas alimentarias, suelo, agua y aire, con riesgos aún no comprendidos para la salud humana y ecosistémica.

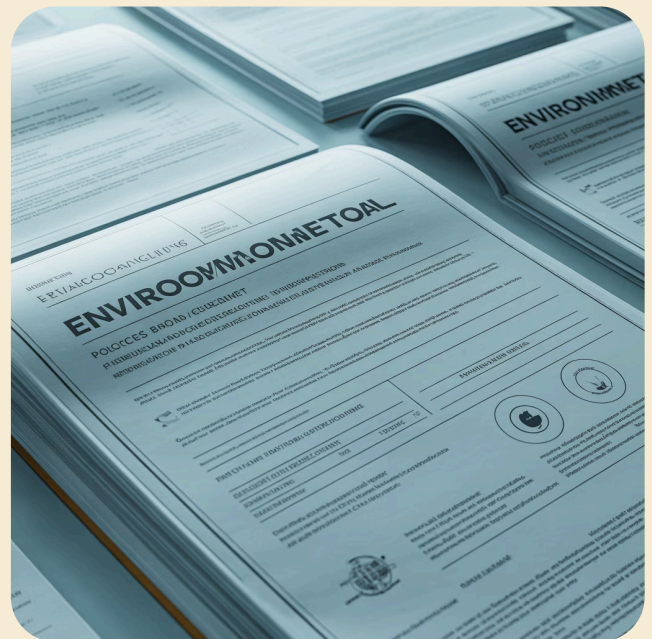
# Marco Regulatorio y Alternativas Sostenibles

## Marco Regulatorio y Costo Ambiental

El creciente volumen de residuos plásticos y sus graves repercusiones ambientales han impulsado a gobiernos y organizaciones internacionales a implementar marcos regulatorios más estrictos, promoviendo la reducción, reutilización y reciclaje de plásticos, así como el desarrollo de alternativas biodegradables. Por ejemplo, la Unión Europea ha establecido directivas ambiciosas para la prohibición de plásticos de un solo uso y la promoción de la economía circular (European Commission, 2019).

Estas políticas buscan mitigar el impacto ambiental y reducir los costos económicos asociados a la contaminación plástica, que incluyen la limpieza de ecosistemas, la afectación a industrias como la pesca y el turismo, y los crecientes gastos en salud pública relacionados con la exposición a microplásticos.

La búsqueda de soluciones sostenibles se ha vuelto, por tanto, una prioridad estratégica no solo ambiental sino también económica y social.



# La Biomasa Residual como Solución Prometedora

En este contexto, el aprovechamiento de biomasa residual, como los residuos agrícolas y florales, emerge como una solución altamente prometedora para la producción de bioplásticos y otros materiales sostenibles. Estos residuos, a menudo subutilizados o desechados, representan una fuente abundante y renovable de polímeros naturales como el almidón y la celulosa.



La valorización de estos materiales no solo contribuye a la reducción de residuos y a la disminución de la dependencia de los combustibles fósiles, sino que también ofrece una vía para la creación de productos con propiedades comparables a los plásticos convencionales, pero con la ventaja crucial de ser biodegradables y compostables.

Este enfoque hacia una economía circular, donde los "desechos" de una industria se convierten en la "materia prima" para otra, es fundamental para la construcción de un futuro más sostenible.

# Biopelículas: Una alternativa sustentable

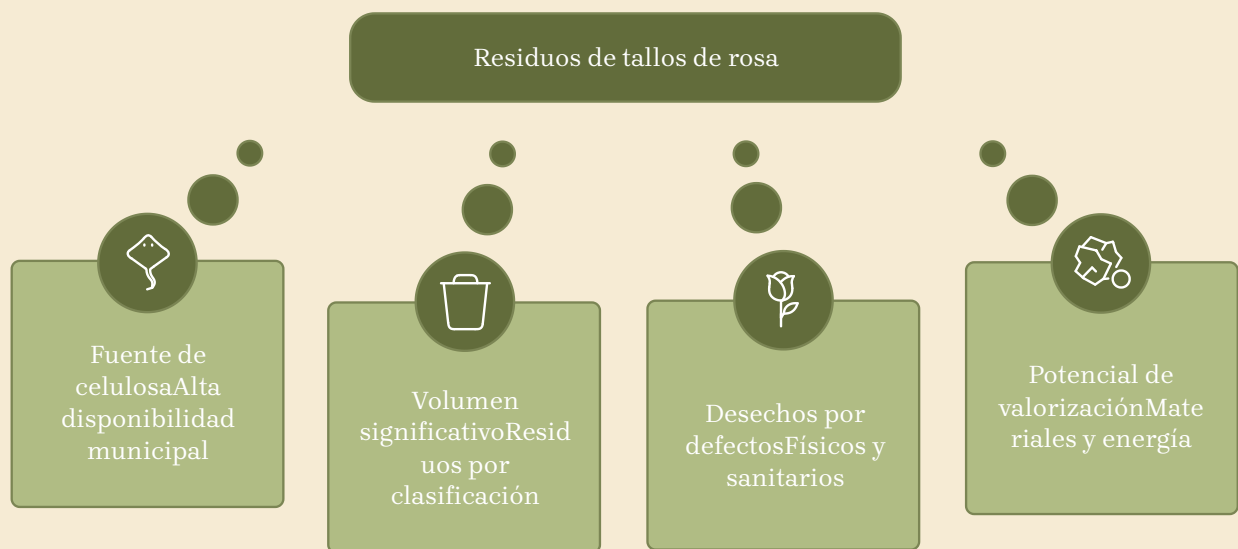
El desarrollo de biopelículas a base de polisacáridos naturales como el almidón y la celulosa representa una alternativa sustentable. Estos materiales presentan ventajas notables, entre ellas su biodegradabilidad, compatibilidad ambiental y bajo costo de producción, lo que contribuye a disminuir la acumulación de desechos plásticos derivados del uso de polímeros sintéticos (Jaso, 2020).

Transparencia	Propiedades de Barrera	Limitaciones
Las biopelículas de almidón destacan por su transparencia y espesor controlable.	Ofrecen buenas propiedades de barrera para aplicaciones en envasado.	Su fragilidad y naturaleza hidrofílica limitan su aplicación directa.

Para mejorar su desempeño, pueden incorporarse agentes de refuerzo o plastificantes que aumenten su resistencia mecánica y flexibilidad (Wahab et al., 2023; Rendón-Villalobos et al., 2022).

# Residuos florales: Una fuente valiosa de celulosa

Los tallos de rosa son descartados en grandes cantidades durante la clasificación y preparación de bouquets en florerías debido a defectos físicos o sanitarios, generando un volumen considerable de desechos vegetales que normalmente no se aprovechan.



Aprovechar estos tallos como biorecurso secundario no solo contribuye a reducir el desperdicio, sino que también ofrece una alternativa sostenible para reforzar materiales biodegradables.

# Objetivos

## Objetivo General:

Evaluar el efecto de la incorporación de celulosa extraída de tallos de rosa (*Rosa sp.*) y glicerina en diferentes concentraciones sobre las propiedades mecánicas de biopelículas elaboradas a base de almidón.

## Objetivos Específicos:

- 1 Extraer celulosa de tallos de rosa mediante tratamiento alcalino y blanqueo.
- 2 Elaborar biopelículas de almidón con diferentes concentraciones de celulosa (0, 0.1 y 0.5%) y glicerina (2.5 y 5%).
- 3 Caracterizar las propiedades físicas, ópticas y mecánicas de las biopelículas obtenidas.
- 4 Determinar la formulación óptima que proporcione las mejores propiedades mecánicas.



# Materiales y Métodos

## Diseño experimental

1

### Diseño bifactorial

Dos niveles de glicerol (2.5% y 3% p/v) y tres concentraciones de celulosa (0%, 0.1% y 0.5% p/v).

2

### Variables dependientes

Porcentaje de solubilidad, tensión de tracción y ángulo de contacto.

3

### Variables independientes

Cantidades de celulosa (C) y glicerol (G) agregado en la mezcla con almidón.

4

### Proporciones evaluadas

Relaciones almidón-celulosa de 1:40 y 1:8 p/p en experimentos individuales.

5

### Réplicas

Cuatro réplicas por tratamiento y dos repeticiones. Biopelícula control elaborada únicamente con almidón.

La celulosa utilizada se obtuvo a partir de la especie *Rosa ssp.* La materia prima se recolectó de residuos generados en diversas florerías de la ciudad de Mérida, México, obteniendo una muestra compuesta de aproximadamente 4 kg.

# Extracción de celulosa: Proceso detallado



## Preparación inicial

100 g de tallos cortados en fragmentos de 2-3 cm, hervidos a 80-90°C durante 2 h.



## Hidrólisis alcalina

Tratamiento Kraft con NaOH al 5% p/v (1 L por 100 g), reposo 24 h, reflujo a 160-170°C por 2 h.



## Lavado y reducción

Filtrado, lavado hasta eliminar residuos alcalinos, licuado cuatro veces para reducir tamaño de partícula.



## Blanqueamiento

Hipoclorito de sodio al 1% durante 0.5-1 h, filtrado, lavado y secado a 50°C por 24 h.



## Obtención de microfibras

H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> al 10% v/v, calentamiento a 80°C por 1 h, neutralización, secado final a 60°C por 24 h.

El proceso siguió la metodología de Wahab et al. (2023) y López-Martínez et al. (2016), con modificaciones específicas para optimizar la extracción de celulosa de tallos de *rosa*.

# Elaboración de biopelículas:

## Formulaciones experimentales

La preparación de las biopelículas se realizó según Rendón-Villalobos et al. (2022), con modificaciones. Se empleó almidón al 4% (p/v) como matriz polimérica, celulosa en concentraciones de 0, 0.1 y 0.5% (p/v), y glicerol como plastificante en proporciones de 2.5% y 3.0% (p/v).

Formulación	Celulosa (g)	Almidón (g)	Glicerol (g)
F1 (Control)	0.000	3.000	0.000
F2	0.000	3.000	1.875
F3	0.000	3.000	2.250
F4	0.075	3.000	1.875
F5	0.075	3.000	2.250
F6	0.375	3.000	1.875
F7	0.375	3.000	2.250

El proceso incluyó dispersión del almidón a 30°C por 10 min, incorporación de glicerol y celulosa, calentamiento a 80-90°C por 5 min bajo agitación constante. Las biopelículas se obtuvieron mediante el método de casting, colocando 25 mL de cada formulación en cajas Petri y secando a 50-60°C durante 24 h (Caira y Olanda, 2023).

# Resultados y Discusión

## Solubilidad y propiedades ópticas

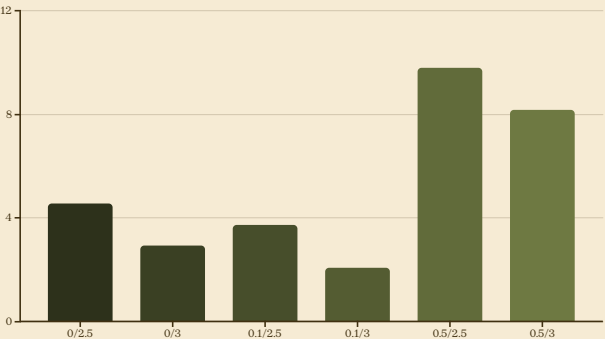
### Solubilidad en agua

Los niveles de celulosa presentaron un efecto significativo ( $p<0.05$ ) sobre la solubilidad. Los tratamientos con celulosa obtuvieron valores entre 45-52%, considerablemente bajos debido a los grupos hidroxilo de la celulosa que forman fuertes interacciones mediante enlaces de hidrógeno.

Celulosa/Glicerol	Solubilidad (%)
0 / 2.5	57.38 ± 0.013
0 / 3	51.75 ± 0.015
0.1 / 2.5	45.99 ± 0.074
0.1 / 3	49.78 ± 0.017
0.5 / 2.5	56.79 ± 0.017
0.5 / 3	52.87 ± 0.006

### Colorimetría

El análisis estadístico indicó que la celulosa fue el único factor significativo ( $p<0.05$ ) que afectó el color. A medida que se incrementaba la proporción de celulosa, la diferencia de color ( $\Delta E$ ) fue mayor, con valores desde 2.07 hasta 9.78.



La diferencia en color se atribuyó a la tonalidad verde de la celulosa extraída, a diferencia de la celulosa microcristalina grado alimenticio de color blanco utilizada en otros estudios (Sachcha et al., 2024).

## Ángulo de contacto: Comportamiento hidrofílico



**0% Celulosa / 2.5% Glicerol**

Mayor ángulo de contacto observado



**0% Celulosa / 3% Glicerol**

Reducción significativa con más glicerol



**0.1% Celulosa / 2.5% Glicerol**

Comportamiento altamente hidrofílico



**0.5% Celulosa / 3% Glicerol**

Menor ángulo, máxima hidrofiliidad

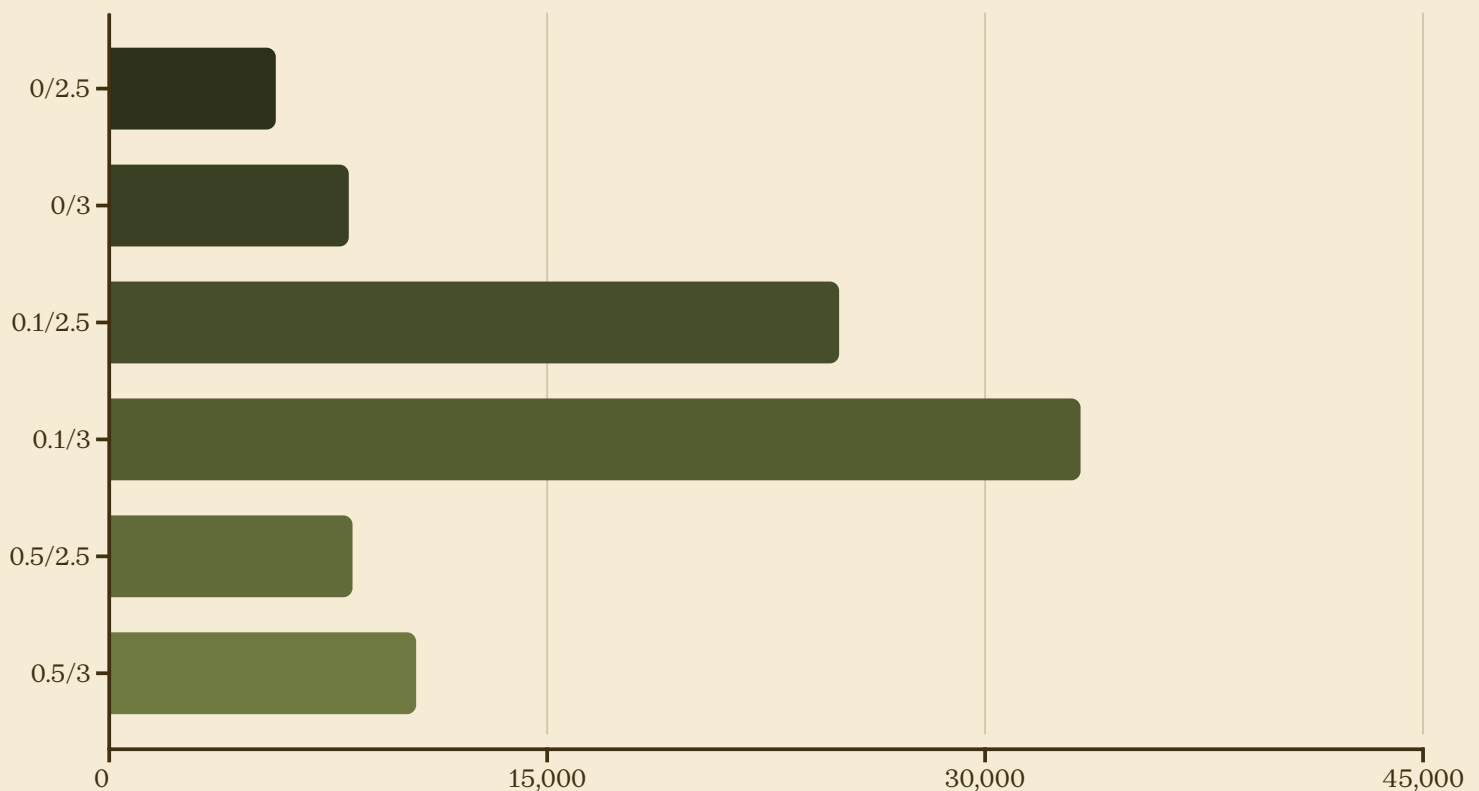
El análisis estadístico indicó que ambos factores, así como su interacción, presentaron influencia significativa ( $p < 0.05$ ) sobre el ángulo de contacto. Mientras más glicerina y celulosa se agregó a la película, menor fue el ángulo de contacto. Los efectos se debieron a la combinación de materiales que creó una matriz con alta densidad de grupos hidroxilo, aumentando la capacidad para atraer y retener moléculas de agua a través de enlaces de hidrógeno.

Según Yuan y Lee (2013), los ángulos de contacto menores a  $90^\circ$  indican comportamiento hidrofílico. Todas las películas analizadas mostraron este comportamiento, siendo mayor en las que contenían mayores cantidades de celulosa y glicerina. Las películas con este comportamiento podrían funcionar como recubrimiento comestible para alimentos con baja humedad.

# Propiedades mecánicas:

## Esfuerzo máximo de tracción

Los factores celulosa y glicerina tuvieron un impacto significativo ( $p < 0.05$ ) sobre el esfuerzo máximo de ruptura, indicando que los niveles de ambos componentes influyeron en las propiedades mecánicas de la biopelícula. La interacción entre estos factores fue significativa ( $p < 0.05$ ), sugiriendo que la combinación de diferentes niveles ejerció un efecto conjunto sobre la tensión.



Tessanan et al. (2023) encontraron que al aumentar el porcentaje de glicerina como plastificante hasta un 25% aproximadamente, la resistencia a la tracción y rigidez de las películas disminuyeron, comportamiento observado en las películas con 2.5 y 3% de celulosa. A medida que se aumenta el porcentaje de celulosa, se mejora la resistencia a la tracción, pero al aumentar el glicerol en exceso, se pierde rigidez y resistencia. Esto indica que se debe encontrar un balance adecuado de estos componentes para optimizar las propiedades mecánicas.

# Conclusiones

## Valorización de residuos florales

### Refuerzo eficaz

La celulosa de tallos de rosa demostró ser un material de refuerzo eficaz para biopelículas de almidón, mejorando significativamente sus propiedades mecánicas.

### Reducción de solubilidad

La adición de celulosa redujo la solubilidad en agua, incrementando la estabilidad estructural del material.

### Flexibilidad mejorada

La glicerina como plastificante favoreció la flexibilidad de las películas, obteniendo materiales más manejables y menos quebradizos.

### Comportamiento hidrofílico

1

La adición de celulosa promovió un comportamiento más hidrofílico, ventajoso para aplicaciones como recubrimientos comestibles o biodegradables.

### Estrategia viable

2

El aprovechamiento de residuos florales representa una estrategia viable para obtener materiales funcionales y sostenibles.

### Impacto ambiental

3

Contribuye a la valorización de desechos agroindustriales y a la reducción del impacto ambiental asociado al uso de plásticos sintéticos.


# Referencias

- Birlie, B., & Mamay, T. (2024). Characterization of natural cellulosic fiber extracted from *Grewia ferruginea* plant stem. *International Journal of Biological Macromolecules*, 271, 132858. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2024.132858>
- Caira, K., y Olanda, S. (2023). *Formulación y evaluación de biopelículas a base de residuos de papa (Solanum tuberosum) para bolsas biodegradables* [Tesis de grado, Universidad Nacional de San Agustín Arequipa]. <https://hdl.handle.net/20.500.12773/16992>
- Elfaleh, I., Abbassi, F., Habibi, M., Ahmad, F., Guedri, M., Nasri, M., & Garnier, C. (2023). A comprehensive review of natural fibers and their composites: An eco-friendly alternative to conventional materials. *Results In Engineering*, 19, 101271. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2023.101271>
- Garzón-Marín, I., Cruz, E.C., Infante, A., & Cuervo, J. (2022). Efecto del compost de residuos de flores sobre algunas propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. *Acta Agronómica*, 71(2), 111-118. <https://doi.org/10.15446/acag.v71n2.88900>
- Jaso, M. (2020). El surgimiento de los bioplásticos: un estudio de nichos tecnológicos. *Acta universitaria*, 30(1), 1–24. <https://doi.org/10.15174/au.2020.2654>
- Koul, B., Yakoob, M., & Shah, M. P. (2021). Agricultural waste management strategies for environmental sustainability. *Environmental Research*, 206, 112285. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.112285>
- López-Martínez, A; Bolio-López, G; Veleza, L; Solórzano-Valencia, M; Acosta-Tejada, G; Hernández-Villegas, M.; Salgado-García, S; y Córdova-Sánchez, S. (2016). Obtención de celulosa a partir de bagazo de caña de azúcar (*Saccharum spp.*). *Agro Productividad*, 9(7). 41-45.
- Rendón-Villalobos, R., Lorenzo-Santiago, M., Olvera-Guerra, R., & Trujillo-Hernández, C. (2022). Bioplastic composed of strach and micro-cellulose from waste mango: mechanical properties and biodegradation. *Polímeros*, 32(3). 1-12. <https://doi.org/10.1590/0104-1428.20210031>
- Sachcha, I.H., Paddar, K., Minar, M.M., Rahman, L., Hasan, S.M.K., Akhtaruzzaman, M., Billah, M.T., & Yasmin, S. (2024). Development of eco-friendly biofilms by utilizing microcrystalline cellulose extract from banana pseudo-stem. *Heliyon*, 10(7):e29070. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e29070>
- Tissanant, W., Phinyocheep, P., & Amornsakchai, T. (2023). Development of biodegradable thermosetting plastic using dialdehyde pineapple stem starch. *Polymers*, 15(18), 3832. <https://doi.org/10.3390/polym15183832>
- Wahab, D.N.A., Siddique, Md.B.M., Chew, J.J., Su, H.T., Khairuddin, N., Khaerudini, Hossain, D.S., & Sunarso Md.S.J. (2023). Characterization of starch biofilm reinforced with cellulose microfibers isolated from *Musa Saba'* midrib residue and its application as an active packaging film. *J. Appl. Polym. Sci*, 140(48), e54720. <https://doi.org/10.1002/app.54720>
- Yuan, Y., & Lee T. (2013). Contact angle and wetting properties. *Surface Science Techniques*, 38(1), 3–34. [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-34243-1\\_1](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-34243-1_1)



# **CIEN+TEC UADY**

ISSN: En trámite • **Volumen 2 • Número 2 • Diciembre de 2025**



**Desarrollo de una crema tipo dip en polvo a base de chile xcatic (*Capsicum annuum*)**

**Development of a powdered dip-type cream based on xcatic pepper (*Capsicum annuum*)**

**Estrada Ayala, Rodrigo; Uribe Arnana Carlos; Tec Pool, José\***

Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Periférico Norte Km. 33.5, Tablaje Catastral 13615, Colonia Chuburná de Hidalgo Inn, 97203 Mérida, Yucatán, México.: \*E mail: jose.tec@correo.uady.mx

# Resumen y Abstract

## Resumen

El presente trabajo describe el desarrollo de un producto alimenticio deshidratado innovador: una crema tipo dip en polvo elaborada a base de chile xcatic (*Capsicum annuum*) y queso crema. El chile xcatic es una variedad criolla de gran importancia gastronómica en la Península de Yucatán, caracterizado por su sabor aromático y picor suave a medio. Este proyecto busca diversificar el consumo de este chile regional mediante su transformación en un producto deshidratado de fácil preparación.

La formulación final se obtuvo mediante pruebas sensoriales afectivas iterativas, estableciendo proporciones óptimas de ingredientes incluyendo maltodextrina (20%), harina de trigo (33%), leche en polvo (20%), queso crema deshidratado (7.2%) y chile xcatic (5.5%). Se determinó la composición nutricional del producto conforme a la NOM-051, identificando excesos de sodio (3014 mg/100g) y calorías (322 kcal/100g). Los análisis microbiológicos revelaron presencia de coliformes totales (93 NMP/g) y mesófilos aerobios (10,000 UFC/g), superando los límites permitidos, por lo que se estableció como método de preparación la reconstitución con agua a 100°C para garantizar la inocuidad. El producto final presenta características sensoriales aceptables: color beige, textura cremosa y untable, con sabor suave y picante no persistente.

**Palabras clave:** chile xcatic, deshidratación, dip en polvo, desarrollo de producto, alimentos regionales

## Abstract

This work describes the development of an innovative dehydrated food product: a powdered dip-type cream made from xcatic pepper (*Capsicum annuum*) and cream cheese. The xcatic pepper is a creole variety of great gastronomic importance in the Yucatan Peninsula, characterized by its aromatic flavor and mild to medium heat. This project seeks to diversify the consumption of this regional pepper through its transformation into a dehydrated product that is easy to prepare.

The final formulation was obtained through iterative affective sensory tests, establishing optimal ingredient proportions including maltodextrin (20%), wheat flour (33%), powdered milk (20%), dehydrated cream cheese (7.2%), and xcatic pepper (5.5%). The nutritional composition of the product was determined according to NOM-051, identifying excesses of sodium (3014 mg/100g) and calories (322 kcal/100g). Microbiological analyses revealed the presence of total coliforms (93 MPN/g) and aerobic mesophiles (10,000 CFU/g), exceeding permitted limits; therefore, reconstitution with water at 100°C was established as the preparation method to ensure safety. The final product presents acceptable sensory characteristics: beige color, creamy and spreadable texture, with mild and non-persistent spicy flavor.

**Keywords:** xcatic pepper, dehydration, powdered dip, product development, regional foods

# Introducción

La industria alimentaria se encuentra en constante evolución, impulsada por la innovación y la necesidad de satisfacer las cambiantes demandas del consumidor. Este proyecto se alinea con las tendencias actuales, enfocándose en el desarrollo de productos deshidratados con un valor regional distintivo.



## Innovación y Competitividad

El Desarrollo de Nuevos Productos (NPD) es clave para la competitividad en el sector alimentario, adoptando un modelo de atracción del mercado que prioriza la calidad y las necesidades del cliente.



## Tendencias y Tecnología

Se busca reducir aditivos artificiales y crear alimentos más saludables y fáciles de preparar. Esto se apoya en avances tecnológicos como nuevos envases y metodologías de tratamiento de alimentos (irradiación, deshidratación).



## Crecimiento del Mercado

El mercado de alimentos deshidratados experimenta un crecimiento significativo, impulsado por la conciencia sobre el desperdicio y la demanda de opciones transportables, creando una oportunidad para sabores regionales únicos.



## El chile xcatik: importancia y potencial



### Características Botánicas

Rasgos distintivos y métodos de cultivo del chile xcatik.



### Perfil de Sabor Único

Notas picantes y afrutadas que lo diferencian de otros chiles.



### Uso Gastronómico

Aplicaciones en la cocina tradicional y moderna.



### Potencial de Innovación

Oportunidades de desarrollo de nuevos productos y valor agregado.

Sin embargo, este consumo está limitado a comidas y platillos frescos, por lo que no se ha explotado debidamente como otras variedades de chile. Uno de los objetivos de este proyecto es elaborar un dip en polvo a base de chile xcatik para diversificar su consumo y desarrollar un producto que combine la autenticidad y calidad del chile xcatik con la conveniencia de una preparación rápida y sencilla.

# Objetivos



## Objetivo general

Desarrollar un nuevo producto alimenticio deshidratado a base de chile xcatic y queso crema, y determinar sus características fisicoquímicas y sensoriales.

## Objetivos específicos



### Formulación viable

Desarrollar una formulación que cumpla con las características deseadas en un producto en polvo, asegurando su viabilidad técnica y atractivo sensorial.



### Composición nutricional

Determinar la composición nutricional y elaborar su etiqueta nutrimental de acuerdo con la NOM-051.



### Calidad microbiológica

Determinar la calidad microbiológica del producto elaborado, garantizando la seguridad alimentaria.

# Materiales y métodos

## Materias primas e ingredientes

Los ingredientes utilizados fueron: chile xcatic fresco, queso crema, maltodextrina (Beermex), harina de trigo (Selecta), leche en polvo (Nutririndes), sal, pimienta, ajo en polvo, goma xantana, ácido cítrico y glutamato monosódico.

## Proceso de elaboración



### Preparación del chile

Los chiles xcatic fueron seleccionados, lavados con agua con plata coloidal, escaldados a 80°C durante 2 minutos, cortados eliminando tallo y semillas, y secados a 52°C durante 24 horas.



### Preparación del queso

El queso crema se mezcló con maltodextrina al 10%, se distribuyó en bandejas y se secó a 52°C durante 24 horas. La maltodextrina ayudó a absorber la grasa y facilitar la deshidratación.



### Molienda

El chile xcatic y la mezcla de queso crema deshidratados se molieron en molino de bolas hasta obtener un polvo fino y homogéneo. Este proceso garantiza una textura uniforme y facilita la posterior mezcla con los demás ingredientes.

# Formulación y tratamiento térmico

## Formulación final

Ingrediente	% (p/p)
Maltodextrina	20.00
Harina de trigo	33.00
Leche en polvo	20.00
Sal	7.50
Pimienta	0.50
Ajo en polvo	1.00
Goma xantana	1.80
Ácido cítrico	1.50
Glutamato monosódico	2.00
Queso crema con maltodextrina	7.20
Chile xcatic	5.50

## Procesamiento final



### Pesado y Mezclado

Se pesaron las cantidades exactas de los ingredientes según la formulación establecida para garantizar consistencia. Todos los ingredientes se ingresaron a un mezclador para lograr una distribución homogénea y un sabor equilibrado.



### Tratamiento Térmico

La mezcla del dip en polvo se sometió a un tratamiento térmico en el secador durante 1 hora a 65°C para asegurar la eliminación de microorganismos y la inocuidad del producto.



### Empaquetado

El dip en polvo se empaquetó en bolsas de aluminio de 100 g, con 20% de vacío, para preservar el producto, prolongar su vida útil y asegurar el mantenimiento de su calidad hasta el consumidor final.

# Puntos críticos de control y análisis



## Puntos Críticos de Control (PCC)

Identificación de fases esenciales como el escaldado del chile y el tratamiento térmico del queso crema en polvo y de la mezcla final, clave para prevenir riesgos y asegurar la inocuidad alimentaria.



## Análisis Fisicoquímicos

Determinación por duplicado de parámetros clave como humedad, cenizas, cloruros, proteína, azúcares reductores, grasa y fibra cruda, conforme a normativas oficiales mexicanas e internacionales.



## Análisis Microbiológicos

Dos sesiones de análisis para detectar coliformes totales y fecales, *E. coli*, *Salmonella* y mesófilos aerobios, siguiendo la NOM-218-SSA1-2011, garantizando así la seguridad del producto.



## Evaluación Sensorial

Pruebas sensoriales afectivas semanales (Severiano-Pérez, 2019) para estandarizar sabor, textura, aroma y color, logrando la aceptación del consumidor tras cuatro iteraciones y ajustes.

# Resultados y Discusión

## Estandarización del Producto

La estandarización es un pilar fundamental en la industria alimentaria, garantizando la calidad y seguridad del producto, lo que a su vez fomenta la confianza del consumidor y mitiga riesgos. Facilita la eficiencia operativa y optimiza las estrategias de comercialización mediante la racionalización de procesos y el uso eficaz de tecnología especializada.

Estos puntos críticos resaltan la necesidad de rigurosos controles durante el desarrollo del producto para asegurar una calidad constante y la aceptación del consumidor.

# Análisis fisicoquímicos y etiquetado

## Composición fisicoquímica

Parámetro	Resultado (%)
Humedad	7.30 ± 0.20
Cenizas	9.13 ± 0.55
NaCl	7.67 ± 0.02
Proteína cruda	22.14 ± 0.07
Azúcares reductores totales	21.03 ± 0.75
Azúcares reductores directos	18.25 ± 0.11
Grasa cruda	3.55 ± 0.04
Fibra cruda	0.45 ± 0.00



## Etiquetado frontal

Para el etiquetado frontal se determinó la necesidad de incluir dos sellos de advertencia:

### Exceso de sodio

3,014 mg de sodio por cada 100 g (861 mg por porción de 29 g), superando los 300 mg establecidos en la NOM-051.

### Exceso de calorías

322 kcal por 100 g en forma sólida, superando las 275 kcal establecidas. En preparación aporta 98 kcal por 100 ml.



**Declaración de ingredientes:** Harina de trigo, leche en polvo, maltodextrina, sal, queso crema deshidratado, chile xcatic deshidratado, glutamato monosódico, goma xantana, ácido cítrico, ajo en polvo, pimienta. Contiene alérgenos: gluten (trigo) y lácteos.

# Análisis microbiológicos

## Hallazgos Iniciales



Los análisis revelaron una carga microbiana que superó los límites permitidos, indicando potenciales riesgos.



## Resultados Clave



Superación de límites en:

- **Coliformes totales:** 93 NMP/g (<10 NMP/g)
- **Coliformes fecales:** 43 NMP/g (Límite: n.a.)
- **Mesófilos aerobios:** 10,000 UFC/g (Límite: 7,000 UFC/g)

El crecimiento microbiano observado en el dip se atribuye a que no se alcanzaron temperaturas superiores a 60 °C durante el procesamiento. Esta condición, junto con posibles fallos en etapas críticas como el secado, la molienda del chile y el trasvasado del queso crema — ingrediente con alta humedad y proteínas—, favoreció la proliferación de microorganismos.



### 1. Alta Carga Microbiana

Resultados iniciales mostraron coliformes totales (>1,100 NMP/g) y fecales (1,100 NMP/g) muy elevados.



### 2. Implementación de Medidas

Intensificación de control en el escaldado de chiles y pasteurización del queso crema en polvo (>63°C).



### 3. Reducción Significativa

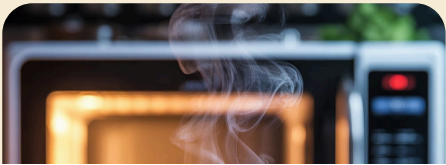
Se logró una reducción de 10 veces en la carga microbiana total. La imagen a continuación ilustra esta mejora.



## Fuente de Contaminación



## Estrategia de Inactivación



# Evaluación sensorial del dip sabor chile xcatic y queso crema

Para la estandarización del dip sabor chile xcatic y queso crema en polvo, se realizaron cuatro pruebas sensoriales afectivas semanales con resultados progresivos, ajustando la formulación en cada etapa:

## Prueba afectiva 1: Primeras Impresiones

El producto inicial se percibió salado, con un color verde poco atractivo, una textura aguada y poco cremosa. El picante estaba presente, pero no era persistente.

1

2

## Prueba afectiva 2: Ajustes Iniciales

Se corrigió la salinidad, pero se introdujo un exceso de sabor a pimienta. El color cambió a naranja (asociado al chipotle) y el picante fue muy intenso. La textura mejoró a cremosa, aunque con una sensación arenosa.

3

## Prueba afectiva 3: Refinamiento de Sabor y Color

Se logró un mejor balance de sabor, con especias más estables y un picante persistente.

El color evolucionó a un beige cremoso, casi blanco, pero la textura aún presentaba excesiva fluidez.

4

## Prueba afectiva 4: Estandarización Exitosa

Se alcanzó la estandarización deseada: color beige uniforme, textura cremosa y untable, con un olor característico de chile xcatic y especias. El sabor final fue suave, con un picante no persistente, ideal para el consumidor.



# Conclusiones

## 1 Estandarización de Formulación

Se estandarizó la formulación parcialmente al determinar las cantidades precisas de ingredientes y realizar pruebas afectivas para definir descriptores sensoriales.

## 2 Composición Nutricional

Se estableció la composición nutricional y la tabla nutrimental mediante análisis fisicoquímicos según las Normas Oficiales Mexicanas. Se identificó la necesidad de incluir sellos de advertencia por exceso de sodio y calorías.

## 3 Calidad Microbiológica

La carga microbiológica del producto superó los límites permitidos. Se concluyó que es necesario consumir el producto mezclando el polvo con agua a 100°C para asegurar la reducción microbiana a niveles seguros.

## 4 Producto Innovador

Se desarrolló exitosamente un producto innovador que diversifica el consumo del chile xcatic, preservando sus características sensoriales distintivas en un formato conveniente y de fácil preparación.

## 5 Mejora Continua

Se identificó la necesidad de implementar controles más rigurosos en las materias primas, especialmente en la harina de trigo, para mejorar la calidad microbiológica del producto final.



# Recomendaciones

Para un dip en polvo, es esencial aplicar métodos de reducción microbiana que aseguren la inocuidad sin comprometer sus cualidades sensoriales (sabor, aroma, color). A continuación, se sugieren estrategias:

## **Irradiación de alimentos**

Método no térmico altamente eficaz que elimina bacterias y patógenos sin afectar las propiedades sensoriales del producto. Puede aplicarse al producto envasado, evitando la recontaminación.

## **Pasteurización con vapor seco**

Tratamiento térmico suave (por debajo de 100 °C) que destruye microorganismos vegetativos sin deteriorar el sabor y aroma, siempre que se controle rigurosamente el proceso.

## **Esterilización a altas temperaturas**

La esterilización a temperaturas superiores a 100 °C, aunque es efectiva para eliminar esporas, puede alterar las características organolépticas, por lo que debe evaluarse cuidadosamente.

# Referencias

- Arias Reyes, L. M., Cárdenas Navarro, R., Martínez Castillo, J., Castañón Nájera, G., Ortega Escalona, F., & Vásquez Dávila, M. A. (2007). Exploración de la diversidad morfológica de chiles regionales en Yaxcabá, Yucatán, México. *Agronomía Mesoamericana*, 18(2), 163-177.
- Bigliardi, B., Bottani, E., Montanari, R., & Vignali, G. (2010). Successful new product development in the food packaging industry: Evidence from a case study. *International Journal of Engineering, Science and Technology*, 2(9), 86-97.
- Bylund, M. G. (1995). Dairy processing handbook. Tetra Pak Processing Systems AB.
- Cubas, I. (2023, 23 de junio). Tendencias 2023 en la industria de alimentos: Esto es lo que reporta Innova Market Insights. THE FOOD TECH. <https://thefoodtech.com/tendencias-de-consumo/tendencias-2023-esto-es-lo-que-se-espera-en-la-industria-de-alimentos/>
- Hernández Pinto, M. J. (s.f.). Caracterización agronómica y molecular de chile bobo: Híbrido originado de la cruce de X'catik y Dulce (*Capsicum annum*) [Tesis, TecNM Conkal].
- Mordor Intelligence. (2020). Dehydrated food market insights. <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/dehydrated-food-market>
- Mundt, M. F. (2008). Globalización y alimentos: Tendencias y contratendencias. *Política y Cultura*, (30), 95-119.
- Salgado, E. G., Salomon, V. A. P., Mello, C. H. P., & da Silva, C. E. S. (2018). New product development in small and medium-sized technology based companies: A multiple case study. *Acta Scientiarum. Technology*, 40, e35374.
- Severiano-Pérez, P. (2019). ¿Qué es y cómo se utiliza la evaluación sensorial? *Interdisciplina*, 7(19), 47-68.
- Zhang, H., Yamamoto, E., Murphy, J., Carrillo, C. D., Hardie, K., & Locas, A. (2021). Microbiological survey of wheat flour sold at retail in Canada, 2018 to 2019. *Journal of Food Protection*, 84(4), 647-654.



# **CIEN+TEC UADY**

ISSN: En trámite • **Volumen 2 • Número 2 • Diciembre de 2025**

# Antinutrientes en semillas de flamboyán (*Delonix regia*): potencial alimentario humano

## Antinutrients in Flamboyant Seeds (*Delonix regia*): Human Food Potential

**Sandoval-Peraza<sup>1</sup>, Valentino Mukhtar; Castellanos-Ruelas<sup>2</sup>, Arturo; Chel-Guerrero<sup>2</sup>, Luis; Betancur-Ancona, David<sup>2\*</sup>.**

<sup>1</sup> Universidad del Valle de México. Escuela de Ciencias de la Salud. Calle 79 # 500 Col. Dzityá, Altura km 9.5 de la carretera a Progreso, C.P. 97302, Mérida, Yucatán. }

<sup>2</sup> Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Periférico Norte Km.33.5, Tablaje Catastral 13615, Colonia Chuburná de Hidalgo Inn, 97203 Mérida, Yucatán, México. \*e-mail: [bancona@correo.uady.mx](mailto:bancona@correo.uady.mx)

# Resumen y Abstract

## Resumen

La inseguridad alimentaria es un problema global creciente que afecta al 9.2% de la población mundial. En México, el 59.1% de los hogares presentan algún grado de inseguridad alimentaria. Este estudio evaluó el contenido de antinutrientes (taninos, saponinas, fitatos, glucosinolatos e inhibidores de tripsina) en semillas de flamboyán recolectadas en Yucatán. Los resultados mostraron que ningún antinutriente se encontró en concentraciones dañinas. El contenido proteico (19.80%) fue superior al del maíz y comparable con leguminosas de consumo habitual, sugiriendo que las semillas de flamboyán podrían ser una fuente proteica alternativa e inocua para la alimentación humana.

**Palabras clave:** seguridad alimentaria, antinutrientes, flamboyán, proteína vegetal, fuentes alternativas

## Abstract

Food insecurity is a growing global problem affecting 9.2% of the world population. In Mexico, 59.1% of households experience some degree of food insecurity. This study evaluated the antinutrient content (tannins, saponins, phytates, glucosinolates, and trypsin inhibitors) in flamboyant seeds collected in Yucatan. Results showed that no antinutrient was found in harmful concentrations. The protein content (19.80%) was higher than corn and comparable to commonly consumed legumes, suggesting that flamboyant seeds (*Delonix regia*) could be an alternative and safe protein source for human nutrition.

**Keywords:** food security, antinutrients, flamboyant, plant protein, alternative sources

# Introducción



## Crisis Global

9.2% de la población mundial en hambre crónica en 2022 según la ONU (2023)



## Situación en México

59.1% de hogares con inseguridad alimentaria



## Calidad Nutricional

Aumento en consumo de alimentos de baja calidad

La seguridad alimentaria (SA) se refiere al acceso constante a alimentos de calidad para satisfacer necesidades nutricionales. Actualmente integrada en el objetivo 2 de la ONU (hambre cero), busca erradicar el hambre para 2030. En México, la prevalencia de inseguridad alimentaria moderada o grave pasó del 27.4% al 34.9% entre 2014-2019, afectando a más de 10 millones de personas (FAO et al., 2020).

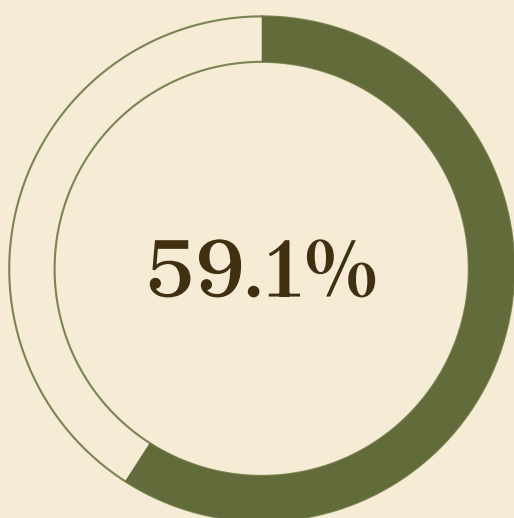




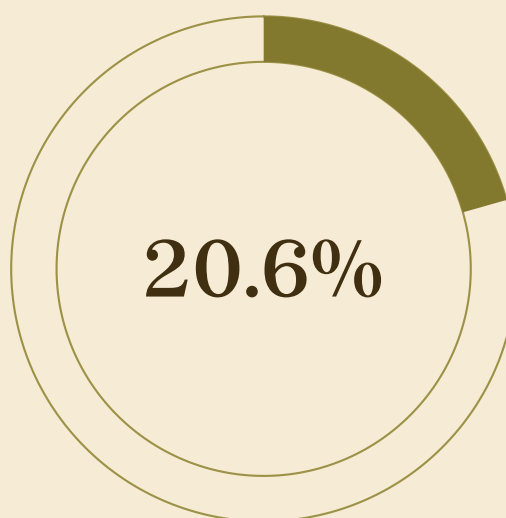
## Contexto Nutricional en México

La ENSANUT (Shamah-Levy et al., 2021) reporta que el 40.9% de los hogares mexicanos se encuentran en seguridad alimentaria, mientras que el 59.1% tienen algún grado de inseguridad. El 20.6% de los hogares disminuyeron la cantidad de alimentos consumidos, con mayor magnitud en localidades rurales.

En 2020 aumentó el consumo de alimentos de baja calidad nutricional y altos en energía, azúcar, sal y grasa, disminuyendo el consumo de alimentos frescos, frutas, verduras y leguminosas (Ayala Zúñiga, 2024).



Inseguridad Alimentaria



Reducción de Alimentos

# Objetivo General

## Evaluar el contenido de antinutrientes en semillas de flamboyán

Antes de considerar las semillas de flamboyán (*Delonix regia*) como una fuente alimentaria potencial para el consumo humano, es crucial llevar a cabo un análisis exhaustivo de su composición. Específicamente, la presencia de antinutrientes puede afectar la biodisponibilidad de nutrientes esenciales y potencialmente causar efectos adversos en la salud. Por lo tanto, esta investigación se enfoca en identificar y cuantificar dichos compuestos.

01

Taninos

02

Saponinas

03

Fitatos

04

Glucosinolatos

05

Inhibidores de tripsina

## Objetivos Específicos

- Realizar análisis proximal de las semillas de flamboyán para determinar su composición nutricional básica.
- Comparar los niveles de los antinutrientes identificados en las semillas de flamboyán con los presentes en leguminosas de consumo habitual en México.
- Determinar la viabilidad de las semillas de flamboyán (*Delonix regia*) como una fuente proteica alternativa, segura y nutritiva, para complementar la dieta en regiones con inseguridad alimentaria.

Esta investigación es fundamental para la seguridad alimentaria en México, ya que podría identificar una nueva fuente de nutrientes subutilizada, contribuyendo a diversificar la dieta y a mejorar la nutrición de poblaciones vulnerables, especialmente en un contexto de creciente inseguridad alimentaria.

# Materiales y Métodos

## Recolección

1

Vainas de flamboyán en Yucatán, México. Extracción de 2 kg de semillas, limpieza y almacenamiento en bolsas de polietileno a temperatura ambiente

2

## Preparación

500 g molidos en molino QGC systems para obtener tamaño de partícula de 60 (246  $\mu\text{m}$ ). Identificación como "SF"

3

## Análisis Proximal

Determinación de nitrógeno, grasa, cenizas, fibra cruda y humedad según AOAC International (2023). Carbohidratos por diferencia

4

## Análisis Fitoquímico

Cuantificación de taninos (ISO 9648), saponinas (Hiai & Nakajima, 1976), fitatos (Thompson & Erdman, 1982), glucosinolatos (Jezek et al., 1999) e inhibidores de tripsina (Sobral & Wagner, 2009)

# Metodología Analítica

1

## Taninos

Extracción con dimetilformamida 75%, medición a 525 nm. Curva de calibración con ácido tánico. Resultados en mg de ácido tánico/g de muestra

2

## Saponinas

Extracción con metanol 80%, reacción con vainillina y ácido sulfúrico. Medición a 520 nm. Curva con diosgenina. Resultados en mg de diosgenina/g

3

## Fitatos

Extracción con ácido tricloroacético 3%, precipitación con cloruro de hierro. Medición a 480 nm. Resultados en mg de ácido fítico/g

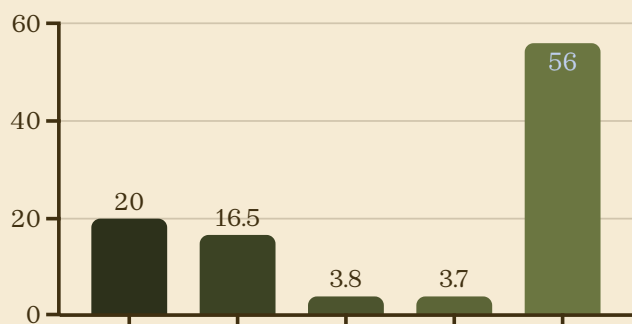
4

## Inhibidores de Tripsina

Extracción con HCl 0.05 N, incubación con tripsina. Medición a 650 nm. Resultados en UIT/mg de muestra

# Resultados y Discusión

## Composición Proximal (expresada en base seca)



El contenido de humedad residual fue de 10%

### Componentes Principales

- **ELN (56.17%)**: Mayor porcentaje, carbohidratos disponibles
- **Proteína (19.80%)**: Superior al maíz mexicano (9.7-16.8%)
- **Fibra cruda (16.49%)**: Beneficio digestivo
- **Grasa (3.72%)**: Bajo contenido lipídico

Valores superiores a semillas de Nigeria (48.34% ELN, 8.75% proteína) reportados por Oyedeji et al. (2017)

# Potencial como Fuente Proteica



## Maíz Mexicano

9.7 - 16.8% proteína (Vera-Guzmán et al., 2012)



## Flamboyán

19.80% proteína



## Frijol Mexicano

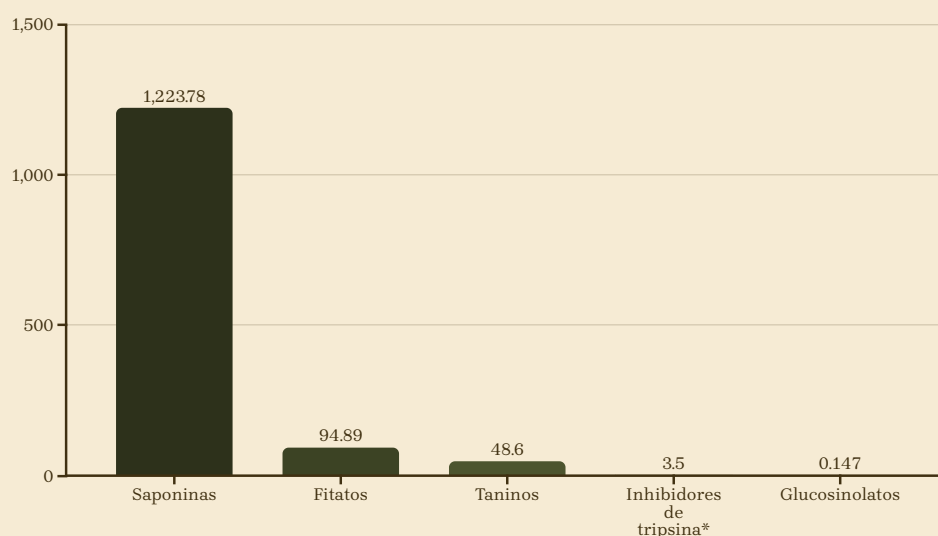
28.32 - 48.98% proteína (Fernández-Valenciano & Sánchez-Chavez, 2017)

El contenido proteico de las semillas de flamboyán (19.80%) se encuentra entre dos de los alimentos de mayor consumo en México, posicionándolas como una fuente alternativa prometedora. Superior al maíz y con potencial para complementar la dieta mexicana.



# Antinutrientes

El contenido de antinutrientes (mg/100 g) en las semillas de flamboyán (SF) indicó que ninguno se encontraba en concentraciones dañinas para el organismo. Estos compuestos, aunque en altas dosis pueden interferir con la absorción de nutrientes, en niveles controlados o tras un procesamiento adecuado, no solo son inofensivos sino que pueden ofrecer beneficios para la salud.



❏ \*Inhibidores de tripsina expresados en UIT/mg de muestra

**Saponinas:** Estos compuestos pueden afectar la absorción de nutrientes en altas concentraciones, pero en niveles moderados ofrecen propiedades beneficiosas (hipocolesterolémicas, inmunomoduladoras y anticancerígenas). La concentración de 1,223.78 mg/100g en las semillas de flamboyán se encuentra dentro de los rangos seguros reportados para otras fuentes vegetales de consumo.

**Fitatos (Ácido Fítico):** Los fitatos (94.89 mg/100g) pueden quelar minerales, pero poseen importantes beneficios antioxidantes. Su nivel es comparable al de muchos alimentos básicos y su impacto puede mitigarse con procesamiento como remojo o cocción.

**Taninos:** Aunque pueden inhibir la digestión proteica, los taninos (48.6 mg/100g) son potentes antioxidantes con propiedades antiinflamatorias y antimicrobianas. Su baja cantidad no representa un riesgo significativo.

**Inhibidores de Tripsina:** Interfieren con la digestión de proteínas, pero la concentración (3.5 UIT/mg) es baja y su actividad se reduce drásticamente con la cocción, un método común en la preparación de legumbres.

**Glucosinolatos:** En altas cantidades pueden tener efectos bociógenos, pero sus isotiocianatos asociados son reconocidos por propiedades quimiopreventivas contra el cáncer. La concentración (0.147 mg/100g) es muy baja y segura.

# Comparación con Leguminosas

## Taninos en Habas



Con 650 mg/100g, el contenido de taninos en las habas es notablemente más alto que los 48.6 mg/100g de las semillas de flamboyán, ofreciendo una clara ventaja nutricional para estas últimas.

## Taninos en Soya



La soya presenta 176 mg/100g de taninos, una cantidad considerablemente superior a los 48.6 mg/100g de las semillas de flamboyán, lo que sugiere una menor probabilidad de formación de complejos indeseables en flamboyán.

## Inhibidores de Tripsina en Frijol



Los frijoles contienen entre 7.9-8.3 TUI/mg de inhibidores de tripsina, en contraste con los 3.5 TUI/mg de las semillas de flamboyán, indicando una concentración inferior y potencialmente más beneficiosa en estas últimas.

Las semillas de flamboyán (SF) poseen un contenido de taninos significativamente inferior a las leguminosas comunes, lo que minimiza la formación de complejos indeseables con proteínas y carbohidratos (Sharma, 2021). Sus niveles generales de antinutrientes están por debajo de los umbrales de toxicidad humana, confirmando su perfil de seguridad.

Las semillas de flamboyán son una fuente proteica prometedora y segura. Su perfil nutricional, comparable al de otras legumbres y con un procesamiento adecuado, las posiciona como un valioso recurso para mejorar la seguridad alimentaria, especialmente en regiones con acceso limitado a proteínas de calidad.

# Conclusiones

## Seguridad Alimentaria

Los antinutrientes (taninos, saponinas, fitatos, glucosinolatos e inhibidores de tripsina) no se encontraron en niveles dañinos para el organismo

## Comparación Favorable

Los valores están dentro del intervalo de alimentos vegetales de consumo habitual como frijol y maíz

## Fuente Proteica

El contenido proteico (19.80%) es similar al del maíz, considerándose una fuente proteica inocua y subexplotada

Las semillas de flamboyán representan una alternativa viable y segura para la alimentación humana, con potencial para contribuir a la seguridad alimentaria en México.



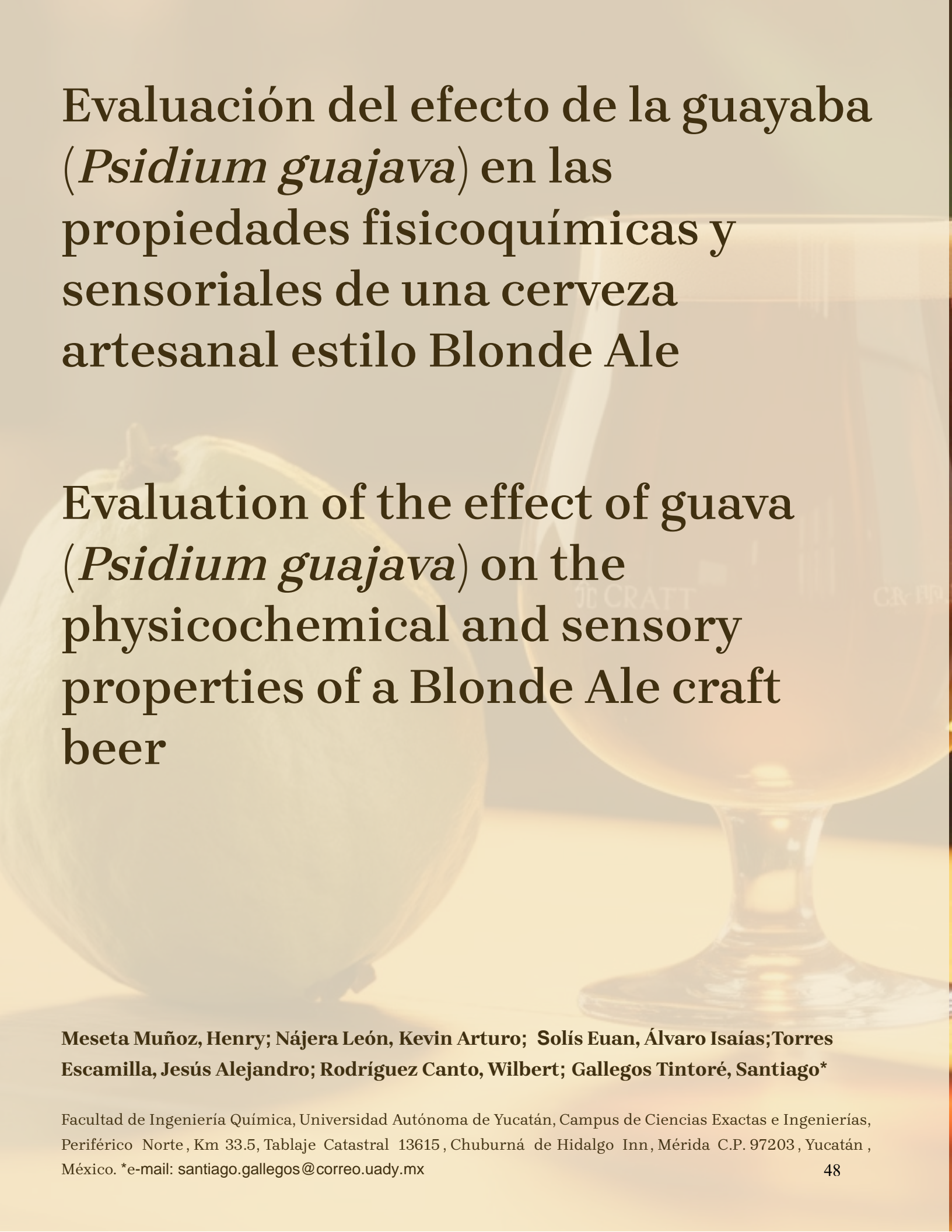
# Referencias

- AOAC International. (2023). \*Official methods of analysis – AOAC\* (22nd ed.). Association of Official Analytical Chemists.
- Ayala Zúñiga, J. A. (2024). La seguridad alimentaria en México. \*LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades\*, \*5\*(3), 1515-1525.
- Baldelli, S., Lombardo, M., D'Amato, A., Kkarav, S., Tripodi, G., & Aiello, G. (2025). Glucosinolates in human health. \*Foods\*, \*14\*, 912.
- Das, G., Sharma, A., & Sarkar, P. K. (2022). Conventional and emerging processing techniques for antinutrients in edible legumes. \*Applied Food Research\*, \*2\*(1), 100112.
- de Mejía, E. G., et al. (2003). Effect of cultivar and growing location on trypsin inhibitors in common beans. \*Journal of Agricultural and Food Chemistry\*, \*51\*(20), 5926-5966.
- FAO, FIDA, OPS, WFP, & UNICEF. (2020). \*Panorama de la seguridad alimentaria y nutrición en América Latina y el Caribe 2020\*. Santiago de Chile.
- Feizollahi, E., et al. (2021). Review of phytic acid qualities and removal procedures. \*Food Research International\*, \*143\*, 110284.
- Fernández-Valenciano, A. F., & Sánchez-Chavez, E. (2017). Propiedades fisicoquímicas y calidad nutricional en variedades de frijol. \*Nova Scientia\*, \*9\*(1), 133-148.
- Hiai, S., & Nakajima, T. (1976). Color reaction of sapogenins and saponins. \*Planta Medica\*, \*29\*(2), 116-122.
- International Organization for Standardization. (1988). \*Sorghum – Determination of tannin content. ISO 9648\* (1st ed.).
- Jezek, J., et al. (1999). Determination of glucosinolates using alkaline degradation. \*Journal of Agricultural and Food Chemistry\*, \*47\*, 4669-4674.
- Naciones Unidas. (2023). \*Informe de los objetivos de desarrollo sostenible 2023: Edición especial. Por un plan de rescate para las personas y el planeta\*. Naciones Unidas. <https://unstats.un.org/sdgs/report/2023/>
- Oyedeji, O. A., Azeez, L. A., & Osifade, B. G. (2017). Chemical and nutritional compositions of \*Delonix regia\* seeds. \*South African Journal of Chemistry\*, \*70\*, 16-20.
- Ramírez, R. F., Vargas, P. L., & Cárdenas, O. S. (2020). La seguridad alimentaria: Una revisión sistemática. \*Espacios\*, \*41\*(45), 319-328.
- Sharma, K., Kaur, R., Kumar, S., Saini, R. K., Sharma, S., Pawde, S. V., & Kumar, V. (2023). Saponins: A concise review on food related aspects, applications and health implications. \*Food Chemistry Advances\*, \*2\*, 100191. <https://doi.org/10.1016/j.focha.2023.100191>



# **CIEN+TEC UADY**

ISSN: En trámite • **Volumen 2 • Número 2 • Diciembre de 2025**

The background of the slide features a soft-focus image of a whole guava on the left and a tall, elegant glass filled with a golden beer on the right. The lighting is warm and ambient, creating a pleasant aesthetic for the topic of the research.

# Evaluación del efecto de la guayaba (*Psidium guajava*) en las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de una cerveza artesanal estilo Blonde Ale

## Evaluation of the effect of guava (*Psidium guajava*) on the physicochemical and sensory properties of a Blonde Ale craft beer

**Meseta Muñoz, Henry; Nájera León, Kevin Arturo; Solís Euan, Álvaro Isaías; Torres Escamilla, Jesús Alejandro; Rodríguez Canto, Wilbert; Gallegos Tintoré, Santiago\***

Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Campus de Ciencias Exactas e Ingenierías, Periférico Norte, Km 33.5, Tablaje Catastral 13615, Chuburná de Hidalgo Inn, Mérida C.P. 97203, Yucatán, México. \*e-mail: [santiago.gallegos@correo.uady.mx](mailto:santiago.gallegos@correo.uady.mx)

# Resumen y Abstract

## Resumen

Este estudio evaluó el impacto de la guayaba (*Psidium guajava*) en las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de una cerveza artesanal estilo Blonde Ale. Se empleó un diseño experimental cuantitativo con tres tratamientos (0%, 25%, 50% de jugo de guayaba en sustitución parcial del mosto) bajo fermentación controlada. Se analizaron el contenido alcohólico (ABV), pH y acidez total, complementado con una evaluación sensorial. Los resultados mostraron un aumento del ABV, una disminución del pH y un ligero incremento de la acidez con mayor proporción de guayaba. La formulación al 25% de guayaba obtuvo el mejor equilibrio fisicoquímico y aceptación sensorial. Se concluye que la guayaba puede modificar la cerveza Blonde Ale en proporciones moderadas, manteniendo el control fermentativo.

**Palabras clave:** cerveza artesanal, *Psidium guajava*, Blonde Ale, características fisicoquímicas, aceptación sensorial

## Abstract

The goal of this study was to evaluate the impact of incorporating guava (*Psidium guajava*) on the physicochemical and sensory properties of a craft beer of the Blonde Ale style. The research followed a quantitative experimental design using three treatments: 0%, 25%, and 50% guava juice, partially replacing the wort. Controlled fermentation was performed, and parameters such as alcohol content (ABV), pH, and total acidity were analyzed. A sensory evaluation was also conducted by a trained panel. Results indicated an increase in ABV with higher guava proportions, a decrease in pH, and a slight increase in total acidity. The 25% guava beer presented the best balance between chemical profile and sensory acceptance. It was concluded that guava can be effectively used to modify beer characteristics if fermentation conditions are properly controlled.

**Keywords:** craft beer, *Psidium guajava*, Blonde Ale, physicochemical characteristics, sensory acceptance

# Introducción

La industria cervecera artesanal innova con ingredientes naturales y procesos sustentables. La incorporación de frutas es una estrategia clave para crear perfiles sensoriales únicos y resaltar la identidad local. Frutas como mango, frambuesa, arándano, maracuyá y mora han mejorado la complejidad aromática, el valor nutricional y la aceptación comercial en estilos como Belgian Blonde, Fruit Beer y Berliner Weisse (Viteri Borja et al., 2022).

Estos ingredientes aportan azúcares fermentables, compuestos fenólicos, ácidos orgánicos y pigmentos naturales, influyendo en la fermentación, la estabilidad y atributos como dulzor, acidez y aroma. En este contexto, *Psidium guajava* (guayaba) ha sido poco explorada pese a su alto valor nutricional y organoléptico. Rica en vitamina C, pectinas, flavonoides y terpenos, la guayaba puede interactuar con metabolitos de la levadura, generando nuevos compuestos aromáticos y mejorando la funcionalidad del producto (Cabrera et al., 2012).



## Disponibilidad Regional

Acceso local y costo accesible



## Balance Químico

Buena relación azúcares-acidez



## Estabilidad

pH bajo favorece control microbiológico



## Potencial Antioxidante

Retrasa oxidación de polifenoles

El estilo Blonde Ale se considera ideal para evaluar el impacto de frutas como la guayaba, por su perfil limpio y equilibrado que permite apreciar los aportes sensoriales sin interferencias. Sin embargo, la literatura carece de estudios sistemáticos sobre su efecto en parámetros críticos como grado alcohólico, pH, acidez y aceptación sensorial. Esta brecha motivó investigaciones orientadas a cuantificar el impacto de diferentes niveles de jugo de guayaba en cervezas Blonde Ale, buscando optimizar formulaciones y promover el uso de materias primas locales (Fernández et al., 2025).



# Objetivos

## General

Evaluar el impacto de la incorporación de guayaba (*Psidium guajava*) en las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de una cerveza artesanal estilo Blonde Ale.

## Específicos

- Determinar el efecto de diferentes concentraciones de jugo de guayaba (0%, 25% y 50%) sobre el contenido alcohólico (ABV) de la cerveza
- Analizar la influencia de la guayaba en los parámetros de pH y acidez total del producto final
- Evaluar la aceptación sensorial de las formulaciones mediante un panel de jueces entrenados
- Identificar la concentración óptima de guayaba que proporcione el mejor equilibrio entre propiedades fisicoquímicas y aceptación sensorial

# Materiales y Métodos

## Preparación de las Formulaciones

Se realizaron tres formulaciones experimentales de cerveza artesanal estilo Blonde Ale, elaboradas bajo condiciones estandarizadas de fermentación. Cada tratamiento incorporó una proporción específica de jugo de guayaba en sustitución parcial del mosto: 0%, 25% y 50%.

01	02	03
<b>Tratamiento Control</b>	<b>Tratamiento Moderado</b>	<b>Tratamiento Alto</b>
0% jugo de guayaba (100% mosto tradicional)	25% jugo de guayaba + 75% mosto	50% jugo de guayaba + 50% mosto



## Diseño y Análisis Experimental

Se empleó un diseño completamente aleatorizado con tres tratamientos (0%, 25% y 50% de jugo de *Psidium guajava*) y dos réplicas por tratamiento. La asignación aleatoria aseguró la validez interna del estudio (Montgomery, 2012). Se realizaron ANOVA y comparación de medias para determinar diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) usando Statgraphics v.19.

# Análisis Fisicoquímico

Para la medición de las variables fisicoquímicas se siguieron los métodos recomendados por la ASBC (American Society of Brewing Chemists) y la EBC (European Brewery Convention). Se utilizó un potenciómetro para determinar el pH, un densímetro para calcular el contenido alcohólico y se realizaron titulaciones ácido-base para establecer la acidez total, conforme a protocolos descritos en manuales técnicos para control de calidad cervecera (Valverde Álvarez, 2020).



## Contenido Alcohólico

Medición mediante densímetro según protocolos ASBC

## pH

Determinación con potenciómetro calibrado

## Acidez Total

Titulación ácido-base estandarizada

# Evaluación Sensorial

La evaluación sensorial se llevó a cabo mediante una ficha estructurada tipo hedónica de 5 puntos, en la que se calificaron atributos como aroma, sabor y aceptación general. Este método se basa en pruebas afectivas ampliamente utilizadas en análisis sensorial de cerveza artesanal, recomendadas por la literatura especializada (Ramírez, 2015).



## Apariencia

Evaluación visual del color, claridad y formación de espuma



## Aroma

Intensidad y calidad de las notas aromáticas frutales



## Sabor

Balance entre dulzor, acidez y amargor



## Sensación en Boca

Cuerpo, carbonatación y textura general

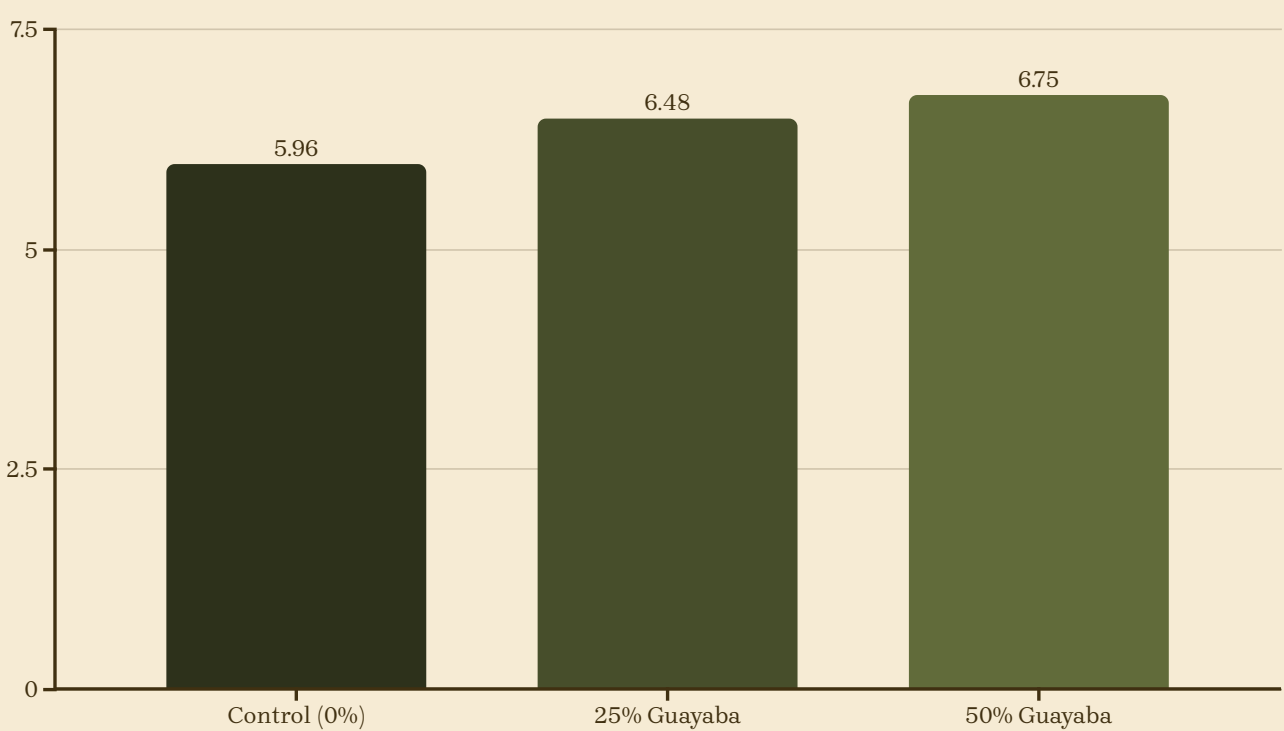
Un panel de ocho jueces entrenados en degustación cervecera evaluó las muestras de cada tratamiento individualmente, utilizando una hoja de evaluación y una escala hedónica de 5 puntos (1: "me disgusta mucho", 5: "me gusta mucho") para el análisis de aceptación.



# Resultados y Discusión

## Contenido Alcohólico (ABV)

Se observó un incremento progresivo en el contenido alcohólico conforme aumentó la proporción de guayaba en la formulación. El tratamiento control (100% mosto) registró un valor promedio de 5.96% ABV, dentro del rango típico de cervezas artesanales. La incorporación de 25% y 50% de jugo de guayaba elevó el ABV promedio a 6.48% y 6.75%, respectivamente.

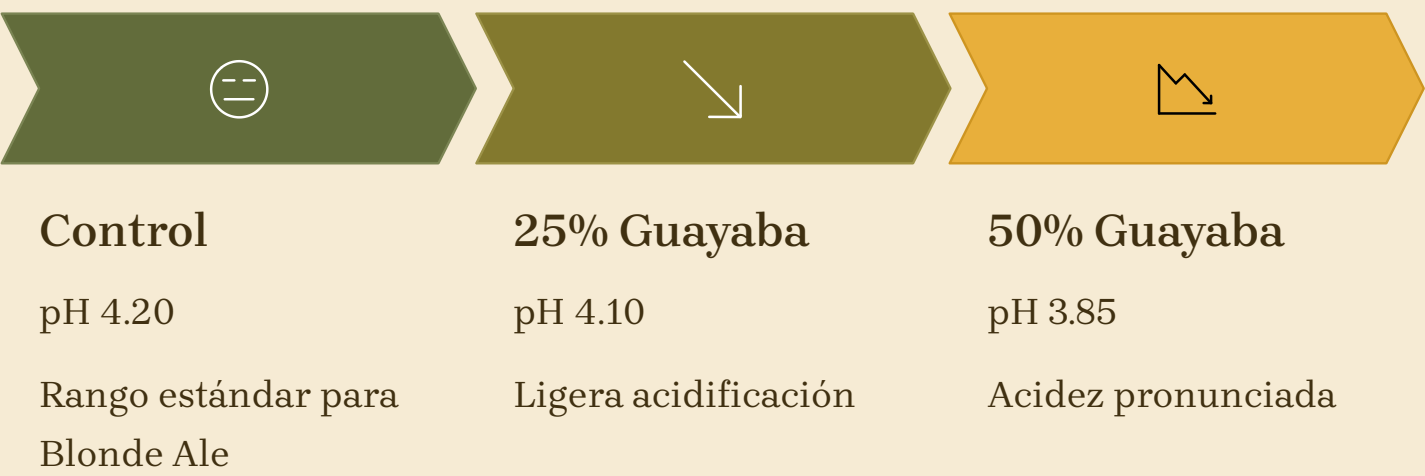


Este comportamiento se atribuye a los azúcares fermentables presentes en la guayaba, que favorecen una mayor producción de etanol durante la fermentación. Sin embargo, en el tratamiento con 50% de guayaba se detectó una variabilidad notable entre réplicas (7.34% y 6.16% ABV), lo que sugiere la influencia de factores operativos como la homogeneización del mosto y la actividad fermentativa de la levadura.

El contenido alcohólico aumentó en todos los tratamientos con fruta: el de 25% guayaba alcanzó un promedio de 6.48%, mientras que el de 50% llegó a 6.75%, valores superiores al control (5.96%). Este comportamiento confirma que la fruta aportó azúcares fermentables que favorecieron la producción de etanol durante la fermentación (Sosa-Aguirre et al., 2024; Fernández Arias & Torres Ruiz, 2025).

# Medición de pH

Los valores de pH mostraron una tendencia decreciente conforme aumentó la proporción de guayaba en la formulación. El tratamiento sin fruta presentó un pH promedio de 4.20, mientras que los tratamientos con 25% y 50% de guayaba alcanzaron valores de 4.10 y 3.85, respectivamente.

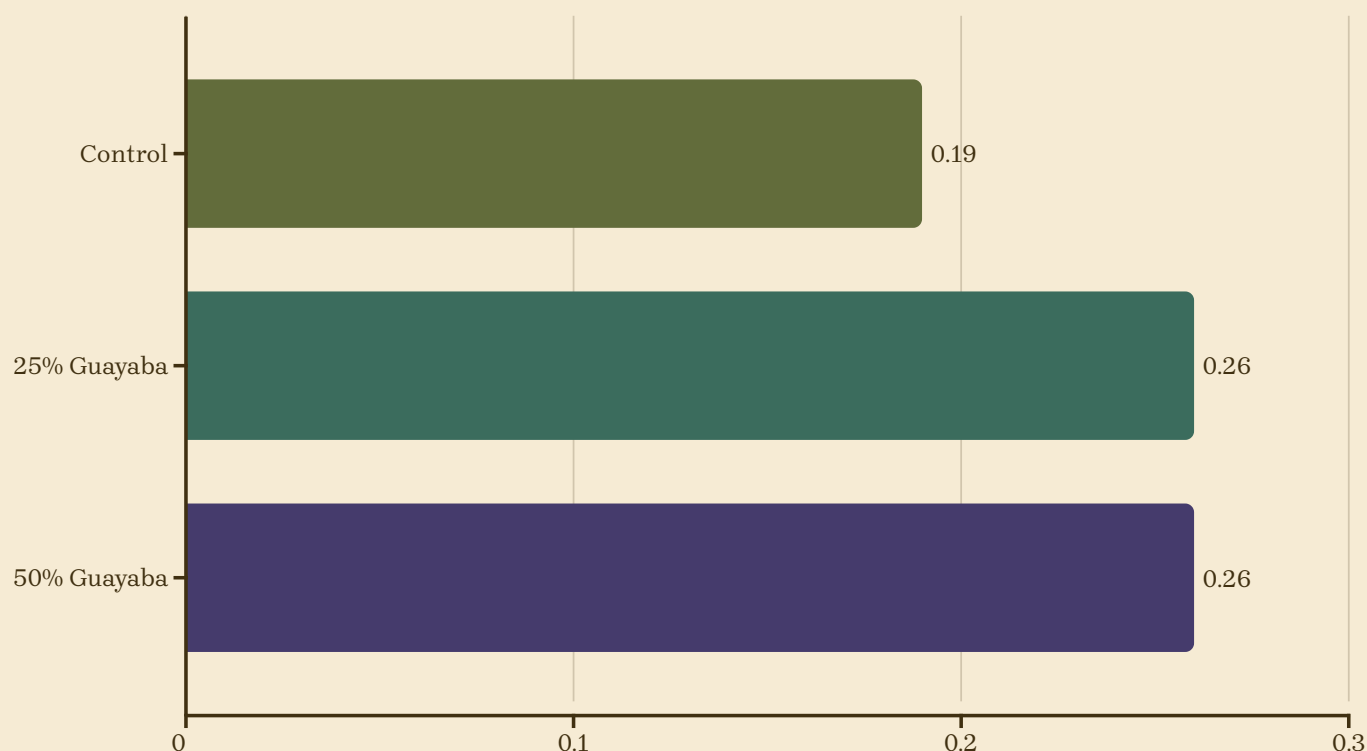


Aunque todos los valores se mantuvieron dentro del rango ácido característico de la cerveza (aproximadamente 4.0–4.6), el tratamiento con 50% de guayaba se ubicó ligeramente por debajo del límite inferior. Esta disminución se atribuye a la acidez natural de la guayaba, asociada a su contenido de ácidos orgánicos como el málico y el cítrico (Carranza-Téllez et al., 2024; Cabrera et al., 2012).

Un pH más bajo podría influir en la percepción sensorial, intensificando la sensación de acidez y generando una astringencia similar a la presente en estilos sour. Se observaron diferencias significativas en las variables evaluadas. El pH disminuyó progresivamente con el incremento de guayaba, pasando de 4.20 en el tratamiento sin fruta a 3.85 en el tratamiento con 50%, lo que se atribuye a la acidez natural del jugo de *Psidium guajava*, rica en ácidos orgánicos (Oddone, 2021).

# Acidez Total

La acidez total mostró un incremento con la incorporación de guayaba. El tratamiento sin fruta presentó un valor promedio de 0.19 g/L, mientras que los tratamientos con 25% y 50% de guayaba alcanzaron valores similares de 0.26 g/L. Aunque se esperaba un aumento proporcional, la acidez se estabilizó en ambos tratamientos con fruta, lo que sugiere una posible saturación del efecto ácido o una limitación en la solubilización de los compuestos presentes en la guayaba durante el proceso.



Los valores obtenidos se mantuvieron dentro del intervalo reportado para cervezas estándar, cercano a 0.23 g/L, según estudios sobre parámetros fisicoquímicos en cervezas artesanales (Valverde Álvarez, 2020; ASBC, 2019).

No se observaron diferencias significativas entre las concentraciones de 25% y 50%, lo que sugiere que el efecto acidificante de la guayaba no fue proporcional a su nivel de incorporación, posiblemente por saturación o limitaciones en la solubilización de compuestos ácidos.

# Análisis Sensorial

Los jueces percibieron un perfil más afrutado y agradable en las muestras con guayaba, destacando el tratamiento con 25%, que obtuvo la mejor puntuación por su equilibrio entre aroma, sabor y acidez. En contraste, el tratamiento con 50% de fruta fue descrito como más ácido, con notas intensas, pero menos armonizadas, lo que afectó su balance general.

Categoría	Muestra A (0%)	Muestra B (25%)	Muestra C (50%)
Apariencia	3.8	3.9	4.0
Aroma	4.1	4.0	3.6
Sabor	4.0	4.1	3.3
Sensación en la boca	3.7	3.9	3.5
Promedio	3.9a	3.98a	3.6b

*Letras diferentes en la misma fila indican diferencia estadística ( $P<0.05$ )*

Estos resultados coinciden con estudios que señalan que la incorporación de frutas en cervezas artesanales puede mejorar la complejidad aromática, aunque concentraciones elevadas tienden a incrementar la acidez y modificar la aceptabilidad sensorial (Silva et al., 2025; Gottarde et al., 2022). El tratamiento con 25% de guayaba logró el mejor equilibrio entre innovación sensorial y fidelidad al estilo Blonde Ale tradicional.

# Conclusiones

La incorporación de guayaba (*Psidium guajava*) en cervezas artesanales estilo Blonde Ale influyó significativamente en sus propiedades fisicoquímicas y sensoriales. Se observó un aumento del contenido alcohólico (hasta 6.75% ABV en el tratamiento con 50%), asociado a los azúcares fermentables de la fruta, y una disminución del pH (mínimo de 3.85), atribuida a sus ácidos orgánicos. La acidez total también se incrementó, aunque sin diferencias proporcionales entre 25% y 50%, lo que sugiere un umbral de incorporación.

## Hallazgo Principal

El tratamiento con 25% de guayaba obtuvo la mejor aceptación sensorial por su equilibrio entre aroma, sabor y acidez

## Limitación Identificada

El tratamiento con 50% fue percibido como más ácido y menos armónico con el estilo Blonde Ale tradicional



# Recomendaciones

La adición moderada de guayaba (25%) es una alternativa viable para innovar en cervezas artesanales, ofreciendo perfiles diferenciados y atractivos. No obstante, se recomienda estandarizar procesos como la preparación del mosto, la homogeneización y el control fermentativo para garantizar estabilidad y reproducibilidad en escalas mayores.

Recomendación 1: Estandarizar la preparación del mosto y homogeneización del jugo de guayaba

Recomendación 2: Implementar controles rigurosos durante el proceso fermentativo

Recomendación 3: Realizar estudios de escalamiento para producción comercial



# Implicaciones y Perspectivas Futuras

Los resultados de este estudio abren nuevas posibilidades para la industria cervecera artesanal mexicana, particularmente en la valorización de ingredientes locales y el desarrollo de productos con identidad regional. La guayaba, siendo una fruta ampliamente disponible en México y con características organolépticas distintivas, representa una oportunidad para la diferenciación en un mercado cada vez más competitivo.



Futuras investigaciones podrían explorar el efecto de diferentes variedades de guayaba, métodos de procesamiento de la fruta (pulpa vs. jugo clarificado), momentos de adición durante el proceso cervecero, y la interacción con diferentes cepas de levadura. Asimismo, sería valioso evaluar el perfil de compuestos volátiles mediante cromatografía de gases para identificar los marcadores aromáticos específicos aportados por la guayaba.

La incorporación de frutas tropicales en cervezas artesanales no solo representa una innovación tecnológica, sino también una estrategia de sostenibilidad que promueve el uso de materias primas locales, reduce la huella de carbono asociada al transporte de ingredientes importados, y fortalece las cadenas de valor regionales. Este enfoque se alinea con las tendencias globales de consumo consciente y productos con historia y origen identificable.

# Referencias

- American Society of Brewing Chemists (ASBC). (2019). *Methods of Analysis*. ASBC.
- Cabrera, S., Cuenca, M., & Quicazán, M. (2012). Efecto de la proporción de pulpa en el mosto para la producción de bebida alcohólica de guayaba (*Psidium guajava*). *Vitae*, 19(1), S246–S248.
- Carranza-Téllez, J., Ávila-Palma, A., Contreras-Martínez, C. S., Gutiérrez-Hernández, R., & García-González, J. M. (2024). Análisis químico, bioactivo y de color en tres variedades de guayaba. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 15(6).
- European Brewery Convention (EBC). (2018). *Analytica-EBC*. EBC.
- Fernández Arias, J. M., & Torres Ruiz, H. V. (2025). Efectos físicos, químicos y actividad antioxidante de la cerveza tipo Ale enriquecida con pulpa de guayaba (*Psidium guajava* L.). *Green World Journal*, 8(2), 220.
- Gottarde, G. C., Maia, J. M., Ribeiro, M. S. M., Oliveira, G. T., & Silva, M. V. O. (2022). Análisis sensorial de cervezas artesanales de Paragominas-PA. *Research, Society and Development*, 11(2).
- Montgomery, D. C. (2012). *Diseño y análisis de experimentos* (2ª ed.). México: Editorial Limusa Wiley.
- Oddone, S. (2021). *Acidez titulable vs pH en cervezas sour*. Capacitaciones El Molino.
- Ramírez, J. (2015). *Evaluación sensorial de los alimentos: principios y prácticas*. Editorial Universitaria.
- Silva, F. F. F., Silva, T. G., Félix, J. P. C., Silva, R. R. V., Fernandes, L. M., & Nunes, F. D. S. (2025). Análisis microbiológico y evaluación sensorial de cerveza artesanal con jambolão (*Syzygium cumini*). *SLACAN Proceedings*.
- Sosa-Aguirre, C. R., Santiago-Barajas, C. I., García-Hernández, D., Campos-García, J., & Mejía-Barajas, J. A. (2024). Fermentación alcohólica de guayaba (*Psidium guajava* L.) por *Kluyveromyces marxianus*. *Pädi*, 12(23), 104–110.
- Valverde Álvarez, J. (2020). *Control de calidad en la industria cervecera: parámetros fisicoquímicos*. Editorial Académica Española.
- Viteri Borja, J. G., et al. (2022). Calidad fisicoquímica y sensorial de cerveza artesanal estilo Blonde Ale con infusión de flor de jamaica. *Manglar*, 19(4), 331-339.



# **CIEN+TEC UADY**

ISSN: En trámite • **Volumen 2 • Número 2 • Diciembre de 2025**

# Tecnologías para la conservación de pescados y mariscos: Ciencia al servicio de la frescura

## Technologies for preserving fish and seafood: Science at the service of freshness

**Estrella-Tun Braiam Josué, Galaviz-Uh Lilian Sofía, Cristhian May-Tzec Gaspar, Mex-Piste Paulina Guadalupe, Betancur-Ancona David**

Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Periférico Norte Km. 33.5, Tablaje Catastral 13615, Colonia Chuburná de Hidalgo Inn, 97203 Mérida, Yucatán, México. **E-mail:** [bancona@correo.uady.mx](mailto:bancona@correo.uady.mx)

# Resumen y Abstract

## RESUMEN

La conservación de pescados y mariscos es un desafío crucial para garantizar la inocuidad, la calidad sensorial y el valor nutricional de estos productos altamente perecederos. La composición química del pescado, caracterizada por un elevado contenido de agua, pH cercano a la neutralidad y alta proporción de lípidos insaturados, lo hace susceptible al deterioro microbiano y oxidativo. Este artículo presenta los principales métodos de conservación tradicionales, como el tratamiento térmico, el salado, el secado y la congelación, así como las tecnologías emergentes, entre ellas el envasado en atmósferas modificadas, las altas presiones hidrostáticas y los pulsos de luz ultravioleta. Además, se aborda el uso creciente de conservadores naturales y envases activos como alternativas sostenibles y seguras frente a los aditivos sintéticos. La combinación de métodos físicos, químicos y biotecnológicos permite extender la vida útil sin comprometer la calidad. Finalmente, se destaca la importancia de integrar estas estrategias en sistemas de producción más sostenibles que reduzcan el desperdicio alimentario y garanticen alimentos saludables para el consumidor.

**Palabras clave:** Conservación de alimentos, productos marinos, altas presiones, atmósferas modificadas, sostenibilidad, conservadores naturales.

## ABSTRACT

The preservation of fish and seafood is a major challenge to ensure food safety, sensory quality, and nutritional value. Due to their biochemical composition as high water content, near-neutral pH, and large amounts of unsaturated lipids of these products are highly susceptible to microbial spoilage and oxidative degradation. This article reviews the main traditional preservation techniques, including thermal treatments, salting, drying, and freezing, as well as emerging technologies such as modified atmosphere packaging, high hydrostatic pressure processing, and pulsed ultraviolet light. Additionally, the growing use of natural preservatives and active packaging is discussed as a sustainable and safe alternative to synthetic additives. The combination of physical, chemical, and biotechnological methods can effectively extend the shelf life of marine products without compromising quality. Finally, the integration of these approaches into sustainable production systems is emphasized as essential to reduce food waste and ensure healthier seafood for consumers.

**Keywords:** food preservation, seafood, high hydrostatic pressure, modified atmosphere packaging, sustainability, natural preservatives.

# Introducción

Los pescados y mariscos son alimentos altamente nutritivos y esenciales en la dieta humana, representando una fuente esencial de proteínas de alto valor biológico, ácidos grasos poliinsaturados omega-3, vitaminas liposolubles y minerales esenciales como el hierro, zinc y selenio. Su consumo regular se asocia con beneficios cardiovasculares, desarrollo neurológico y una mejor función inmunológica. Sin embargo, estas mismas características que los hacen tan nutritivos también los vuelven altamente perecederos. Su rápida descomposición representa un desafío para su transporte, almacenamiento y comercialización.

El rápido deterioro de estos alimentos se debe principalmente a su alta actividad de agua, contenido proteico y enzimático, así como a la presencia de lípidos fácilmente oxidables. A temperatura ambiente, las bacterias, levaduras y hongos pueden multiplicarse rápidamente, generando compuestos volátiles responsables del mal olor, pérdida de textura y cambios de color. Por esta razón, la aplicación de métodos de conservación eficaces es esencial no solo para mantener su calidad, sino también para garantizar la inocuidad alimentaria y reducir las pérdidas post captura, que en algunos países pueden alcanzar hasta el 30% de la producción total.

## Proteínas de alto valor

Aminoácidos  
esenciales para el  
desarrollo humano

## Omega-3

Ácidos grasos  
beneficiosos para la  
salud cardiovascular

## Minerales esenciales

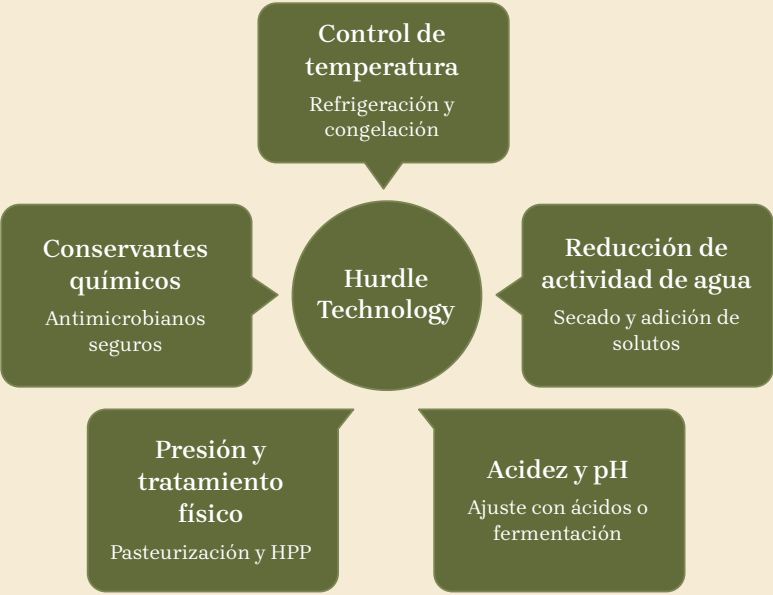
Hierro, zinc y selenio  
para función  
inmunológica

En las últimas décadas, la ciencia y tecnología de los alimentos ha avanzado significativamente, desarrollando técnicas que integran principios físicos, químicos y biotecnológicos. Se han modernizado métodos tradicionales como el secado y la congelación, mientras que tecnologías emergentes, como el uso de altas presiones hidrostáticas o la aplicación de pulsos de luz, permiten preservar los alimentos minimizando el impacto en sus propiedades sensoriales y nutricionales.

La investigación en laboratorios de vanguardia impulsa la innovación en la conservación de alimentos, buscando soluciones que prolonguen la vida útil sin comprometer la calidad. Estos avances son cruciales para asegurar que los productos marinos lleguen frescos y seguros al consumidor, adaptándose a las demandas de un mercado globalizado y consciente de la calidad.



En este contexto, la industria pesquera busca incorporar estrategias sostenibles que reduzcan el impacto ambiental y respondan a la demanda del consumidor por alimentos seguros, naturales y de alta calidad. La combinación de múltiples tecnologías de conservación, conocida como *hurdle technology* (tecnología de barreras), representa una tendencia prometedora para lograr una conservación eficiente, sostenible y responsable de los productos marinos.



Este artículo presenta los principales métodos tradicionales y emergentes aplicados en la conservación de productos marinos, destacando sus principios, ventajas y limitaciones.

# Métodos tradicionales de conservación

## Tratamiento térmico

La aplicación de calor es una de las técnicas más antiguas para prolongar la vida útil de pescados y mariscos. El tratamiento térmico consiste en aplicar calor para eliminar microorganismos y prolongar la vida útil del producto.

### Escaldado

Consiste en sumergir brevemente el producto en agua caliente para inactivar parcialmente enzimas y eliminar impurezas antes de enfriarlo rápidamente. Se hierve el alimento brevemente y se enfría en agua helada, proceso útil para mariscos como camarones o cangrejos, ayudando a eliminar impurezas y mantener su textura.

### Ahumado

Además de la acción del calor, se genera efecto desecante y se depositan compuestos antimicrobianos y antioxidantes del humo. Existe en modalidad de ahumado en frío ( $< 30^{\circ}\text{C}$ ) y en caliente ( $> 60^{\circ}\text{C}$ ). Esta técnica combinada mejora la estabilidad microbiológica y sensorial del producto.

- ❏ **Limitaciones:** Las altas temperaturas pueden desnaturalizar proteínas y afectar textura, y requieren control de humedad y temperatura post procesamiento para evitar recidivas de crecimiento microbiano.

# Modificación del contenido de agua

La reducción de la actividad del agua ( $a_w$ ) es clave para inhibir bacterias, hongos y actividad enzimática. Las técnicas incluyen:

## Secado

Reducción de humedad por debajo del 15% en algunos casos, lo cual ralentiza el metabolismo microbiano impidiendo su desarrollo.

## Salado

Mediante sal seca o por inyección de salmuera, deshidrata el alimento por ósmosis, retira agua del tejido y crea un ambiente hipersalino que resulta negativo para muchas bacterias. Esta técnica también favorece sabor y textura, aunque puede incrementar el contenido de sodio en el producto.



Estos métodos siguen siendo muy usados por su bajo costo y eficacia, aunque pueden modificar significativamente la textura, el sabor y el perfil nutricional del producto, si no se manejan adecuadamente.

# Conservación por bajas temperaturas

La refrigeración y la congelación son las técnicas más extendidas en la industria pesquera moderna.



## Refrigeración

Consiste en mantener el pescado entre 0-4°C, lo que permite retardar la proliferación microbiana y la acción enzimática. Es una técnica estándar para transporte y almacenamiento de corto plazo.

**6-8**

**Meses**

Vida útil estimada bajo congelación  
para pescados magros



## Congelación

Se realiza a temperaturas de -18°C o inferiores. Sin embargo, la calidad final depende en gran medida de la velocidad de congelación. Los métodos como congelación por aire lento generan cristales de hielo grandes que dañan las fibras musculares, reducen la capacidad de retención de agua y alteran textura.

**2-3**

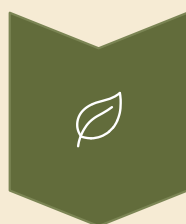
**Meses**

Vida útil para pescados grasos debido a  
la oxidación lipídica

En estos métodos es crucial controlar la temperatura en toda la cadena de distribución para evitar pérdidas de calidad.

# Conservación química y uso de aditivos

El uso de conservadores se emplea para inhibir oxidación y deterioro microbiano. Hoy en día, existe una fuerte tendencia hacia la sustitución de aditivos sintéticos por conservadores naturales como ácidos orgánicos de origen vegetal o microbiano, aceites esenciales, extractos vegetales, péptidos antimicrobianos, polisacáridos bioactivos, entre otros. Estos ofrecen seguridad alimentaria sin añadir compuestos sintéticos y constituyen una respuesta a la demanda de alimentos más saludables y sostenibles.



## Ácidos orgánicos

De origen vegetal o microbiano



## Aceites esenciales

Extractos vegetales bioactivos



## Péptidos antimicrobianos

Polisacáridos bioactivos

Estas soluciones naturales pueden aplicarse directamente al producto o incorporarse en envases activos o películas comestibles, brindando una capa adicional de protección a la calidad sensorial y nutricional.

# Métodos no Tradicionales de Conservación

## Envasado en atmósferas modificadas (MAP)

Consiste en la sustitución del aire en el envase por mezclas de gases como  $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2$  y  $\text{O}_2$  en proporciones controladas. Esta técnica disminuye la oxidación lipídica y el crecimiento microbiano. Por ejemplo, los pescados grasos como el arenque o la caballa requieren mezclas sin oxígeno, mientras que los moluscos vivos necesitan oxígeno para continuar respirando (Air Liquide, 2023; Esteves et al., 2021).



El envasado activo o inteligente que incorpora agentes antimicrobianos o sensores de calidad, representa una evolución. Un meta-análisis encuentra que estas intervenciones pueden extender la vida útil en un 50% o más, dependiendo del tipo de producto y temperatura de almacenamiento.



## Altas presiones hidrostáticas (HPP)

La tecnología de Altas Presiones Hidrostáticas (HPP) aplica presiones entre 200 y 600 MPa para inactivar microorganismos como bacterias, hongos y virus, así como para inhibir reacciones enzimáticas. Este proceso se lleva a cabo sin los efectos térmicos adversos asociados a los tratamientos por calor, lo que permite preservar los nutrientes, la textura y el sabor de los alimentos (Argyri et al., 2018).



01

### Aplicación de presión

Los productos son sometidos a presiones de 200-600 MPa en una cámara llena de agua.

02

### Inactivación microbiana

La alta presión elimina eficazmente bacterias, hongos y virus presentes en el alimento.

03

### Preservación de calidad

Se mantienen las propiedades organolépticas, nutricionales y la textura original del producto.

Por ejemplo, el tratamiento de atún a 220 MPa durante 30 minutos ha demostrado reducir la proteólisis, disminuir los valores de bases volátiles totales y mejorar significativamente su vida útil. Además, la HPP facilita la apertura de moluscos como ostras y mejillones al desnaturalizar las proteínas que mantienen sus valvas cerradas, lo que reduce los riesgos de contaminación y los costos laborales en su procesamiento.

- ❑ **Retos:** Esta tecnología, aunque prometedora, presenta desafíos como los altos costos del equipo, los posibles efectos de la presión sobre ciertos compuestos (que pueden causar cambios de textura en crustáceos) y la necesidad de escalabilidad industrial.

# Técnicas no térmicas emergentes para la conservación de productos del mar

La conservación de pescados y mariscos es un desafío tecnológico crucial debido a su alta perecibilidad, ligada a su elevada actividad de agua, contenido proteico y lípidos insaturados que los hacen vulnerables a la oxidación. En este panorama, las tecnologías emergentes no térmicas se presentan como alternativas altamente eficaces para mantener la frescura y seguridad de estos alimentos, sin comprometer sus delicadas propiedades sensoriales (Al-Sharify et al., 2025; Schmidt et al., 2018).



## Pulsos de luz UV

Esta técnica utiliza descargas de alta energía para inactivar microorganismos como *Listeria monocytogenes*, *E. coli* o *Salmonella*. Actúa mediante daño fotónico al ADN de las bacterias, sin generar calor ni alterar la textura o el color inherente del pescado.

## Irradiación

Mediante el empleo de radiaciones ionizantes (rayos gamma, rayos X o electrones acelerados), esta tecnología destruye patógenos y prolonga la vida útil de los productos marinos. Inhibe eficazmente reacciones enzimáticas y, con dosis controladas, minimiza la pérdida de nutrientes.

## Campos eléctricos pulsados (PEF)

Esta técnica induce la electroporación en las membranas celulares bacterianas, logrando su inactivación en productos del mar que contienen líquidos, como salmueras o emulsiones. Destaca por no modificar el sabor ni las proteínas estructurales de los alimentos.





## Ultrasonido

Genera cavitación acústica, cuyas microburbujas colapsan y producen ondas de choque que desestabilizan las células microbianas, favoreciendo además la penetración de conservadores naturales en la superficie del pescado.



## Ozonización

Se ha consolidado como una técnica "verde" por su potente acción oxidante sobre bacterias y hongos, descomponiéndose rápidamente en oxígeno sin dejar residuos químicos, por lo que se aplica en hielo ozonizado, agua de lavado o atmósferas gaseosas durante el almacenamiento de mariscos.



## Nanoemulsiones

Con compuestos antimicrobianos han mostrado alta eficacia al incorporar aceites esenciales naturales como orégano, tomillo o romero en películas biodegradables, que liberan gradualmente los compuestos activos sobre la superficie del pescado, inhiben el crecimiento de *Shewanella putrefaciens* y reducen la pérdida de textura durante la refrigeración.

La combinación de estas técnicas conocida como tecnología de barreras múltiples (*hurdle technology*), permite lograr sinergias que reducen la carga microbiana, preservan la calidad nutricional y sensorial y alargan la vida útil sin el uso de conservadores sintéticos. Así, el uso integrado de luz pulsada, ozono, PEF y nanoemulsiones naturales representa una estrategia sostenible y eficaz para mantener la inocuidad, frescura y valor comercial de los productos pesqueros y marinos (Rabiepour et al., 2024).

# Conclusiones

La ciencia de la conservación de pescados y mariscos ya no se limita a prolongar la vida útil: el objetivo es hacerlo de manera segura, eficaz y sostenible. La elección del método de conservación depende del tipo de producto, su composición, el destino comercial y las preferencias del consumidor. La combinación de técnicas tradicionales con tecnologías emergentes, así como la transición hacia conservadores naturales, representan el futuro de la industria pesquera (Santana-Acevedo, 2017).

1

## Reducción del desperdicio

La reducción del desperdicio alimentario y la huella de carbono asociada al transporte y almacenamiento de productos frescos es un incentivo clave para aplicar tecnologías de preservación más eficientes.

2

## Hurdle technology

La aplicación de *hurdle technology*, por ejemplo, refrigeración + MAP + película activa, logra mejores resultados que una sola técnica.

3

## Envases biodegradables

La integración de envases biodegradables con conservadores naturales responde tanto a la demanda de sostenibilidad como a la funcionalidad para alargar la vida de anaquel.

4

## Adaptación al producto

Para garantizar una conservación eficiente, es crucial adaptar la técnica al tipo de producto, considerando si son peces grasos o magros, mariscos bivalvos o crustáceos, su destino comercial y la cadena logística.

La conservación de pescados y mariscos es una disciplina que une tradición e innovación. Desde técnicas milenarias como el salado o el secado, hasta tecnologías de punta como la alta presión hidrostática o los envases activos, cada método busca un objetivo común: preservar la seguridad alimentaria, la calidad sensorial y nutricional, y hacerlo de forma eficiente.

Las investigaciones recientes muestran que las tecnologías emergentes permiten mayor extensión de vida útil con menores efectos adversos sobre textura, sabor y valor nutritivo. La optimización real del método de conservación dependerá de la aplicación contextual: especie, composición del producto, infraestructura de almacenamiento, cadena de frío, costos y aceptación del consumidor. Conforme avanza la ciencia, el desafío es implementar soluciones integradas, sostenibles y adaptadas a escala industrial, con beneficio tanto para la industria como para el consumidor. El avance tecnológico y la investigación científica continúan ofreciendo soluciones que permiten disfrutar de los productos del mar con frescura y valor nutricional, contribuyendo al desarrollo sostenible de la industria alimentaria.

# Referencias

- Al-Sharify, Z. T., Al-Najjar, S. Z., Anumudu, C. K., Hart, A., Miri, T., & Onyeaka, H. (2025). Non-Thermal Technologies in Food Processing: Implications for Food Quality and Rheology. *Applied Sciences*, 15(6), 3049.  
<https://doi.org/10.3390/app15063049>
- Air Liquide. (2023). ¿Qué atmósfera modificada es adecuada para la conservación de los productos del mar? Guía práctica. Air Liquide España e-Book
- Argyri, A. A., Papadopoulou, O. S., Nisiotou, A., Tassou, C. C., & Chorianopoulos, N. (2018). Effect of high pressure processing on the survival of *Salmonella Enteritidis* and shelf-life of chicken fillets. *Food Microbiology*, 70, 55–64.  
<https://doi.org/10.1016/j.fm.2017.08.019>
- Cofrico. (2024). Refrigeración en la industria pesquera.  
<https://www.cofrico.com/procesos-industriales/refrigeracion-en-la-industria-pesquera/>
- Esteves, E., Guerra, L., & Aníbal, J. (2021). Effects of Vacuum and Modified Atmosphere Packaging on the Quality and Shelf-Life of Gray Triggerfish (*Balistes capriscus*) Fillets. *Foods*, 10(2), 250.  
<https://doi.org/10.3390/foods10020250>
- Rabiepour, A., Zahmatkesh, F., & Babakhani, A. (2024). Preservation Techniques to Increase the Shelf Life of Seafood Products: An Overview. *Journal of Food Engineering and Technology*. 13(1): 1-24.  
<https://doi.org/10.32732/jfet.2024.13.1>
- Santana-Acevedo, I. M. (2017). *Elaboración de conservas de pescado y mariscos*. IC Editorial. Pp. 218, ISBN:9788417026332
- Schmidt, M., Zannini, E., & Arendt, E. K. (2018). Recent advances in physical post-harvest treatments for shelf-life extension of cereal crops. *Foods*, 7(4), 45.  
<https://doi.org/10.3390/foods7040045>



# **CIEN+TEC UADY**

ISSN: En trámite • **Volumen 2 • Número 2 • Diciembre de 2025**



# Networking en la investigación: La fuerza invisible que impulsa la Ciencia



Networking Científico



Colaboración Global



Conexiones entre  
Investigadores

## Networking in research: The invisible force that drives Science

**Betancur-Ancona, David**

Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Periférico Norte Km. 33.5, Tablaje Catastral 13615, Colonia Chuburná de Hidalgo Inn, 97203 Mérida, Yucatán, México.

E-mail: [bancona@correo.uady.mx](mailto:bancona@correo.uady.mx)

# Resumen y Abstract

## Resumen

La investigación científica contemporánea depende fundamentalmente de redes de colaboración que conectan investigadores, instituciones y países. El networking científico trasciende el simple intercambio de contactos para convertirse en un tejido de relaciones profesionales basadas en confianza, respeto académico e intereses comunes. Este artículo examina cómo el networking impulsa la ciencia moderna a través de la colaboración interdisciplinaria, el acceso a recursos y financiamiento, la visibilidad científica, la mentoría de nuevas generaciones y la transferencia de conocimiento hacia aplicaciones sociales. Desde la correspondencia de Darwin hasta las redes globales que desarrollaron vacunas contra COVID-19, la historia demuestra que la ciencia avanza cuando las mentes se unen.

**Palabras clave:** networking científico, colaboración interdisciplinaria, redes de investigación, transferencia de conocimiento, mentoría académica

## Abstract

Contemporary scientific research fundamentally depends on collaboration networks that connect researchers, institutions, and countries. Scientific networking transcends simple contact exchange to become a fabric of professional relationships based on trust, academic respect, and common interests. This article examines how networking drives modern science through interdisciplinary collaboration, access to resources and funding, scientific visibility, mentoring of new generations, and knowledge transfer toward social applications. From Darwin's correspondence to the global networks that developed COVID-19 vaccines, history demonstrates that science advances when minds unite.

**Keywords:** scientific networking, interdisciplinary collaboration, research networks, knowledge transfer, academic mentorship



# La realidad de la investigación moderna

En ciencia se suele imaginar a los investigadores como figuras solitarias, rodeadas de tubos de ensayo, microscopios o computadoras, trabajando en silencio hasta alcanzar un descubrimiento. Sin embargo, la realidad actual de la investigación es muy distinta: la ciencia avanza gracias a redes de colaboración que conectan a personas, instituciones y países.

A este tejido de relaciones profesionales se les llaman *networking*, y su impacto es mucho mayor de lo que parece. Lejos de la imagen romántica del científico solitario, la investigación contemporánea se construye sobre puentes de conocimiento que atraviesan fronteras geográficas, disciplinarias y culturales.

## Personas

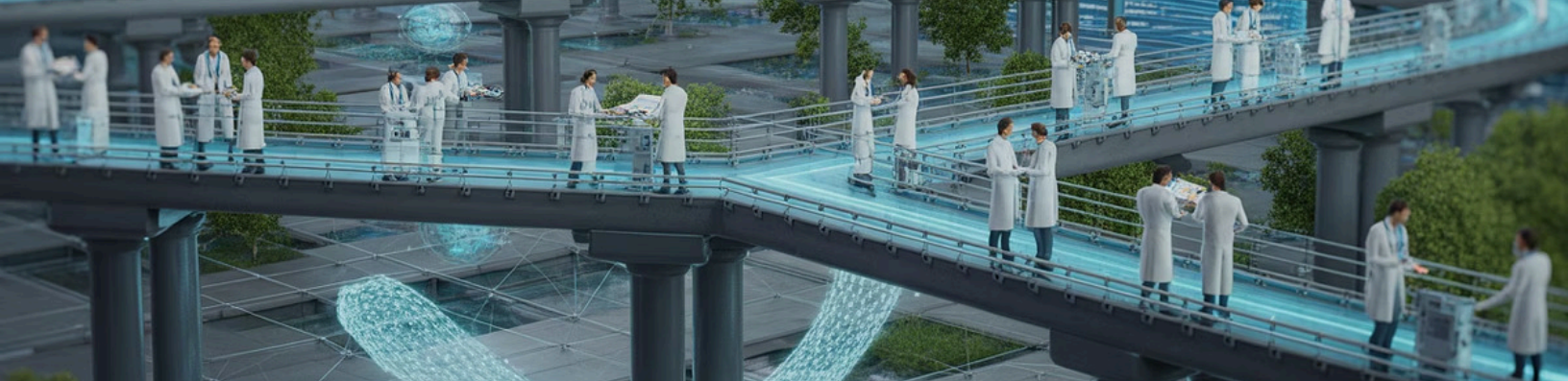
Investigadores  
conectados  
globalmente

## Instituciones

Colaboración entre  
centros de  
investigación

## Países

Redes  
internacionales de  
ciencia



# Más que hacer contactos: crear puentes de conocimiento

El networking no se limita a intercambiar mensajes o tarjetas en redes profesionales, sino implica establecer relaciones significativas basadas en la confianza, el respeto académico y el interés común por resolver problemas. Estas interacciones permiten compartir resultados, debatir ideas y recibir retroalimentación temprana, lo que evita errores costosos y acelera el progreso.

Además, muchas de las soluciones a los desafíos actuales, como el cambio climático, la resistencia a antibióticos o la seguridad alimentaria, requieren la mirada conjunta de especialistas de diferentes disciplinas. La complejidad de los problemas contemporáneos demanda perspectivas múltiples y complementarias que solo pueden surgir del diálogo interdisciplinario.

Un ejemplo histórico claro es la correspondencia entre Charles Darwin y decenas de naturalistas de todo el mundo. Gracias a esas cartas, Darwin recibió datos y especímenes que no hubiera podido obtener solo, lo que enriqueció y consolidó su teoría de la evolución.



## Confianza

Relaciones basadas en respeto académico mutuo



## Retroalimentación

Debate de ideas que acelera el progreso científico



## Interdisciplina

Soluciones complejas requieren múltiples perspectivas

# Colaborar para ir más lejos

Un solo laboratorio difícilmente cuenta con todos los recursos y herramientas para abordar problemas complejos. El networking abre la puerta a proyectos conjuntos que combinan fortalezas: desde acceso a tecnologías de vanguardia y bases de datos especializadas, hasta la posibilidad de realizar experimentos en condiciones que de otro modo serían inalcanzables.

De hecho, gran parte de la ciencia más influyente en la actualidad es fruto de colaboraciones internacionales que han nacido, precisamente, a partir de interacciones académicas en congresos, seminarios o plataformas digitales. Estas colaboraciones permiten superar las limitaciones individuales y alcanzar objetivos que serían imposibles de manera aislada.

**10K+**

**Científicos  
colaborando**

En el proyecto del Gran  
Colisionador de  
Hadrones

**100+**

**Países  
participantes**

Uniendo conocimientos  
y recursos globalmente

**2012**

**Descubrimiento  
histórico**

Confirmación del bosón  
de Higgs

Un ejemplo contemporáneo es el Gran Colisionador de Hadrones (LHC). Este proyecto monumental no hubiera sido posible sin la colaboración de más de 10,000 científicos de más de 100 países, que unieron conocimientos y recursos para explorar las partículas fundamentales del universo, logrando en 2012 la histórica confirmación del bosón de Higgs.



# El acceso a recursos y financiamiento

En muchos programas de financiamiento nacionales e internacionales se valora, e incluso se exige, que los proyectos se desarrollen en colaboración con otras instituciones. Contar con una red sólida de colegas incrementa la posibilidad de integrarse en propuestas conjuntas y de obtener apoyo económico para investigaciones de gran escala.

Por ejemplo, iniciativas como Horizon Europe financian proyectos de investigación que reúnan consorcios de diferentes países de la Unión Europea y más allá, asegurando que el conocimiento circule y se potencie con diversas perspectivas.

## Colaboración requerida

Programas de financiamiento exigen trabajo conjunto entre instituciones

## Redes sólidas

Mayor posibilidad de integrarse en propuestas exitosas

## Horizon Europe

Financiamiento para consorcios internacionales

# Visibilidad y reputación científica

Un investigador que cultiva relaciones profesionales sólidas tiene más oportunidades de ser invitado a conferencias, formar parte de comités editoriales o participar en revisiones de artículos y libros. Esto, a su vez, aumenta su visibilidad, fortalece su reputación y favorece la citación de su trabajo.

La construcción de una reputación científica sólida no depende únicamente de la calidad de la investigación, sino también de la capacidad de establecer y mantener conexiones significativas dentro de la comunidad académica. Estas relaciones amplifican el impacto del trabajo científico y abren puertas a nuevas oportunidades de colaboración y reconocimiento.



## Invitaciones a conferencias

Mayor exposición del trabajo científico



## Comités editoriales

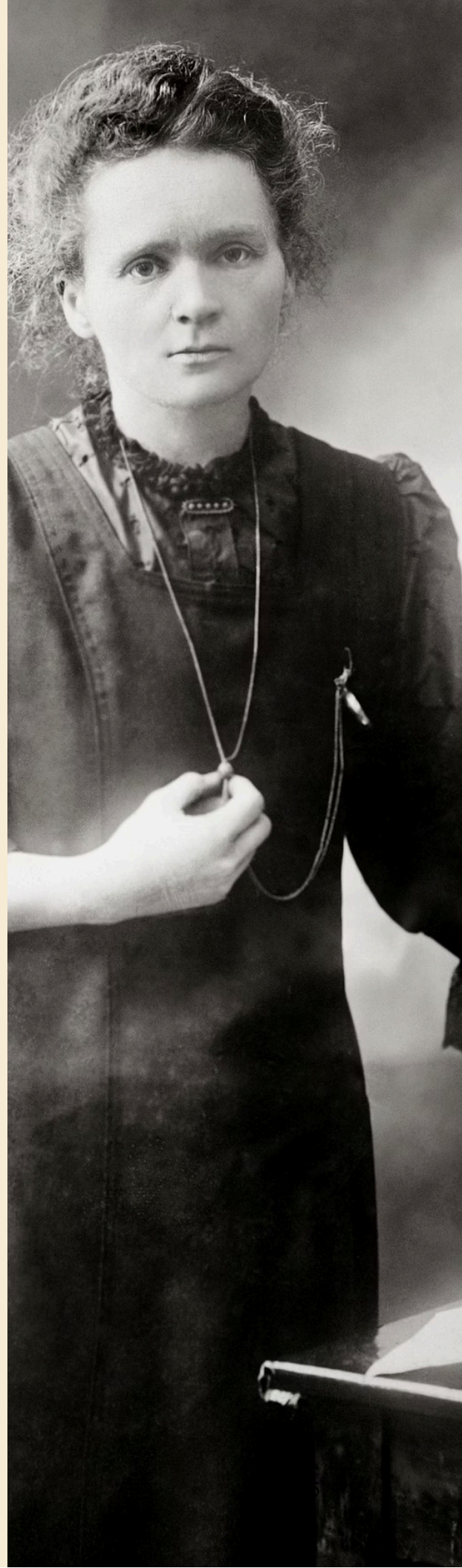
Participación en revisión de publicaciones



## Reputación fortalecida

Mayor citación y reconocimiento

Un caso famoso es el de Marie Curie, quien, gracias a su interacción con otros científicos de la época, incluido Albert Einstein, logró visibilizar sus hallazgos sobre la radiactividad y acceder a equipos y materiales que no estaban disponibles en su laboratorio original.



# Mentoría y formación de nuevos investigadores

El networking también es clave para el desarrollo de las nuevas generaciones de científicos. Establecer vínculos con investigadores experimentados facilita la mentoría, abre oportunidades para estancias y fomenta el intercambio de habilidades. Las redes académicas bien articuladas crean un ecosistema donde la experiencia y el conocimiento circulan libremente.

La transmisión de conocimiento de una generación a otra no ocurre únicamente en las aulas o laboratorios, sino a través de redes de mentoría que conectan a científicos establecidos con investigadores emergentes. Estas relaciones son fundamentales para mantener la continuidad y el crecimiento de la ciencia.



## Mentoría

Guía de investigadores experimentados



## Estancias

Oportunidades de intercambio internacional



## Habilidades

Transferencia de conocimiento técnico



## Desarrollo

Formación de nuevas generaciones

Por ejemplo, el Proyecto Genoma Humano no solo cartografió nuestro ADN, sino que formó a cientos de jóvenes investigadores en bioinformática, genética y biología molecular, creando una red global de expertos que hoy lideran avances en medicina personalizada.



# De la ciencia al impacto social



El networking es el puente entre la academia, la industria y el gobierno, facilitando la transferencia de tecnología y la aplicación práctica de los hallazgos científicos. Esto asegura que el conocimiento se traduzca en soluciones reales, transformando la realidad y mejorando la vida de las personas.

El éxito científico se mide no solo por publicaciones, sino por su capacidad de generar un impacto social tangible a través de la colaboración intersectorial.

## Desarrollo de Vacunas COVID-19



Redes globales de científicos, laboratorios, gobiernos y empresas farmacéuticas se unieron para una solución efectiva en tiempo récord.

## Transferencia de Tecnología



Conexión entre el mundo académico y la industria para aplicar hallazgos científicos en soluciones prácticas.

## Innovaciones Médicas



Hospitales integran tecnología de investigación para diagnósticos precisos y tratamientos avanzados.

## Ciencia para la Comunidad



Investigadores colaboran directamente con comunidades para abordar desafíos sociales y ambientales.

## Colaboración Público-Privada



Alianzas entre investigadores y empresas impulsan la innovación y el desarrollo de nuevas soluciones.

# Conclusión

## El networking: motor de la ciencia

El networking no es un accesorio en la carrera científica, sino un motor que potencia la calidad, el alcance y la relevancia de la investigación. Desde la correspondencia de Darwin hasta las redes globales que produjeron vacunas en menos de un año, la historia demuestra que la ciencia avanza cuando las mentes se unen.

La investigación científica del siglo XXI es fundamentalmente colaborativa. Los grandes desafíos de nuestro tiempo—cambio climático, pandemias, seguridad alimentaria, energías renovables—requieren la convergencia de múltiples disciplinas, instituciones y perspectivas. El networking científico no es simplemente una estrategia profesional útil, sino una necesidad imperativa para abordar la complejidad del mundo contemporáneo.



Las redes de colaboración son la fuerza invisible que impulsa la ciencia moderna, transformando el conocimiento individual en sabiduría colectiva y convirtiendo las ideas en impacto real para la humanidad.



# **CIEN+TEC UADY**

ISSN: En trámite • **Volumen 2 • Número 2 • Diciembre de 2025**

# El Laboratorio Abandonado

## Cuento Científico

En un pequeño poblado ubicado al sur de la Península de Yucatán, rodeado por la densa selva, se encontraba un antiguo laboratorio abandonado. La naturaleza se había encargado de ocultar lo que en algún momento sucedió ahí, envolviendo las estructuras deterioradas con enredaderas y vegetación tropical. Los lugareños contaban historias sobre cosas y gente extraña que hacía experimentos desde hace muchos años en ese lugar, transmitiendo estas leyendas de generación en generación.

Nadie se atrevía a acercarse, pues se decía que el lugar estaba maldito. Las advertencias resonaban en cada conversación del pueblo, creando un aura de misterio y temor alrededor del edificio olvidado que yacía en medio de la selva yucateca.

**Eduardo Castañeda Pérez**

Facultad de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Yucatán, Periférico Norte Km. 33.5, Tablaje Catastral 13615, Colonia Chuburná de Hidalgo Inn, 97203 Mérida, Yucatán, México. E-mail: [eduardo.castaneda@correo.uady.mx](mailto:eduardo.castaneda@correo.uady.mx)

# Los Aventureros Curiosos



**Andy**

Brillante estudiante de biología con pasión por descubrir los secretos de la naturaleza y la ciencia aplicada.



**Cristian**

Entusiasta de la física, siempre buscando explicaciones racionales a los fenómenos más extraños.



**Regina**

Experta en tecnología, capaz de resolver cualquier desafío técnico con ingenio y determinación.

Mientras tanto, un pequeño grupo de jóvenes senderistas curiosos, apasionados por la naturaleza, la ciencia y la tecnología, paseaban por la selva cuando se encontraron con aquel pueblo. Al enterarse de aquellas historias misteriosas sobre el laboratorio abandonado, su curiosidad científica se despertó inmediatamente. Juntos formaban un gran equipo de eco aventuras y retos extremos, siempre listos para enfrentar lo desconocido.

La combinación de sus habilidades únicas los convertía en el equipo perfecto para desentrañar los misterios que guardaba aquel lugar olvidado. Decidieron que investigarían el laboratorio, sin importar las advertencias de los lugareños.

# La Entrada al Misterio



## Preparación

Armados con linternas y mochilas llenas de provisiones, los jóvenes se prepararon para la expedición.



## Descubrimiento

Al llegar, encontraron la puerta principal entreabierta, como si alguien los estuviera esperando.



## Entrada

Con valentía, temor y adrenalina corriendo por las venas, entraron y comenzaron a explorar.

Un buen día, decididos a descubrir la verdad detrás de las leyendas, los tres amigos se aventuraron hacia el laboratorio. El camino a través de la selva era denso y desafiante, pero su determinación era más fuerte. Cada paso los acercaba más al edificio que había permanecido en silencio durante años.

La puerta entreabierta parecía una invitación silenciosa, un umbral entre el mundo conocido y lo desconocido. Con una mezcla de emoción y aprensión, cruzaron ese umbral, sin saber que sus vidas estaban a punto de cambiar para siempre.



# El Interior Olvidado

El interior del lugar tenía todo el aspecto de un viejo laboratorio de química, pero estaba completamente cubierto de polvo y telarañas que colgaban de cada rincón. Los estantes estaban llenos de frascos con líquidos de colores extraños y escritos científicos amarillentos por el paso del tiempo. El aire estaba cargado con un olor peculiar, mezcla de productos químicos antiguos y humedad tropical.

## Frascos Misteriosos

Líquidos de colores extraños en recipientes etiquetados con nomenclatura científica compleja.

## Documentos Antiguos

Escritos científicos amarillentos que revelaban experimentos sobre propiedades antidiabéticas.

## Equipo Abandonado

Instrumentos de laboratorio cubiertos de polvo, testigos silenciosos de investigaciones interrumpidas.

Andy, fascinada por los descubrimientos, comenzó a leer cuidadosamente uno de los documentos. Con cada línea que leía, su asombro crecía. Descubrió que los científicos que habían trabajado ahí habían estado experimentando con algunas propiedades antidiabéticas y antihipertensivas de los hidrolizados de proteínas de diversos alimentos como frijoles y otras leguminosas extrañas, llevando sus investigaciones más allá de células y ratones.

# El Descubrimiento del Sótano

Mientras Andy continuaba absorta en su lectura de los documentos científicos, Cristian y Regina exploraban otras áreas del laboratorio. En una pared parcialmente oculta por estantes caídos, encontraron una pequeña puerta secreta que conducía hacia abajo, a lo que parecía ser una cueva tipo sótano. La madera de la puerta estaba hinchada por la humedad, pero aún funcionaba.



Decidieron abrirla y bajar con cautela, iluminando el camino con sus linternas. Pero al hacerlo, escucharon un ruido extraño que los hizo detenerse en seco. No era algo común que ellos hubieran escuchado antes en sus múltiples aventuras. Era como un gruñido profundo y gutural que resonaba en las paredes y hacía vibrar todo a su alrededor, creando una atmósfera de tensión palpable.

Los amigos se miraron con nerviosismo, sus rostros iluminados tenuemente por las linternas. El sonido continuaba, irregular y amenazante. Sin embargo, su curiosidad científica era más fuerte que el miedo que sentían. Habían llegado demasiado lejos para retroceder ahora. Con determinación renovada, continuaron descendiendo hacia las profundidades del sótano.



## El Tanque Misterioso



### Jaulas Vacías

Serie de jaulas abandonadas que alguna vez contuvieron sujetos de experimentación.



### Equipo Destrozado

Instrumentos de laboratorio rotos y esparcidos por todo el sótano.



### Tanque Brillante

Un gran contenedor de vidrio grueso lleno de líquido verdoso y luminoso.

Al llegar al fondo del sótano, los jóvenes encontraron una escena que superaba sus peores imaginaciones. Había una serie de jaulas vacías de diferentes tamaños y equipos de laboratorio completamente destrozados, como si algo violento hubiera ocurrido ahí. En una esquina, destacaba un gran tanque de vidrio muy grueso lleno de un líquido verdoso y brillante, iluminado suavemente por una luz tenue que parecía provenir del mismo líquido.

De repente, el tanque comenzó a burbujear violentamente, creando ondas en la superficie del líquido viscoso. Los tres amigos retrocedieron instintivamente, sus corazones latiendo con fuerza. Una figura oscura y masiva comenzó a emerger lentamente de su interior, rompiendo la superficie con un sonido perturbador que resonó en todo el sótano.

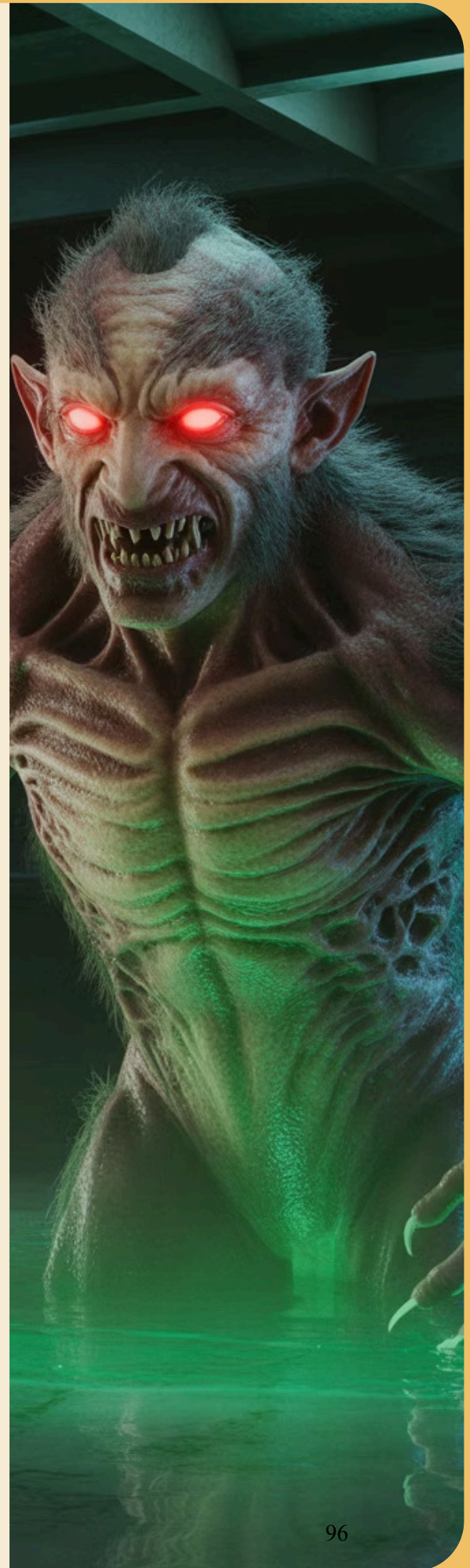
# El Encuentro con la Criatura

Era una criatura enorme y monstruosa, una fusión grotesca entre humano y bestia, con ojos rojos intensos que brillaban en la oscuridad y dientes afilados que reflejaban la tenue luz del sótano. Su piel tenía una textura extraña, como si estuviera en constante transformación. No obstante, su apariencia también tenía cierto aspecto desolador y triste que contrastaba con su físico intimidante.

Aunque la criatura no parecía agresiva en sus movimientos, los jóvenes retrocedieron aterrorizados, sus instintos de supervivencia activándose inmediatamente. Sin embargo, en lugar de atacar como esperaban, aquel ser comenzó a hablar con una voz ronca y profunda que revelaba inteligencia y sufrimiento.

"No teman, yo soy el resultado de los experimentos de este laboratorio. Los científicos responsables de esto intentaron crear un tratamiento para la diabetes y la hipertensión utilizando creo que algunas proteínas o algo así, pero salió todo muy mal. Ellos me convirtieron en esto."

Las palabras de la criatura resonaron en el silencio del sótano, revelando una tragedia humana detrás de aquella apariencia monstruosa. Los jóvenes, superando su miedo inicial, se dieron cuenta de que estaban frente a una víctima, no un villano.



# La Historia Revelada

## Descubrimiento Inicial

Los científicos descubrieron que los hidrolizados de proteínas de frijoles podían inhibir enzimas clave relacionadas con la diabetes y la hipertensión.



## Aceleración Peligrosa

En su afán por acelerar los resultados, los investigadores cometieron errores fatales en sus protocolos experimentales.



## Pérdida de Control

Los experimentos se volvieron incontrolables, produciendo efectos secundarios devastadores e irreversibles.



## Desaparición Misteriosa

Los científicos desaparecieron misteriosamente, dejando al monstruo atrapado en el laboratorio abandonado.



Andy, Cristian y Regina escucharon con atención la historia completa que la criatura les contaba con voz quebrada. Aquellos científicos habían descubierto propiedades prometedoras en los hidrolizados de proteínas de frijoles, pero su ambición los cegó. Los experimentos que comenzaron con nobles intenciones se convirtieron en una pesadilla cuando intentaron acelerar artificialmente los procesos biológicos.

La criatura, que una vez fue un ser humano normal, había sido transformada irreversiblemente por aquellos experimentos fallidos. Los científicos, aterrorizados por lo que habían creado y las consecuencias de sus acciones, abandonaron el laboratorio precipitadamente, dejando a su víctima atrapada en aquel sótano durante años, condenada a una existencia solitaria y dolorosa.

# La Búsqueda de la Cura



## Análisis Biológico

Andy investigó las propiedades de los hidrolizados de proteínas.

## Desarrollo de Fórmula

Cristian y Regina trabajaron en neutralizar los efectos secundarios.

## Creación del Suero

Lograron crear un tratamiento potencialmente reversible.

Los senderistas, profundamente conmovidos por la trágica historia de la criatura y su sufrimiento prolongado, decidieron ayudarla sin dudar. Utilizando sus conocimientos científicos combinados y trabajando incansablemente durante días, comenzaron a investigar una manera de revertir la transformación. Andy, por su cuenta, analizó meticulosamente las propiedades de los hidrolizados de proteínas, identificando los componentes que habían causado la mutación.

Mientras tanto, Cristian y Regina trabajaron en paralelo desarrollando una fórmula compleja para neutralizar los efectos secundarios devastadores. Combinaron principios de física, química y biología molecular en un esfuerzo sin precedentes. Algunos días después de arduo trabajo, experimentos fallidos y ajustes constantes, finalmente lograron crear un suero que podría devolver a la criatura su forma humana original.

Con cautela, esperanza y manos temblorosas, administraron el suero a la criatura y esperaron ansiosamente. Los minutos parecían horas mientras observaban atentamente cualquier cambio. Poco a poco, ante la sorpresa y emoción de todos, la monstruosa figura comenzó a transformarse. Sus garras y dientes se encogieron gradualmente, su piel se suavizó recuperando textura humana, y sus ojos recuperaron su brillo humano natural. Finalmente, una sonrisa genuina emergió en su rostro.

# El Final... ¿O el Comienzo?

Finalmente, ante ellos se encontraba un hombre completamente restaurado, agradecido y profundamente emocionado por su liberación. Sus ojos, ahora completamente humanos, brillaban con lágrimas de alegría y alivio después de años de sufrimiento y aislamiento.



"Gracias por liberarme. Mi nombre es Joseph, pero para mis amigos siempre he sido Pepito, y ahora puedo vivir una existencia normal gracias a ustedes. Disculpen, debo regresar a recuperar mi vida allá afuera."

Los jóvenes se despidieron cálidamente del hombre, abrazándolo y deseándole lo mejor en su nueva vida. Salieron del laboratorio sintiéndose complacidos y orgullosos, sabiendo que habían hecho una gran diferencia en la vida de Pepito. Su aventura había tenido un final feliz, demostrando que la ciencia, cuando se usa correctamente y con compasión, puede corregir incluso los errores más graves.

Sin embargo, mientras se alejaban caminando por el sendero de regreso a través de la selva, no pudieron evitar sentir que algo oscuro aún acechaba en las sombras del laboratorio abandonado. Una sensación inquietante los acompañaba, como si los secretos del lugar no hubieran sido completamente revelados. ¿Qué otros experimentos se realizaron en ese lugar? ¿Habría más víctimas esperando ser descubiertas? El misterio del laboratorio abandonado permanecería en sus mentes, recordándoles que algunas historias nunca terminan completamente...



DERECHOS DE AUTOR Y DERECHOS CONEXOS, año 2, No. 2, diciembre 2025  
, CIEN+TEC UADY es una Publicación semestral editada por la Facultad de  
Ingeniería Química de la UADY, Periférico Nte. Km 33.5 Tablaje Catastral 13615,  
Col. Chuburná de Hidalgo Inn, CP. 97203, Tel. (999) 9460956,  
[cien.tec@correo.uady.mx](mailto:cien.tec@correo.uady.mx). Editor responsable: Leydi Maribel Carrillo Cocom. Reserva  
de Derechos al Uso Exclusivo No. En trámite, ISSN; En trámite, otorgado por el  
Instituto Nacional de Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de  
este Número, Luis Antonio Chel Guerrero, Facultad de Ingeniería Química de la UADY  
, Periférico Nte. Km 33.5 Tablaje Catastral 13615, Col. Chuburná de Hidalgo Inn, CP.  
97203. Fecha última actualización, 12 de diciembre de 2025.

## CIEN+TEC UADY

Reserva de Derechos al Uso Exclusivo: Trámite obligatorio ante la "Dirección de  
Reservas del INDAUTOR". Concede la exclusividad de uso de títulos de  
publicaciones periódicas.

<https://www.ingquimica.uady.mx/cientec/numeros.php>