

# APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DEL OREJÓN (ENTEROLOBIUM CYCLOCARPUM PARA LA ELABORACIÓN DE UN JABÓN BIODEGRADABLE

*Sustainable utilization of orejón (Enterolobium cyclocarpum) for the production of a biodegradable soap*

Ana Lilia Medellín Castillo<sup>1\*</sup>, Cynthia Wong Argüelles<sup>2</sup>, Cuitláhuac Mojica Mesinas<sup>3</sup>

*\*Autor de correspondencia*

[DOI: 10.56643/rcia.v5i1.244](https://doi.org/10.56643/rcia.v5i1.244)

Como citar este artículo: Medellín Castillo, A. L., Wong Argüelles, C. y Mojica Mesinas, C. (2026). Aprovechamiento sustentable del orejón (Enterolobium cyclocarpum) para la elaboración de un jabón biodegradable. Revista Científica de Ingenierías y Arquitectura. 5(1). 67-79. <https://doi.org/10.56643/rcia.v5i1.244>

## Resumen

Los jabones convencionales representan un problema ambiental significativo, pues liberan compuestos químicos persistentes que favorecen la formación de espuma en cuerpos de agua y contribuyen a procesos de eutrofización. Estos efectos alteran los ecosistemas acuáticos y generan impactos negativos en la calidad del agua y en la biodiversidad. Ante esta situación, una alternativa viable es el desarrollo de jabones biodegradables, capaces de reducir el tiempo de degradación, con lo que se minimiza el impacto ambiental asociado a su uso cotidiano (Pupiales, 2023).

El objetivo de esta investigación fue evaluar dos métodos de extracción y analizar las propiedades de las saponinas presentes en el fruto del orejón (Enterolobium cyclocarpum) para la elaboración de un jabón biodegradable. Para ello se aplicaron dos técnicas de extracción: la primera consistió en una infusión a diferentes temperaturas durante 30 minutos, mientras que la segunda se realizó mediante arrastre de vapor. Los extractos obtenidos fueron posteriormente

1 Estudiante del Tecnológico Nacional de México Campus Ciudad Valles: Ciudad Valles, San Luis Potosí. ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-5430-4092>. Correo electrónico: 23690251@tecvalles.mx

2 Doctora en Ciencias Ambientales. Instituto Tecnológico de Ciudad Valles: Ciudad Valles. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9637-5023>

3 Doctor en Gestión Educativa. Tecnológico Nacional de México Campus Ciudad Valles: Ciudad Valles, San Luis Potosí. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8585-8249>

Recibido: 14/01/2026 | Aceptado: 02/03/2026 | Publicado: 15/06/2026

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés. La investigación fue financiada con recursos de los autores.

filtrados y centrifugados a 2 700 rpm durante 45 minutos, empleando carbopol como agente gelificante para mejorar la calidad del producto (Ribeiro, 2014).

Con el propósito de determinar la viabilidad de los extractos, se llevaron a cabo pruebas cualitativas y cuantitativas que incluyeron la evaluación del tiempo de extracción, la formación y permanencia de espuma, el porcentaje de saponinas, así como la valoración de las características organolépticas, entre ellas, color, olor y turbidez. Los resultados mostraron que el método de arrastre de vapor presentó un rendimiento de 1.1% de saponinas y una permanencia de espuma de 95 minutos. Estos valores superaron los de los jabones comerciales biodegradables disponibles en el mercado, al demostrar mayor estabilidad de la espuma y menor presencia de residuos (Khoang et al., 2022).

En conclusión, los hallazgos sugieren que el jabón elaborado a partir del fruto del orejón constituye una alternativa sustentable y de bajo impacto ambiental frente a los productos convencionales, ofreciendo beneficios tanto en términos de eficiencia como de protección ecológica (Chris, 2011).

**Palabras clave:** arrastre de vapor, biodegradable, eutrofización, jabones ecológicos, saponinas vegetales.

## **Abstract**

Conventional soaps represent a significant environmental problem, as they release persistent chemical compounds that promote foam formation in bodies of water and contribute to eutrophication processes. These effects alter aquatic ecosystems and generate negative impacts on water quality and biodiversity. In response to this situation, a viable alternative is the development of biodegradable soaps, capable of reducing degradation time and minimizing the environmental impact associated with their daily use (Pupiales, 2023).

The objective of this research was to evaluate two extraction methods and analyze the properties of saponins present in the fruit of *\*Enterolobium cyclocarpum\** (commonly known as orejón) for the production of a biodegradable soap. Two extraction techniques were applied: the first consisted of an infusion at different temperatures for 30 minutes, while the second was performed through steam distillation. The obtained extracts were subsequently filtered and centrifuged at 2700 rpm for 45 minutes, using carbopol as a gelling agent to improve product quality (Ribeiro, 2014).

In order to determine the viability of the extracts, qualitative and quantitative tests were carried out, including the evaluation of extraction time, foam formation and persistence, saponin percentage, as well as organoleptic characteristics such as color, odor, and turbidity. The results showed that the steam distillation method yielded 1.1% saponins and a foam persistence of 95 minutes. These values surpassed those of commercially available biodegradable soaps, demonstrating greater foam stability and lower residue presence (Khoang et al, 2022).

In conclusion, the findings suggest that soap produced from the orejón fruit represents a sustainable alternative with low environmental impact compared to conventional products, offering benefits both in terms of efficiency and ecological protection (Chris, 2011).

**Keywords:** Biodegradable, eutrophication, ecological soaps, plant saponins, steam distillation.

## Introducción

Desde tiempos ancestrales, el ser humano ha utilizado recursos naturales para cubrir necesidades básicas como la higiene personal y doméstica. Antes del desarrollo de la industria moderna del jabón, diversas culturas empleaban plantas con propiedades limpiadoras, muchas de ellas ricas en saponinas, compuestos cuyo nombre proviene del latín “sapo” (jabón) (Real Academia Nacional de Medicina de España, 2025). Estos metabolitos vegetales, presentes en raíces, frutos, hojas y cortezas de distintas especies, incluido *Enterolobium cyclocarpum*, poseen la capacidad de generar espuma, reducir la tensión superficial y emulsionar grasas, lo que permitió su uso tradicional en el lavado de ropa y utensilios, así como en la higiene corporal (Chris, 2011). Este conocimiento empírico demuestra la capacidad de las comunidades ancestrales para aprovechar recursos locales en prácticas de limpieza (Navas-Camacho et al., 1993).

*E. cyclocarpum*, conocido como guanacaste, orejón, parota, corotú o carocaro, pertenece a la subfamilia Mimosoideae y es nativo del Neotrópico americano. Se distribuye desde México hasta Sudamérica, incluyendo a Venezuela y Brasil, y también en el Caribe (Grisebach, 1860). Su adaptabilidad a bosques tropicales secos y húmedos ha favorecido su aprovechamiento maderable, forrajero y ornamental, prosperando incluso en áreas perturbadas como especie secundaria (Burkart et al., 1978).

El fruto de *E. cyclocarpum* es una legumbre indehisciente, coriácea y leñosa, de color pardo oscuro al madurar, con semillas duras y brillantes de aproximadamente un centímetro (Burkart, 1993). Este órgano es rico en saponinas que, al contacto con el agua, generan espuma y ejercen acción detergente y desinfectante. Por ello, los extractos del orejón se emplean en jabones, champús y limpiadores naturales de tejidos como lana, además de poseer usos medicinales como analgésico, antiséptico y cicatrizante (Chris, 2011).

El uso de jabones “duros” constituye un problema ambiental por su composición basada en hidróxidos de sodio o potasio y sales de ácidos grasos sintéticos. Estos residuos generan espuma superficial, disminuyen la oxigenación y favorecen la eutrofización, afectando la biodiversidad acuática (Pupiale, 2023). En contraste, los jabones biodegradables, elaborados con sustancias naturales degradables por microorganismos, representan una alternativa sostenible (Augustin, 2011).

En este contexto, *E. cyclocarpum* ofrece una opción viable para producir jabones biodegradables de bajo impacto ambiental. En México, algunas instituciones han promovido la sustitución de productos convencionales por alternativas biodegradables, por ejemplo, vinagre y bicarbonato de sodio, para fomentar la ecoeficiencia. La integración del conocimiento ancestral con la investigación científica moderna impulsa el aprovechamiento de recursos locales y las prácticas de higiene sostenibles (Pupiales, 2023). El presente estudio evalúa métodos de extracción y propiedades de las saponinas del fruto del orejón para elaborar un jabón biodegradable (Khoang et al., 2022).

## **Materiales y métodos**

La investigación se realizó en la zona tenek del ejido La Lima, en el municipio de Ciudad Valles, San Luis Potosí, México. Ésta incluyó análisis fisicoquímicos, que se efectuados en el laboratorio de Química del Instituto Tecnológico de Ciudad Valles. El estudio se enfocó en la extracción de saponinas de frutos maduros de orejón (*E. cyclocarpum*), recolectados entre marzo y junio, etapa de máxima concentración de estos compuestos. La selección de frutos consideró criterios de madurez, integridad y ausencia de plagas o daños mecánicos (Secretaría de Economía, 2018).

Las muestras fueron lavadas con agua potable, para eliminar impurezas y microorganismos superficiales, secadas a temperatura ambiente bajo ventilación

controlada para evitar la degradación térmica de los compuestos activos y posteriormente molidas, con el fin de aumentar la superficie de contacto y mejorar la eficiencia de extracción (El Hosry, 2025).

El proceso experimental utilizó matraces Erlenmeyer de 1 000 mililitros, planchas de calentamiento eléctrico, contenedores para calentamiento solar, tubos de ensayo, centrífuga, balanza analítica, termopares digitales y bitácoras de registro. Se aplicaron tres métodos principales que se describen a continuación:

**1. Extracción térmica controlada:** mezcla de fruto molido y agua destilada en proporción 1:2 (p / V), calentada a una temperatura de entre 60 y 90°C durante 30 minutos, realizando monitoreo constante. El extracto se filtró y clarificó mediante centrifugación a 2 700 rpm durante 45 minutos.

**2. Extracción solar:** mezcla fruto-agua expuesta a calentamiento solar durante 30 minutos, seguida de filtración y centrifugación.

**3. Arrastre de vapor:** fruto molido sometido a vapor durante una hora, con recuperación del líquido, filtración y clarificación por centrifugación.

En todos los casos, al extracto clarificado se añadió carbopol, agitando hasta obtener una mezcla homogénea. El producto final se envasó en recipientes desinfectados, etiquetados con información de la extracción y la fecha de elaboración, que fueron almacenados bajo condiciones controladas de temperatura y humedad (Pupiales, 2023).

Las variables de estudio incluyeron: (a) temperatura de extracción 60-90°C, solar y arrastre de vapor); (b) tiempo de infusión 30 minutos en térmica, ocho horas en solar y 180 minutos en arrastre de vapor); (c) concentración de saponinas, evaluada mediante propiedades de espuma y análisis químico UV-Vis; (d) claridad del extracto tras centrifugación y (e) homogeneidad del gel con carbopol.

El análisis estadístico se expresó como el promedio  $\pm$  desviación estándar ( $\bar{X} \pm S$ ), comparando concentraciones de saponinas según temperatura y método de extracción. Los resultados se graficaron en función del tiempo y el porcentaje de peso, asegurando su reproducibilidad y permitiendo la comparación entre los tratamientos evaluados.

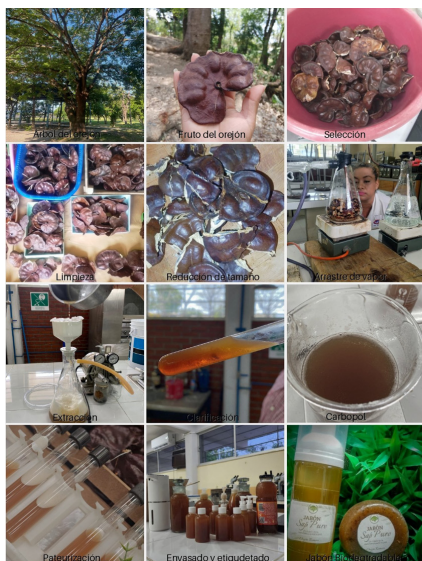
## Resultados

La evaluación de la extracción de saponinas de frutos maduros de orejón (*E. cyclocarpum*) incluyó parámetros cualitativos como espuma, color, olor, turbidez y presencia de microorganismos (tabla 1), y parámetros cuantitativos: tiempo de permanencia de la espuma, duración de la extracción y contenido de saponinas (tabla 2). Los métodos aplicados permitieron determinar la eficiencia del proceso y la calidad sensorial y microbiológica del extracto, aspectos clave para las buenas prácticas en la industria cosmética e higiénica.

En la tabla 1 se observa que todas las condiciones de extracción generaron espuma y estuvieron libres de microorganismos, excepto la extracción directa por calor a 60°C, en la que se detectó contaminación microbiana. Este resultado subraya la importancia de controlar temperatura, tiempo y manipulación, ya que al no alcanzar la pasteurización a 63°C se favorece la proliferación de microorganismos indeseados. El color del extracto varió de claro (60-65°C) a muy oscuro (90°C y arrastre de vapor), lo que indica que el aumento de la temperatura facilita la liberación de compuestos pigmentados, posiblemente asociados a la descomposición de moléculas vegetales complejas o a reacciones de Maillard parciales (El Hosry et al., 2025).

**Figura 1.**

*Proceso de elaboración*



**Tabla 1.***Parámetros cualitativos*

| Método / °C              | Espuma    | Color             | Olor         | Turbidez    | Presencia de microorganismos |
|--------------------------|-----------|-------------------|--------------|-------------|------------------------------|
| 60                       | Sí        | Claro             | Poco Fuerte  | Media       | <b>Positivo</b>              |
| 65                       | Sí        | Claro             | Poco Fuerte  | Media       | <b>Negativo</b>              |
| 70                       | Sí        | Poco oscuro       | Fuerte       | Media       | <b>Negativo</b>              |
| 75                       | Sí        | Poco oscuro       | Fuerte       | Alta        | <b>Negativo</b>              |
| 80                       | Sí        | Oscuro            | Fuerte       | Alta        | <b>Negativo</b>              |
| 85                       | Sí        | Oscuro            | Fuerte       | Alta        | <b>Negativo</b>              |
| 90                       | Sí        | Muy oscuro        | Intenso      | Alta        | <b>Negativo</b>              |
| <b>Arrastre de Vapor</b> | <b>Sí</b> | <b>Muy oscuro</b> | <b>Suave</b> | <b>Baja</b> | <b>Negativo</b>              |

El olor aumentó con la temperatura, aunque el arrastre de vapor generó un aroma más suave y delicado, preservando mejor los compuestos volátiles. La turbidez también creció con la temperatura, pero el arrastre de vapor mostró baja turbidez, mejorando la apariencia y calidad del extracto.

**Tabla 2.***Resultado de las pruebas cuantitativas de extracción de saponinas a diferentes temperaturas, solar y por el proceso de arrastre de vapor*

| Método (°C) | Permanencia de Espuma (min) | Tiempo de Extracción (min) | Saponinas (%) |
|-------------|-----------------------------|----------------------------|---------------|
| 60          | 30                          | 120                        | 0.61          |
| 65          | 45                          | 90                         | 0.63          |
| 70          | 45                          | 85                         | 0.66          |
| 75          | 45                          | 80                         | 0.68          |
| 80          | 48                          | 75                         | 0.72          |
| 85          | 48                          | 70                         | 0.75          |

|                   |           |           |      |
|-------------------|-----------|-----------|------|
| 90                | 48        | 65        | 0.81 |
| Arrastre de Vapor | <b>95</b> | <b>45</b> | 1.10 |

En el análisis cuantitativo (tabla 2) se observó que el contenido de saponinas aumentó progresivamente con la temperatura de extracción, alcanzando un máximo de 0.81% a 90°C. Este comportamiento coincide con lo reportado por Ribeiro et al. (2014) en *Polyscias fruticosa*, donde el incremento de 35°C a 55°C favoreció el rendimiento y la concentración de saponinas, aunque a 75°C se registró una disminución por degradación térmica. De manera similar, Khoang et al. (2022) señalaron que el rendimiento aumenta hasta un punto óptimo, pero decrece al superarse dicho límite debido a la desnaturalización de los compuestos. Los resultados obtenidos en *E. cyclocarpum* sugieren que la estabilidad térmica de las saponinas es determinante en la eficiencia de extracción.

El método de arrastre de vapor se destacó por lograr un tiempo de permanencia de espuma de 95 minutos, muy superior al observado a otras temperaturas (30–48 minutos). Esta característica es esencial en la formulación de jabones biodegradables, pues investigaciones previas muestran que sólo algunos extractos mantienen la espuma más allá de 10 minutos, lo que indica un mejor perfil como biosurfactante. Además, el arrastre de vapor exigió un tiempo de extracción corto (45 minutos), más eficiente que tratamientos prolongados que requieren mayor energía y pueden degradar compuestos activos.

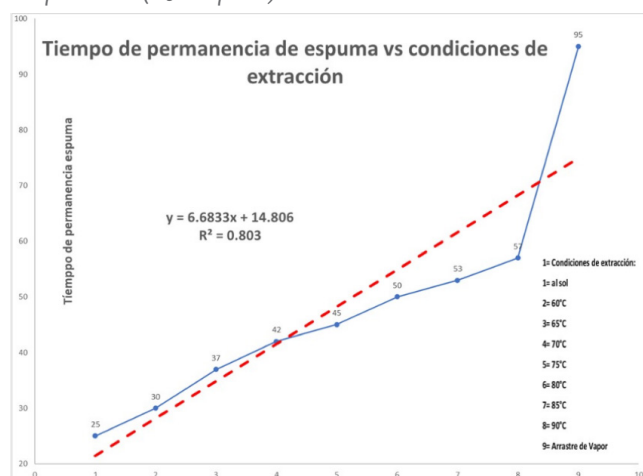
La combinación de alto rendimiento en saponinas, estabilidad de espuma, baja turbidez, olor suave y ausencia de microorganismos confirma que el arrastre de vapor es el método más adecuado para producir jabón biodegradable, ya que optimiza la eficiencia, la calidad sensorial y la seguridad microbiológica. Estos hallazgos coinciden con los de Augustin et al. (2011) y Babayemi (2006), quienes señalaron que las saponinas presentan mayor solubilidad y eficiencia de extracción a temperaturas elevadas, hasta alcanzar un punto de equilibrio en que el exceso de calor puede inducir degradación. En este estudio, la condición de arrastre de vapor saturado (100°C) produjo el mayor rendimiento sin evidencia de deterioro visible.

La figura 2 muestra el incremento en la concentración de saponinas (% peso) obtenida a diferentes temperaturas de extracción. Los resultados obtenidos confirman el potencial del orejón como recurso local estratégico para la producción de productos de higiene sustentables, lo que se alinea con la creciente

necesidad de reducir el impacto ambiental generado por el uso de jabones convencionales basados en surfactantes sintéticos. La utilización de este recurso propicia la valorización de especies nativas con alto contenido de saponinas y la promoción de prácticas productivas más responsables y cercanas a principios de economía circular. En este sentido, los jabones elaborados con extractos naturales muestran una rápida biodegradabilidad y menor persistencia en ecosistemas acuáticos, lo que disminuye los riesgos asociados a la acumulación de compuestos químicos y contribuye a la protección ambiental a largo plazo.

**Figura 2.**

*Cantidad de saponinas (% en peso)*



## Conclusiones

El presente estudio demostró que el método de arrastre de vapor es la técnica más eficiente para la extracción de saponinas de frutos maduros de orejón (*E. cyclocarpum*). En este sentido, se logró una mejor calidad del extracto en comparación con el obtenido por el método de extracción a diferentes temperaturas, con un rendimiento de 1.10%, un tiempo de permanencia de espuma de 95 minutos y baja turbidez; además, se generó un extracto con aroma suave y libre de contaminación microbiana. Asimismo, se redujo la intensidad del olor y se mantuvo controlada la turbidez, asegurando la ausencia de microorganismos, lo que resulta en un jabón sensorialmente agradable y ambientalmente seguro.

Este trabajo expuso el uso potencial del orejón como recurso local estratégico para la producción de productos de higiene sustentables, de manera de contribuir a la reducción del impacto ambiental asociado a los jabones convencionales basados en surfactantes sintéticos. La valorización de esta especie nativa con alto contenido de saponinas promueve prácticas productivas más responsables y alineadas con los principios de economía circular en las regiones donde se desarrolla. Este estudio constituye una primera aproximación; como a futuro se realizarán otros estudios, no se realizaron ciertas evaluaciones complementarias que permitirían caracterizar de manera integral el producto y su impacto ambiental. Entre éstas se incluyen: análisis detallado de la composición química del extracto (perfil específico de saponinas y otros metabolitos), estudios experimentales de biodegradabilidad en agua y suelo, caracterización fisicoquímica del jabón final (pH, humedad, dureza, estabilidad, tiempo de degradación ambiental), pruebas de toxicidad acuática y comparación por “NMX-Q-003-NYCE-2018” con jabones biodegradables comerciales.

Estas evaluaciones representan una oportunidad para investigaciones futuras, que permitirán optimizar el proceso de producción, caracterizar de manera completa el jabón formulado, confirmar su menor impacto ambiental frente a tensoactivos sintéticos y evaluar la viabilidad de escalado y la comparación de costos con productos comerciales.

## Referencias

- Babayemi, O. J. (2006). Factores antinutricionales, valor nutritivo y producción de gas in vitro del follaje y frutos de *Enterolobium cyclocarpum* [Antinutritional factors, nutritive value and in vitro gas production of foliage and fruits of *Enterolobium cyclocarpum*]. *World Journal of Zoology*, 1(2), 113–117.
- Burkart, A. (1978). Flora ilustrada de Entre Ríos (Argentina), parte III. Dicotiledóneas Metaclamídeas. A: Salicales a Rosales (Incluso Leguminosas). Editorial Instituto Nacional Agropecuario, Colección Científica INTA.
- Burkart, L. R. (1993). Leguminosae. En A. L. Cabrera (Ed.), *Flora de la provincia de Buenos Aires* (vol. 5, pp. 1–552). Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).
- Ecología. (14 de noviembre de 2024). Saponinas: qué son y sus usos en productos de limpieza natural. *Vida Ecológica*. <https://vidaecologica.info/saponinas-que-son-y-sus-usos-en-productos-de-limpieza-natural/>
- El Hosry, L., Elias, V., Chamoun, V., Halawi, M., Cayot, P., Nehme, A. y Bou-Maroun, E. (2025). Reacción de Maillard: mecanismo, parámetros que influyen, ventajas, inconvenientes y aplicaciones en la industria alimentaria: una revisión [Maillard reaction: Mechanism, influencing parameters, advantages, disadvantages, and food industrial applications: A review]. *Foods*, 14(11), 1881. <https://doi.org/10.3390/foods14111881>
- Khoang, L. T., Huyen, H. T. T., Van Chung, H., Duy, L. X., Toan, T. Q., Bich, H. T., Minh, P. T. H., Pham, D. T. N. y Hien, T. T. (2022). Optimización de la extracción de saponinas totales de raíces de *Polyscias fruticosa* mediante el método asistido por ultrasonido y metodología de superficie de respuesta [Optimization of total saponin extraction from *Polyscias fruticosa* roots using the ultrasonic-assisted method and response surface methodology]. *Processes*, 10(10), 2034. <https://doi.org/10.3390/pr10102034>
- Pupiales Brusil, J. P. (2023). Evaluación del impacto ambiental entre productos tensoactivos: caso shampoo convencional y shampoo ecológico [Environmental impact assessment between surfactant products: conventional shampoo vs. eco-friendly shampoo] [Tesis de licenciatura, Universidad Técnica del Norte].

- Ribeiro, A. B., Oliveira, J. V. y Oliveira, A. P. (2014). Optimización de la extracción de saponinas de *Polyscias fruticosa* usando metodología de superficie de respuesta [Optimization of saponin extraction from *Polyscias fruticosa* using response surface methodology]. *Industrial Crops and Products*, 52, 702–708. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2013.11.034>
- Rodríguez, R. y Fondevila, M. (2012). Efecto de las saponinas de *Enterolobium cyclocarpum* sobre la fermentación microbiana in vitro del pasto tropical *Pennisetum purpureum* [Effect of saponins from *Enterolobium cyclocarpum* on in vitro microbial fermentation of the tropical grass *Pennisetum purpureum*]. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 96(5), 762–769. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0396.2011.01161.x>
- Secretaría de Economía. (2018). NMX-Q-003-NYCE-2018: Jabón de tocador — especificaciones y métodos de prueba [Laundry soap — specifications and test methods]. Dirección General de Normas.

Derechos de Autor© 2026 Medellín Castillo, Ana Lilia; Wong Arguelles, Cynthia; Mojica Mesinas, Cuitláhuac.



Este texto está protegido por una licencia [Creative Commons 4.0, Attribution 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/). Usted es libre para Compartir, copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato y adaptar el documento, remezclar, transformar y crear a partir del material— para cualquier propósito, incluso para fines comerciales, siempre que cumpla la condición de: Atribución: Usted debe dar crédito a la obra original de manera adecuada, proporcionar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que tiene el apoyo del licenciante o lo recibe por el uso que hace de la obra.