

# Evaluación de la estabilidad de emulsiones Pickering utilizando sílice y glicerina

## Evaluation of the stability of Pickering emulsions using silica and glycerin

Presentación: 13 y 14 de septiembre de 2023

### María Victoria Schultheis

Grupo Productos Naturales y Materiales (ProNaM – UTN FRSFco). Argentina  
[mschultheis@facultad.sanfrancisco.utn.edu.ar](mailto:mschultheis@facultad.sanfrancisco.utn.edu.ar)

### Iván Agustín Alomo

Grupo Productos Naturales y Materiales (ProNaM – UTN FRSFco). Argentina  
[ialomo@facultad.sanfrancisco.utn.edu.ar](mailto:ialomo@facultad.sanfrancisco.utn.edu.ar)

### Cristián Alejandro Ferretti

Grupo de Síntesis Orgánica y Materiales (GSOM - FIQ - UNL - CONICET)  
[cferretti@fiq.unl.edu.ar](mailto:cferretti@fiq.unl.edu.ar)

### Vanina Alejandra Guntero

Grupo Productos Naturales y Materiales (ProNaM – UTN FRSFco). Argentina  
Grupo de Síntesis Orgánica y Materiales (GSOM - FIQ - UNL - CONICET)  
[vguntero@sanfrancisco.utn.edu.ar](mailto:vguntero@sanfrancisco.utn.edu.ar)

### Resumen

En los últimos años las emulsiones Pickering recibieron un creciente interés en las industrias cosmética, farmacéutica, química y alimentaria por el uso de estabilizantes compatibles con el cuerpo humano y de bajo impacto ambiental. Por ello, en este trabajo, se diseñaron diferentes formulaciones de emulsiones Pickering estabilizadas por partículas sólidas (una combinación de sílices hidrofóbica e hidrofílica) y un aceite biocompatible (glicerina) y se investigó el comportamiento de las mismas. Los análisis de estabilidad durante el almacenamiento, nos permitieron determinar que la formulación compuesta de 0,025 % m/v de sílice hidrofóbica y 0,01 % m/v de sílice hidrofílica, es una formulación estable a ser considerada de partida para estudios a mayor escala.

**Palabras clave:** emulsiones Pickering, estabilidad, sílice, glicerina

### Abstract

In recent years, Pickering emulsions have received growing interest in the cosmetic, pharmaceutical, chemical, and food industries due to the use of stabilizers that are compatible with the human body and environmentally friendly. Therefore, in this work, different formulations of Pickering emulsions stabilized by solid particles (a combination of hydrophobic and hydrophilic silice) and a biocompatible oil (glycerin) were designed and their behavior was investigated. Stability analyses during storage allowed us to determine that the formulation composed of 0,025 % m/v hydrophobic silice and 0,01 % m/v hydrophilic silice is a stable formulation to be considered as a starting point for further studies.

**Keywords:** Pickering emulsions, stability, silica, glycerin

## Introducción

La mayoría de las emulsiones tradicionales utilizan tensioactivos de pequeño peso molecular para reducir la tensión interfacial y mantener la estabilidad. Sin embargo, se ha demostrado que algunos surfactantes son tóxicos para los microorganismos benéficos, causan contaminación ambiental y daño en la salud humana (Lechuga et al., 2016). Dichos compuestos son de uso frecuente en la industria química, farmacéutica, alimentaria y de productos agrícolas, por lo que no se pueden evitar por completo. Por lo tanto, es imperativo buscar emulsionantes ecológicos y que promuevan la salud para sustituir a los que se utilizan actualmente (Shi et al., 2020).

Las emulsiones Pickering (EPs) se caracterizan por ser estabilizadas con partículas sólidas, las cuales reemplazan a los emulsionantes convencionales. Dentro de las partículas sólidas posibles a ser utilizadas para la preparación y estabilización de las EPs, se encuentran partículas de proteínas, polisacáridos y sílice (Dai et al., 2020). Ello se fundamenta en las ventajas que las caracterizan como ser que provienen de fuentes naturales, no presentan toxicidad, son de fácil extracción, existe abundante materia prima, son biocompatibles, biodegradables y poseen buena capacidad de estabilización de emulsiones (Song et al., 2023). Estos sistemas ofrecen varias ventajas sobre emulsiones a base de tensioactivos, tales como, estabilidad mejorada contra la formación de crema, la coalescencia, el tratamiento térmico y los ciclos de congelación y descongelación, estabilidad oxidativa, y capacidad de respuesta a estímulos externos para la liberación controlada de bioactivos (Hatz et al., 2023).

La estabilidad de las EPs es influenciada por factores tales como la humectabilidad de las partículas, la concentración de las mismas, el tipo de aceite, el pH de la fase acuosa y las condiciones de procesamiento (Low et al., 2020). Los mecanismos de inestabilidad comunes incorporan la floculación, la transformación de fase, pero principalmente la separación producida por la gravedad, como por ejemplo la precipitación. Esta separación inducida por la gravedad es el mecanismo más importante de inestabilidad de la emulsión, que a menudo actúa con otros mecanismos, dando lugar a una inestabilidad acelerada e incluso la desemulsificación del sistema (Feng et al., 2023).

El presente trabajo tiene como objetivo desarrollar una EPs mediante el método de emulsificación el cual consiste en la dispersión espontánea de la fase dispersa dentro de la fase continua tras la mezcla mediante agitación mecánica. Para alcanzar dicho objetivo se propone utilizar como emulsionante partículas de sílice. Se plantearon distintas preparaciones y en esta primera etapa se analizó la estabilidad de las EPs durante el almacenamiento, bajo diferentes condiciones de pH, temperatura y centrifugación.

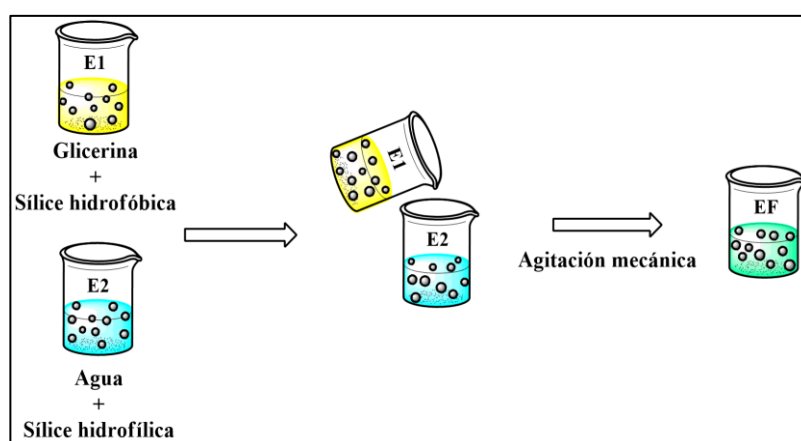
## Desarrollo

### **Preparación de las emulsiones**

Se prepararon 4 emulsiones Pickering (I, II, III, IV), cuyas formulaciones se muestran en la Tabla 1, mediante la técnica de emulsificación propuesta por (Liang et al., 2022) con modificaciones. En el primer paso se dispersaron diferentes concentraciones de sílice hidrofóbica en glicerina (entre el 0,025 % m/v y el 1 % m/v) durante 6 minutos dando lugar a la emulsión 1 (E1). En el segundo paso, se dispersaron diferentes concentraciones de sílice hidrofílica en agua (entre el 0,01 % m/v y el 0,05 % m/v) durante 6 minutos dando lugar a la emulsión 2 (E2). Luego, para la preparación de la emulsión final se añadió la E1 a la E2, en una proporción 1:2 respectivamente, de manera continua mediante agitación mecánica (Figura 1).

**Tabla 1:** Composición de las emulsiones Pickering.

<b>Emulsión Pickering</b>	<b>Emulsión 1 (% m/v)</b>	<b>Emulsión 2 (% m/v)</b>
<b>I</b>	0,5	0,05
<b>II</b>	0,1	0,03
<b>III</b>	0,05	0,02
<b>IV</b>	0,025	0,01



**Figura 1.** Esquema de preparación de emulsiones Pickering.

### Ensayos de estabilidad de las emulsiones

Los ensayos de estabilidad macroscópica se realizaron mediante observación visual a distintos tiempos, temperaturas, pH y fuerza centrífuga. Con el objetivo de percibir inestabilidad, consideramos que la emulsión es estable cuando no se observan cambios físicos en un lapso de tiempo prolongado, y que es inestable cuando se observa separación de fases o sedimentación (Guntero et al., 2021).

Para analizar la influencia de la temperatura, cada una de las emulsiones fue sometida a distintas temperaturas (8 °C, 25 °C, 50 °C); todas se almacenaron por 30 días.

Para analizar el efecto del pH, las muestras se llevaron a distintos pH (1,7; 7,27 y 10,3) y se almacenaron durante un lapso de 10 días.

Por último, para observar si el efecto de la fuerza centrífuga aceleraba la desestabilización, se tomaron muestras de 15 ml de las distintas emulsiones y se llevaron a una centrífuga a distintas velocidades (2000 rpm y 3000 rpm) durante 10 min.

### Resultados

Luego de 10 días de almacenadas las muestras a distintas temperaturas ya se comienza a observar que las emulsiones I, II y III presentaban sedimentación. Mientras que en la emulsión IV no se observó ningún cambio.

El efecto del pH sobre la estabilidad generó algunos cambios físicos (sedimentación) en las emulsiones I, II y III, no así en la IV.

En relación al ensayo de centrifugación, las muestras I, II y III presentaron sedimentación, sin embargo, en ninguna se observó separación de fases.

De todos los ensayos realizados, la emulsión IV fue la que resultó ser la más robusta ya que no presentó sedimentación ni separación, lo que indica que las emulsiones se mantuvieron estables durante el período de observación.

## Conclusiones

En el presente trabajo se logró desarrollar una emulsión Pickering estabilizada con partículas sólidas de sílice. Se aplicó un método de doble emulsificación, partiendo de dos emulsiones, una con base oleosa y otra en base acuosa. Tras la observación macroscópica, se puede concluir que la emulsión resultante es homogénea y estable a distintas temperaturas, pH y al tiempo prolongado de almacenamiento. Esta clase de emulsiones no convencionales, tienen grandes perspectivas y desafíos para la aplicación cutánea, por ejemplo, empleando algún componente activo. Por ello, a partir de los resultados obtenidos, la proyección de este trabajo se relaciona con la incorporación de un componente activo a la misma, analizar la posibilidad de aplicación tópica y su evaluación en la realización de un escalado de estas formulaciones.

## Referencias

- Feng, X., Sun, Y., Tan, H., Ma, L., Dai, H., & Zhang, Y. (2023). Effect of oil phases on the stability of myofibrillar protein microgel particles stabilized Pickering emulsions: The leading role of viscosity. *Food Chemistry*, 413, 135653. <https://doi.org/10.1016/j.FOODCHEM.2023.135653>
- Guntero, V. A., Valle, F. E., Romina, B., Micaela, M., & Ferreti, C. A. (2021). Encapsulación del acetato de vitamina E. *AJEA*, 1, 241–244. <https://doi.org/10.33414/ajea.1.871.2021>
- Hazt, B., Pereira Parchen, G., Fernanda Martins do Amaral, L., Rondon Gallina, P., Martin, S., Hess Gonçalves, O., & Alves de Freitas, R. (2023). Unconventional and conventional Pickering emulsions: Perspectives and challenges in skin applications. *International Journal of Pharmaceutics*, 636, 122817. <https://doi.org/10.1016/j.IJPHARM.2023.122817>
- Liang, R., Yang, J., Liu, C., & Yang, C. (2022). Exploration of stabilization mechanism of polyol-in-oil-in-water quercetin-loaded Pickering double emulsions. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 646. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2022.128820>
- Shi, A., Feng, X., Wang, Q., & Adhikari, B. (2020). Pickering and high internal phase Pickering emulsions stabilized by protein-based particles: A review of synthesis, application and prospective. In *Food Hydrocolloids* (Vol. 109). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2020.106117>
- Song, S., Zhong, L., Wei, Y., Li, Y., Tao, L., & Yu, L. (2023). Highly stable solid-like Pickering emulsions stabilized by kafirin-chitosan complex particles. *LWT*, 177. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2023.114591>
- UTN, F. R. S. F. (2021). Jornadas de Ciencia y Tecnología 2021. *AJEA*, 1. <https://doi.org/10.33414/ajea.1.871.2021>
- Dai, H., Wu, J., Zhang, H., Chen, Y., Ma, L., Huang, H., Huang, Y., & Zhang, Y. (2020). Recent advances on cellulose nanocrystals for Pickering emulsions: Development and challenge. *Trends in Food Science & Technology*, 102, 16–29. <https://doi.org/10.1016/j.TIFS.2020.05.016>
- Lechuga, M., Fernández-Serrano, M., Jurado, E., Núñez-Olea, J., & Ríos, F. (2016). Acute toxicity of anionic and non-ionic surfactants to aquatic organisms. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 125, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.ECOENV.2015.11.027>
- Low, L. E., Siva, S. P., Ho, Y. K., Chan, E. S., & Tey, B. T. (2020). Recent advances of characterization techniques for the formation, physical properties and stability of Pickering emulsion. *Advances in Colloid and Interface Science*, 277, 102117. <https://doi.org/10.1016/j.CIS.2020.102117>