



PROGRAMA DE ESTANCIAS CORTAS DE INVESTIGACIÓN 2025-2

Departamento de Química Analítica, Facultad de Química, UNAM
Laboratorio 3-A, edificio A



MACROALGAS


Análisis y Aplicación

QA Cecilia Santos Trejo
QFB Ricardo Salcedo Mendoza

Tutora: Dra. María Teresa de Jesús Rodríguez Salazar

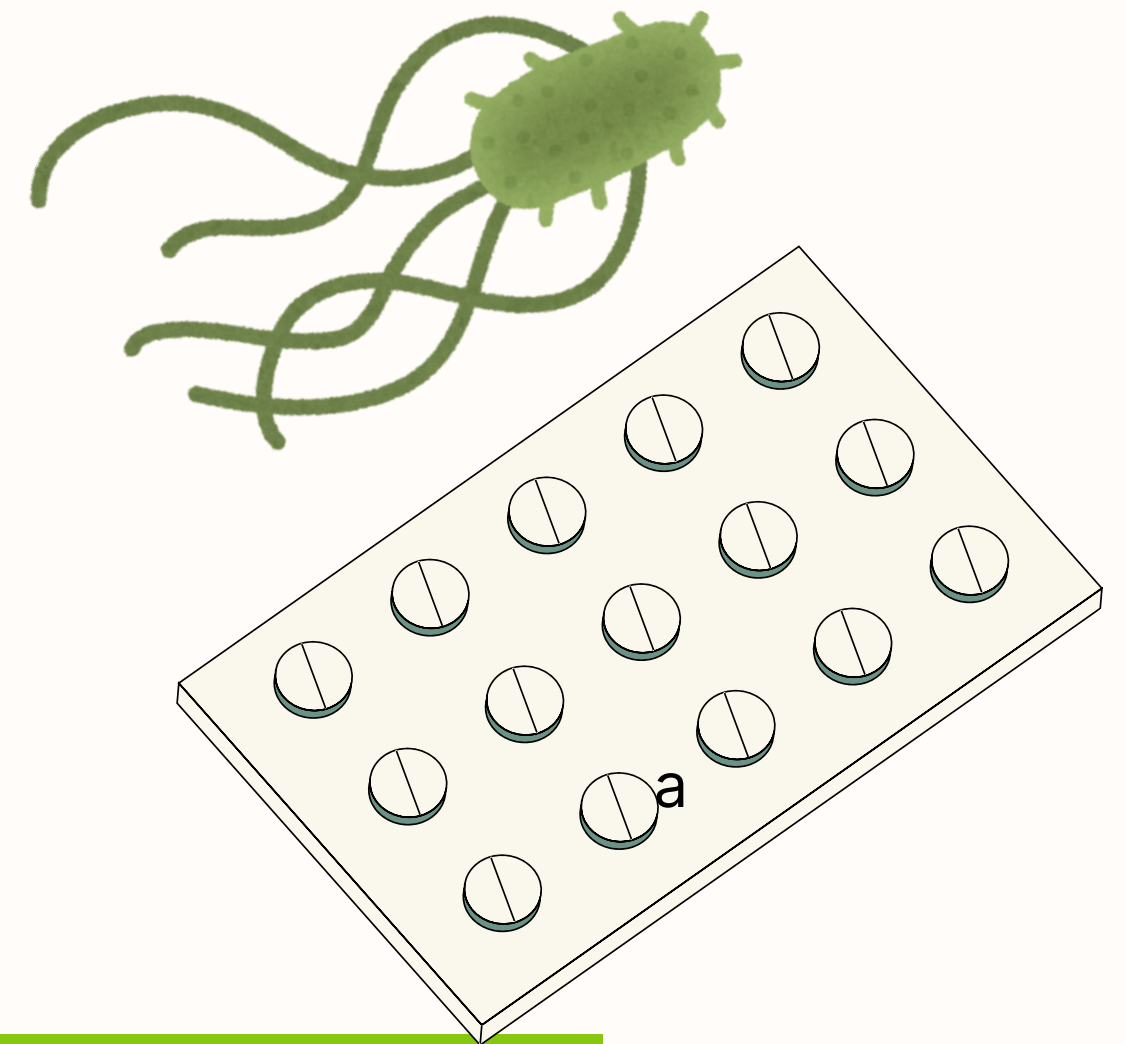


CONTENIDO

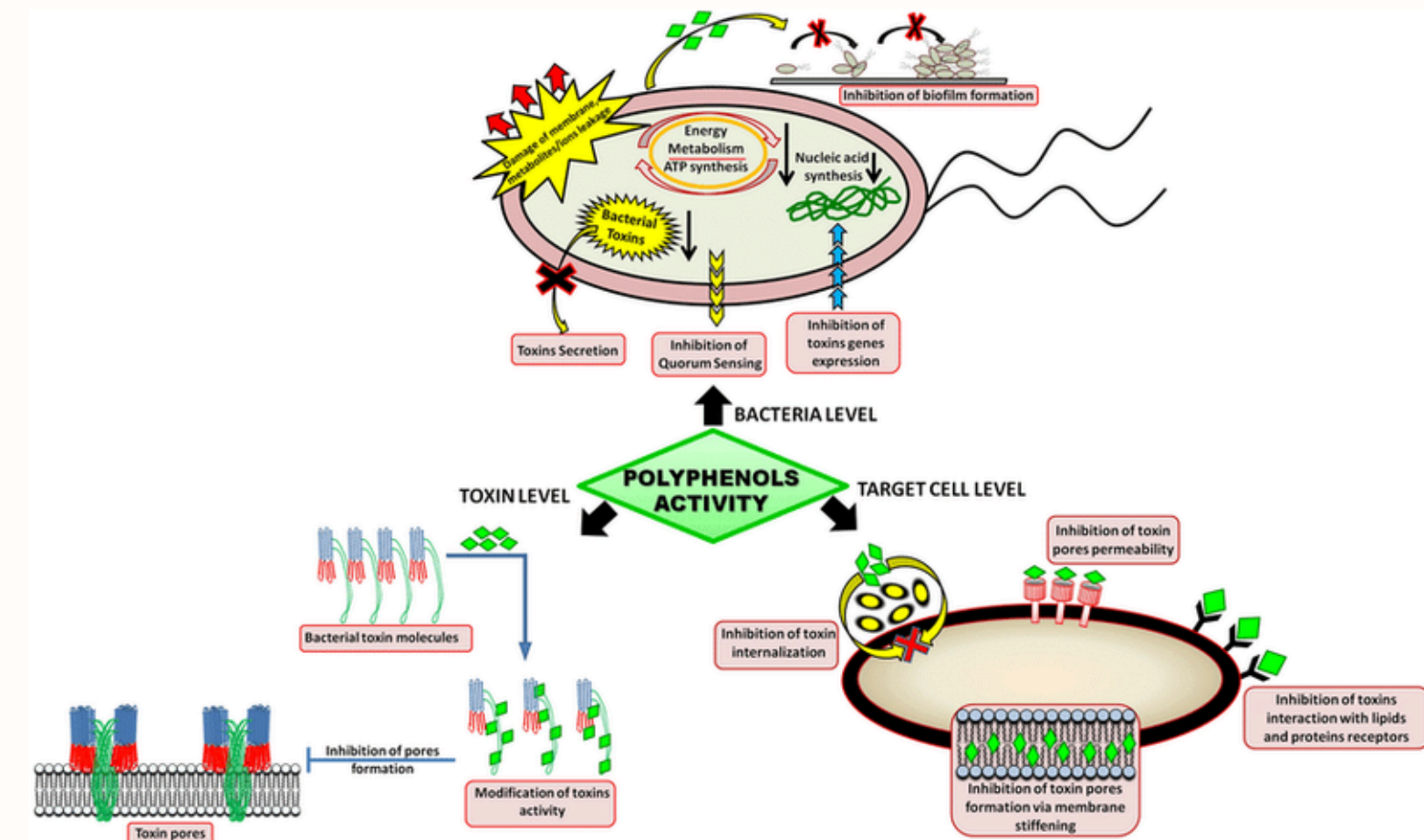
1. Introducción
 2. Objetivos
 3. Metodología
 4. Resultados
 5. Análisis de resultados
 6. Conclusiones
 7. Agradecimientos
 8. Referencias
- 

INTRODUCCIÓN

Actualmente una de las principales problemáticas que la sociedad enfrenta es la resistencia microbiana a los antibióticos, ya que, los tratamientos disponibles cada vez son menos efectivos ante los diferentes microorganismos patológicos causantes de las enfermedades, debido a la expresión de diferentes mecanismos de resistencia en las bacterias.

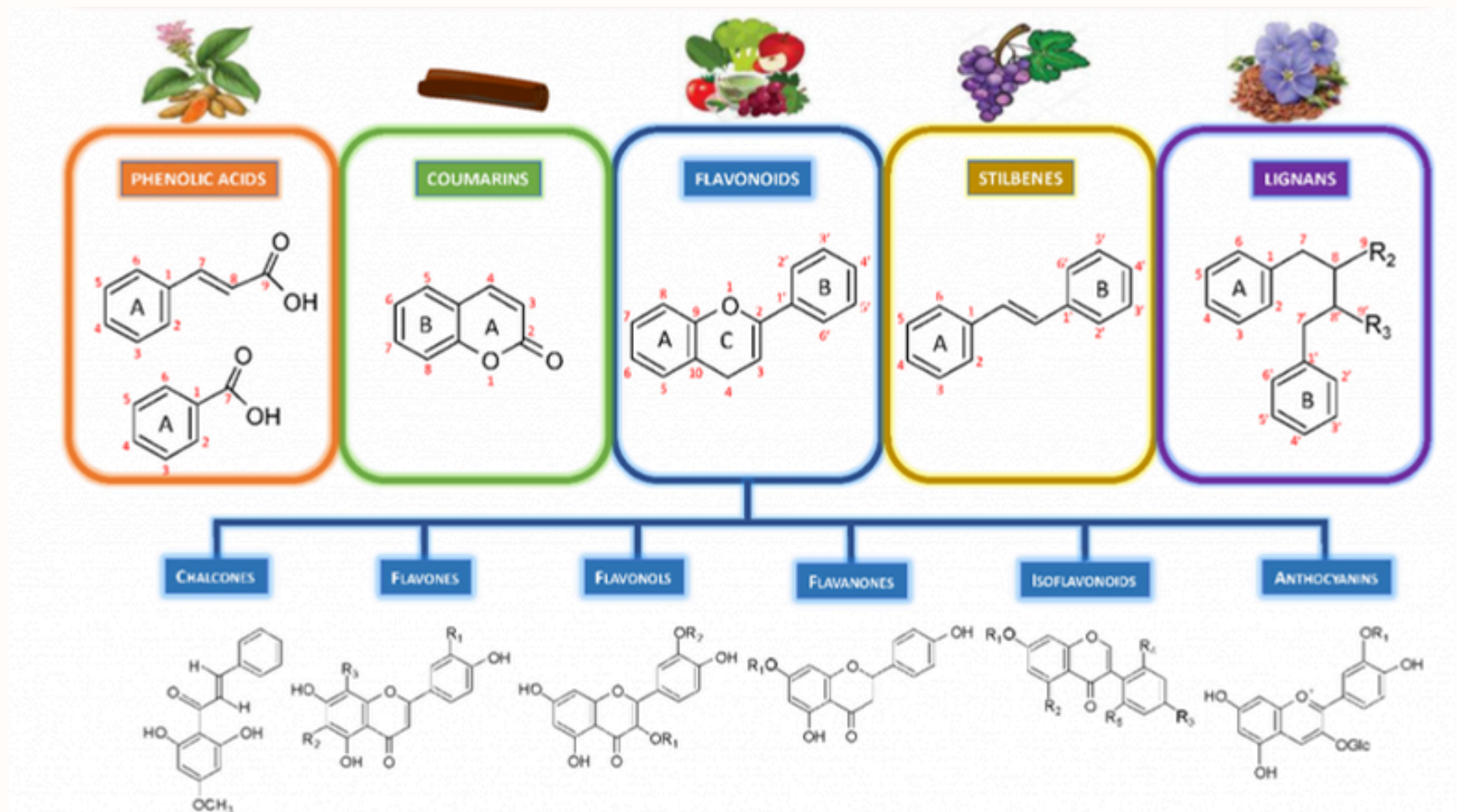


Para ello se han buscado alternativas a los tratamientos actuales, como lo es el empleo de Polifenoles (PFT), debido a que, estos compuestos pueden alterar la hidrofobicidad y la carga superficial de la membrana celular bacteriana, causando así la ruptura local o la formación de poros en la membrana celular (Liu et al., 2024).



PFT

Los PFT son compuestos orgánicos los cuales contienen en su estructura múltiples grupos fenólicos, formados por un grupo hidroxilo (-OH) unido a un átomo de carbono de un anillo aromático, así mismo, estos pueden formar ésteres, éteres u otros enlaces C-C mediante otros grupos funcionales creando polifenoles más complejos.

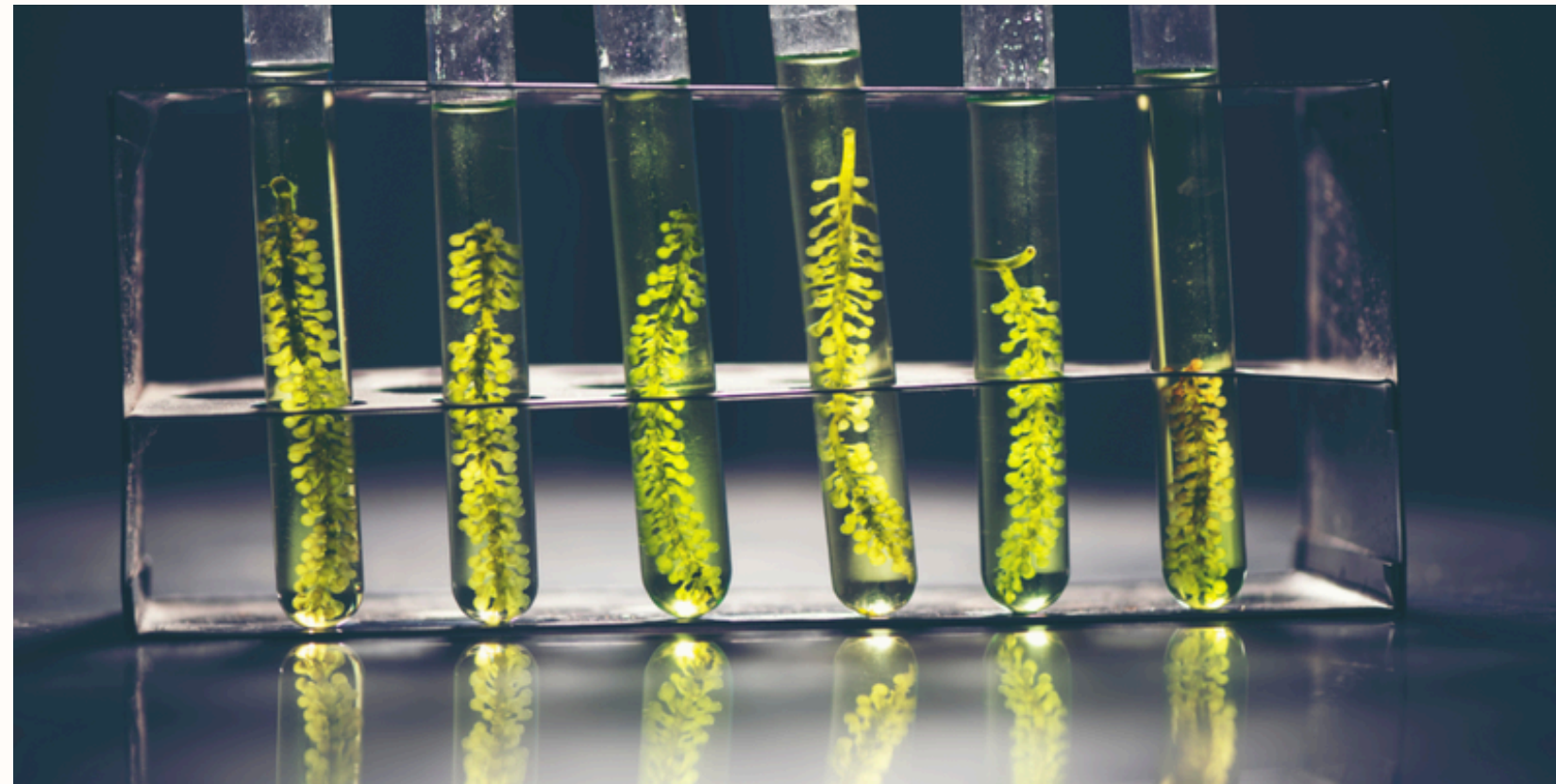




Los PFT se encuentran en el Sargazo, el cual es un alga (*Sargassum fluitans* / *Sargassum natans*) que en las costas de México lo consideran como “basura marina”, sin embargo, puede ser empleado como materia prima para extraer estos compuestos.



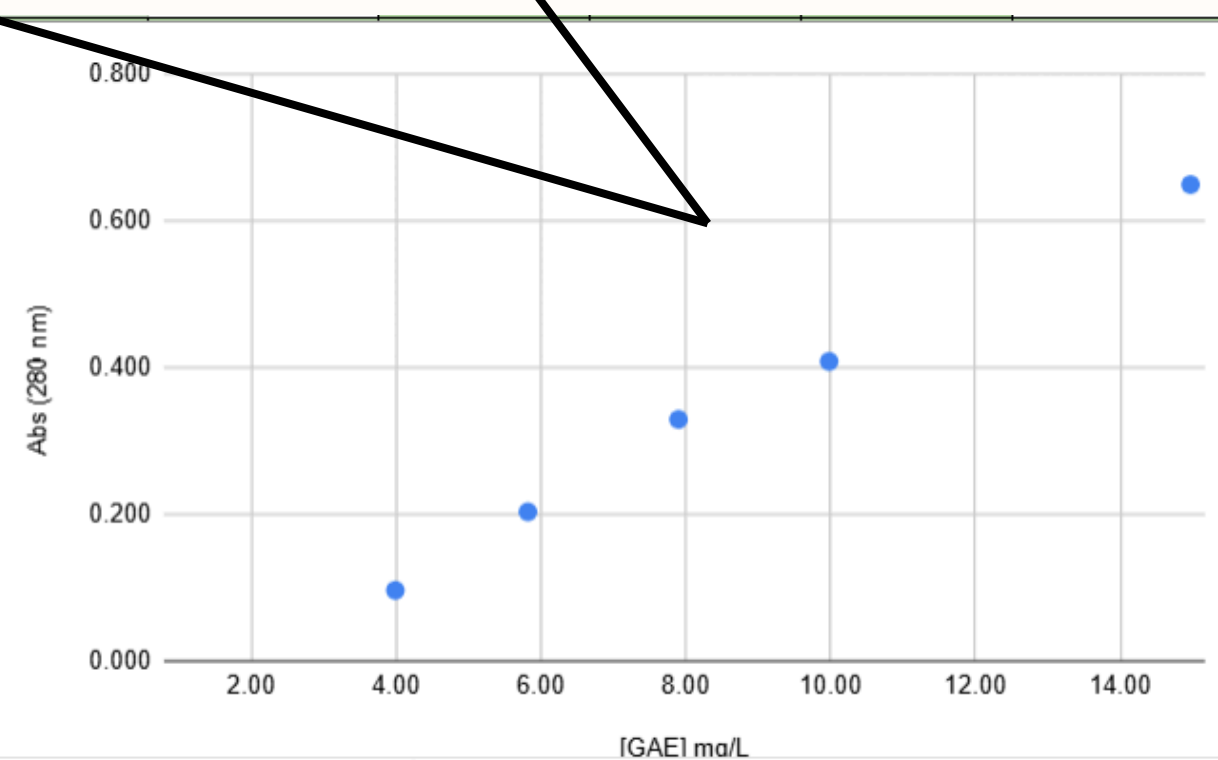
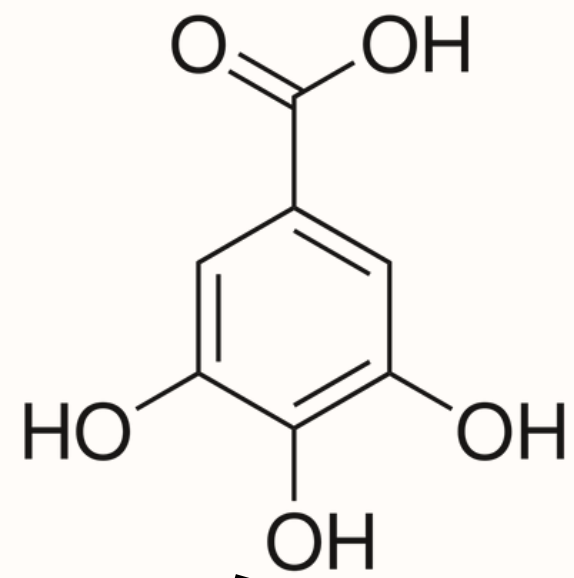
MACROALGAS



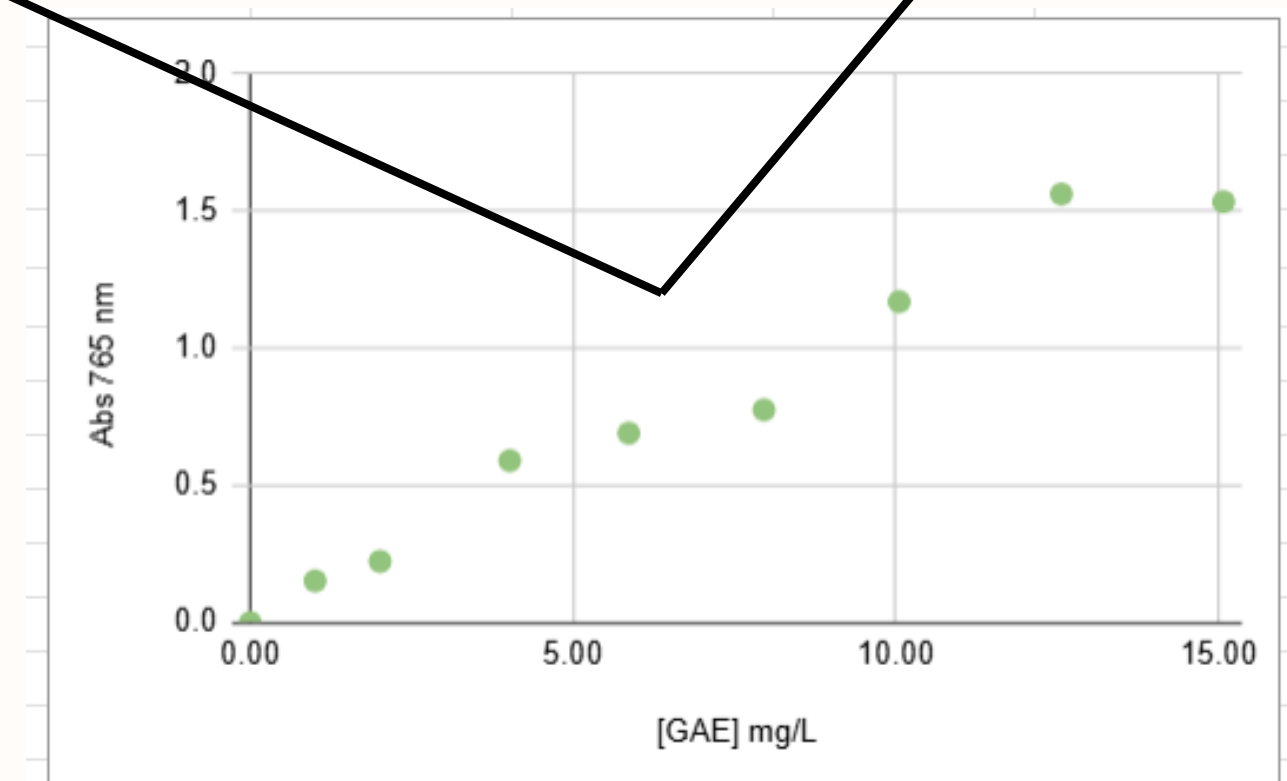
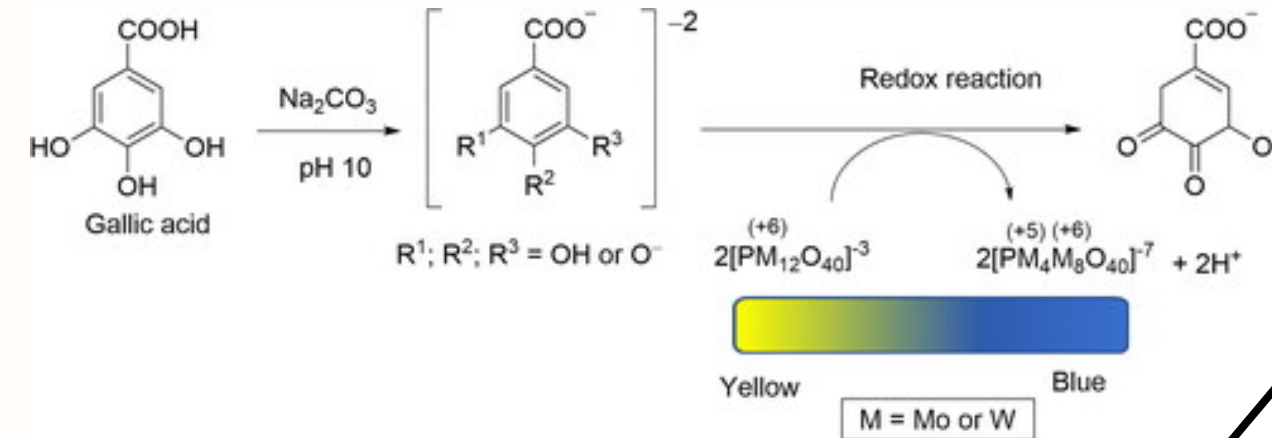
Las macroalgas son organismos fotosintéticos multicelulares que habitan principalmente en ambientes marinos costeros y, en menor medida, en cuerpos de agua dulce. Se caracterizan por su tamaño macroscópico, a diferencia de las microalgas.

CUANTIFICACIÓN DE PFT

Método Directo



Método Folin - Ciocalteu





OBJETIVOS



General

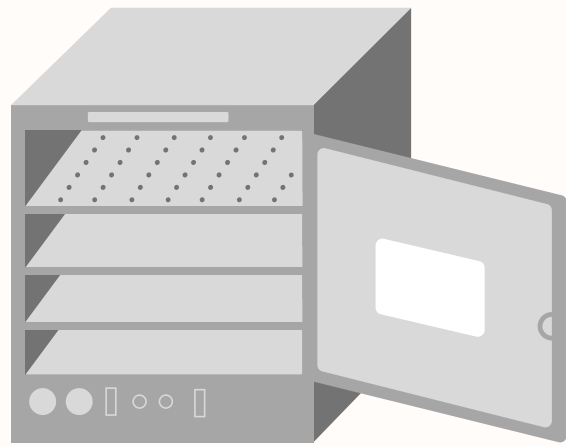
- Investigación formativa en el tema.
- Identificar estudios reportados de análisis cualitativo y cuantitativo realizados a muestras de macroalgas
- Propuesta de diseño experimental para el análisis cuantitativo de muestra de macroalga comestible, empleando Espectrofotometría UV-Vis.
- Elaboración de Infografía y Presentación de Seminario, para difundirse en el repositorio Institucional AMyD: <https://amyd.quimica.unam.mx/course/view.php?id=459&ion=2-ifyeditingon=1>

Específicos

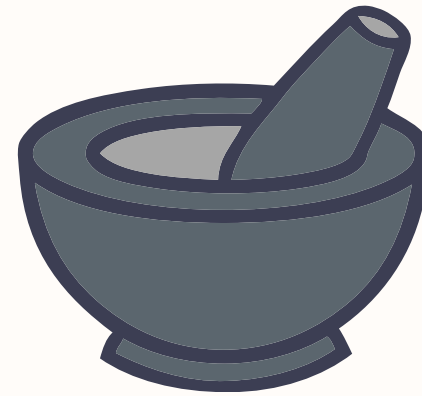
- Comparar los métodos analíticos empleados para el análisis cuantitativo de PFT en *S. Fluitans*.
- Cuantificar mediante el método directo y el metodo de Folin- Ciocalteu los PFT en *S. fluitans*
- Explorar el potencial de las macroalgas como fuentes alternativas de nutrientes o compuestos funcionales.

METODOLOGÍA MÉTODO DIRECTO

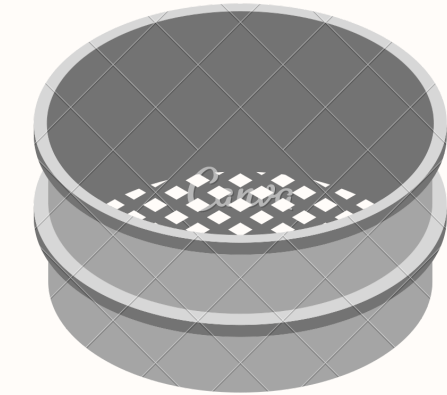
Tratamiento de la muestra



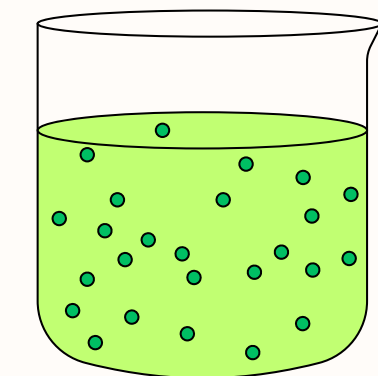
Secado de la muestra
(*S. fluitans*)
(60 °C durante 3 h)



Reducción de tamaño de
partícula



Tamizado



Extracción durante 24 h en
EtOH (70%)



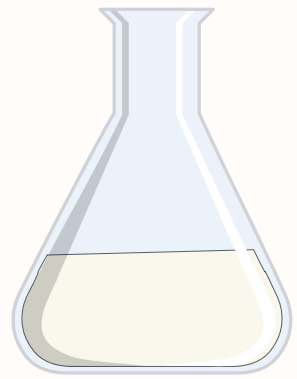
Centrifugación y filtración



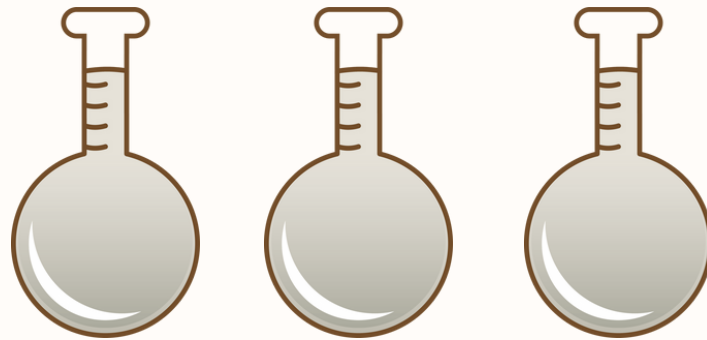
Aforo a 25.0 mL con EtOH
70%

METODOLOGÍA DEL MÉTODO DIRECTO

Curva Estándar



Estándar de ácido gálico

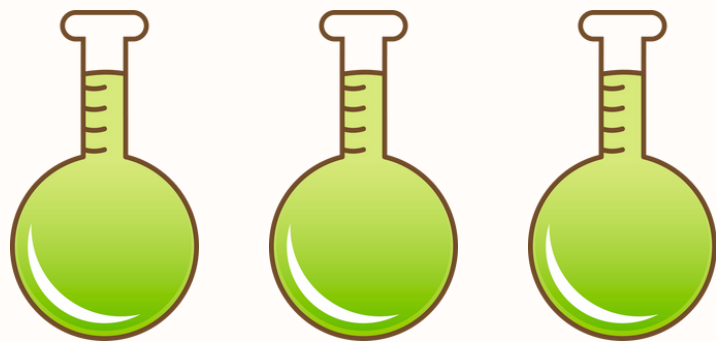


Realizar la curva de calibración



Lectura a 280 nm

Lectura de las muestras



Tomar las muestras previamente
aforadas y colocarlas en celda de
cuarzo

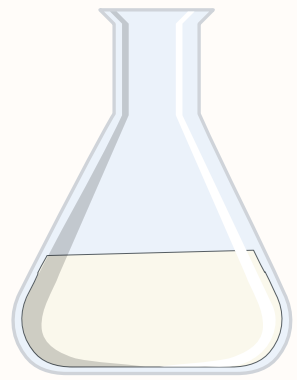


Lectura a 280 nm

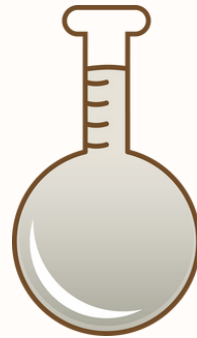
METODOLOGÍA DEL MÉTODO COLORIMÉTRICO FOLIN - CIOCALTEU

Tratamiento de la muestra

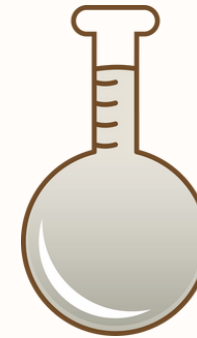
Curva Estándar



Estándar de ácido gálico



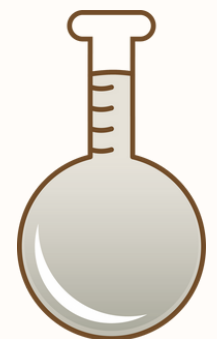
Recubrir los matraces con aluminio



Agregar solución stock + RFC + Na_2CO_3



Incubar a t. ambiente durante 5 min



Aforar a 25.0 mL con EtOH 40%

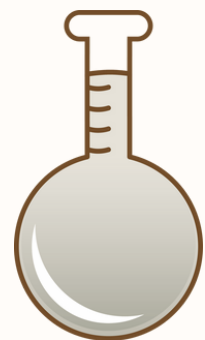


Incubar a t. ambiente durante 2 h en oscuridad

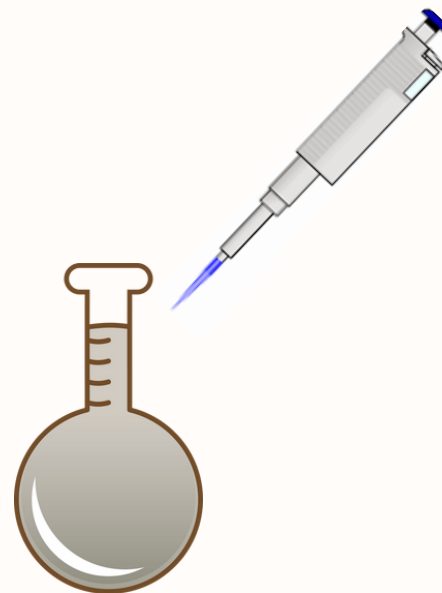


Lectura a 765 nm

Lectura de las muestras



Recubrir los matraces
con aluminio



Agregar extracto de biomasa +
RFC 2.0 mol/L + Na_2CO_3 1.0 mol/L



Incubar a t_{amb} durante
5 min



Aforar a 25.0 mL con
EtOH 40%



Incubar a t_{amb} durante 2
h en oscuridad



Lectura a 765 nm

RESULTADOS

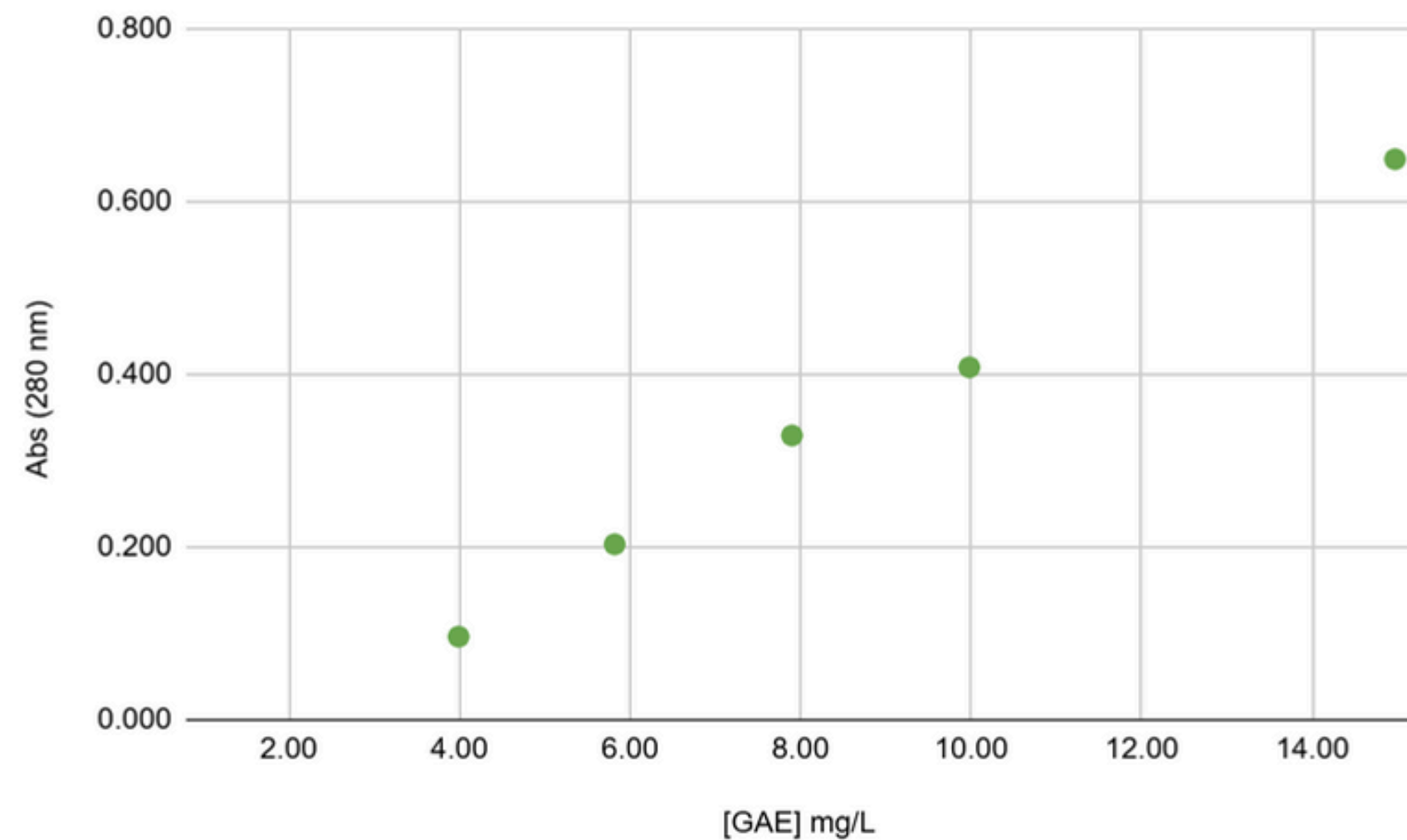


Figura 1.1 Curva STD GAE mediante método directo

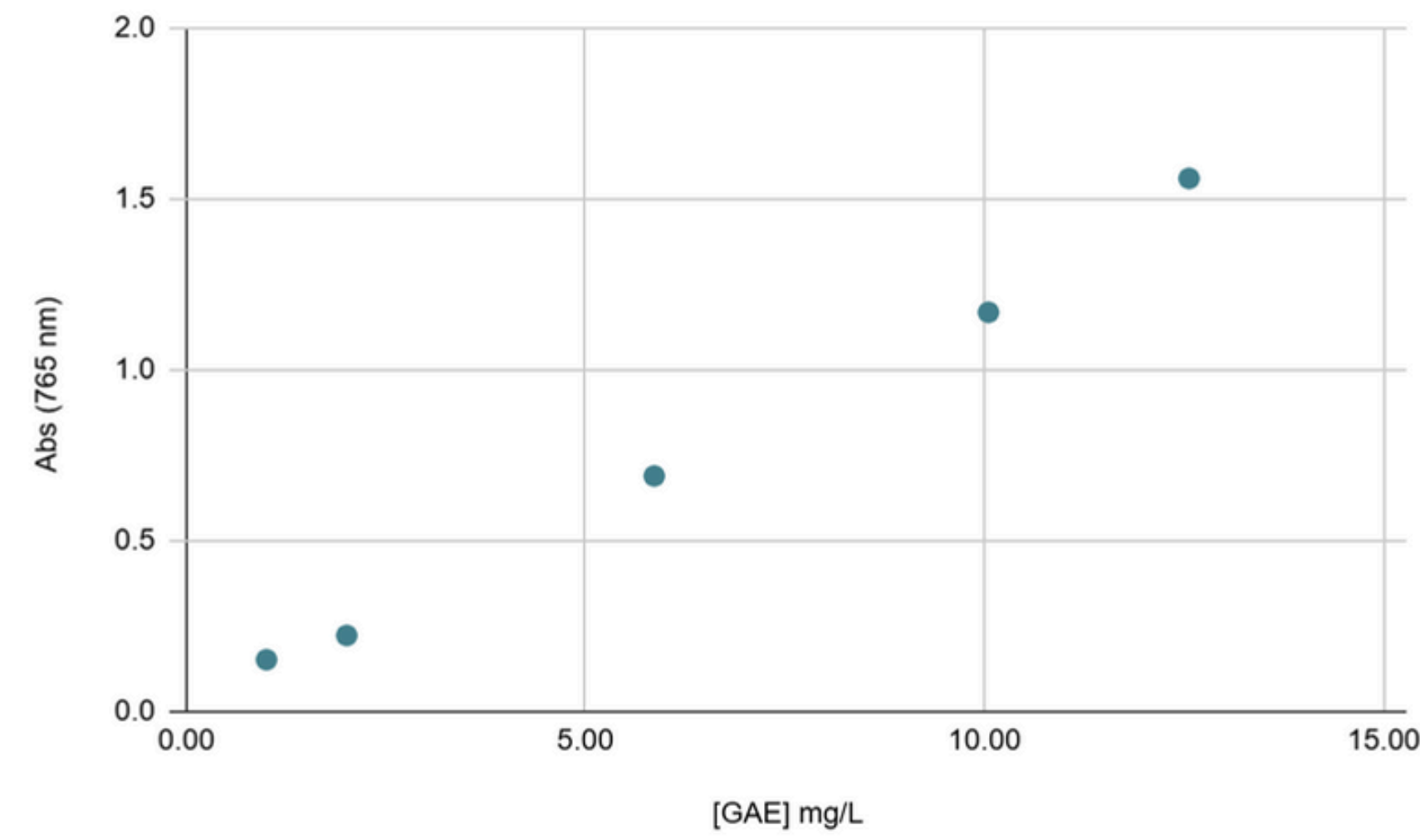


Figura 1.2 Curva STD GAE mediante método Folin - Ciocalteu

RESULTADOS

Tabla 1.1. PFT en *S. fluitans*

<i>S. Fluitans</i>	Método Directo	Método FC	Valor reportado
PFT (mg/g)	0.95	5.76	7.45 (Erniati et al., 2024).

Tabla 1.2. Evaluación de exactitud y precisión de métodos

	Método Directo	Método FC
% Recuperación	58.17	96.66
% RSD	0.45	1.17

ANALISIS DE RESULTADOS

Al comparar ambos métodos podemos observar que el método de Folin Ciocalteu (FC) tiene una mayor capacidad para cuantificar PFT, debido a que el método directo presenta mayores interferencias (turbidez, proteínas, azúcares u otros metabolitos pueden absorber o dispersar la luz en la misma región espectral, afectando la lectura) debido a la matriz compleja del *S. fluitans*, esto debido a que distintos compuestos también absorben en esa región del espectro UV (280nm) es por esto que es un método menos selectivo en comparación con el Folin Ciocalteu debido a que el Reactivo de Folin Ciocalteu reacciona selectivamente con los PFT, cuantificando así el complejo resultante de dicha reacción.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Así mismo el método de FC presenta una mayor exactitud en comparación al método directo por lo que no se podría cuantificar de manera confiable los PFT, sin embargo, se podría emplear para evaluación preliminares, ya que, presenta una buena precisión igual que el método de FC, además de que conlleva menos tiempo.

CONCLUSIONES

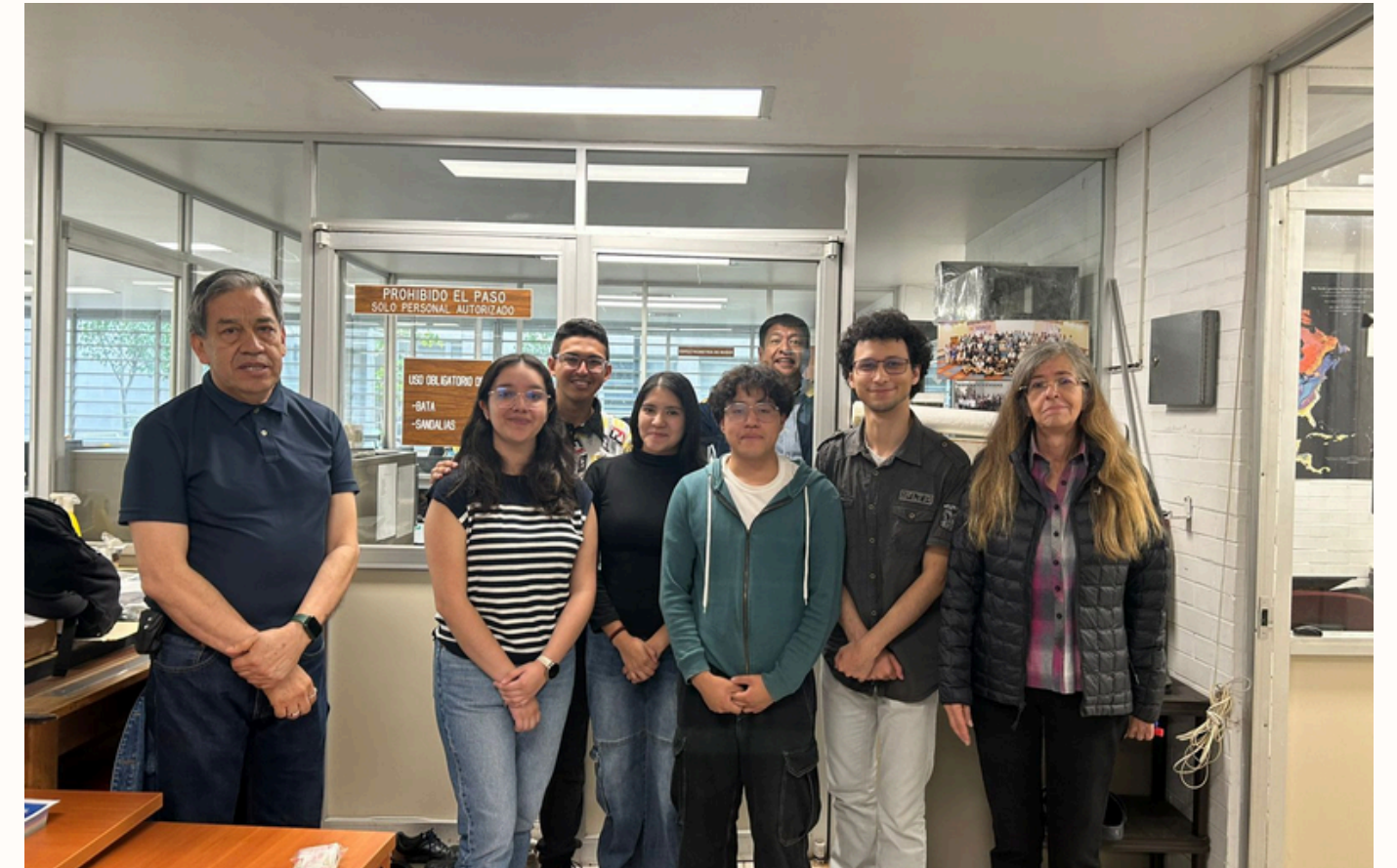
Con lo mencionado anteriormente podemos decir que el método de FC es un método preciso y exacto, mientras que el método directo solo es preciso, lo cual nos lleva a preferir el método de FC para cuantificar de manera confiable los PFT en algas.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

Manejo del multiparamétrico



Visita al LUGIS (Lab. Universitario de geofísica isotópica)



AGRADECIMIENTOS

- Proyecto PAPIME PE201324.
- Dr José L. Glz. Chávez.
- Dra. Anaí Chiken S.
- QFB Elizabeth Antonio M.
- Dra. Verónica Monroy.
- Mta. Silvia Citlalli Gama González.
- Dra. Minerva Monroy Barreto.
- Mto. Juan Rolando Vázquez Miranda.
- Mto. Alberto Colín Segundo.

PECI Macroalgas 2025-2

Est. en QFB. Silva-Mata Danna E.

Pas. QI. Vitela-Escudero, Francisco I.

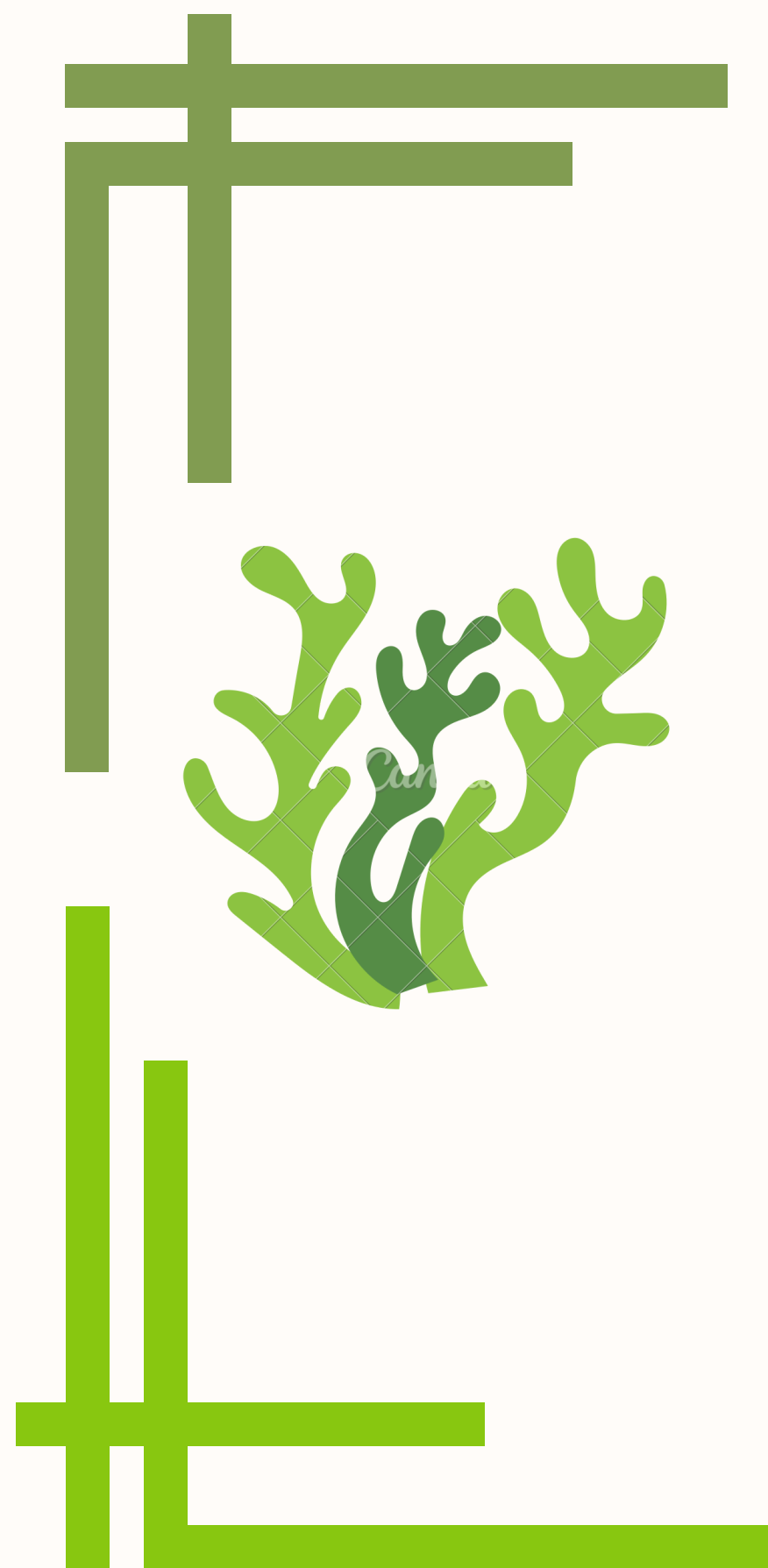
Est. en IQ Facundo-Tovar, E.A.

REFERENCIAS

- Cheynier, V. (2012). Phenolic compounds: From plants to foods. *Phytochemistry Reviews*, 11, 153–177. <https://doi.org/10.1007/s11101-012-9242-8>
- Singleton, V. L., Orthofer, R., & Lamuela-Raventós, R. M. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin–Ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology*, 299, 152–178. [https://doi.org/10.1016/S0076-6879\(99\)99017-1](https://doi.org/10.1016/S0076-6879(99)99017-1)
- Kadam, S. U., Tiwari, B. K., & O'Donnell, C. P. (2015). Extraction, structure and biofunctional activities of laminarin from brown algae. *International Journal of Food Science & Technology*, 50(1), 24–31. <https://doi.org/10.1111/ijfs.12692>
- Machado, A. L., Valdivia, C. A., et al. (2020). Valorization of *Sargassum spp.* biomass: A sustainable source of bioactive compounds. *Algal Research*, 50, 102023. <https://doi.org/10.1016/j.algal.2020.102023>
- Liu, Y., Shi, Y., Zhang, M., Han, F., Liao, W., & Duan, X. (2024). Natural polyphenols for drug delivery and tissue engineering construction: A review. *European Journal Of Medicinal Chemistry*, 266, 116141. <https://doi.org/10.1016/j.ejmech.2024.116141>
- Safer, A., Afzal, M., Nomani, M., & Mousa, S. (2012). Green Tea Extract in the Management of Hepatic Fibrosis. En Elsevier eBooks (pp. 903-909). <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-384937-3.00076-8>
- Li, W., Chen, H., Xu, B., Wang, Y., Zhang, C., Cao, Y., & Xing, X. (2023). Research progress on classification, sources and functions of dietary polyphenols for prevention and treatment of chronic diseases. *Journal Of Future Foods*, 3(4), 289-305. <https://doi.org/10.1016/j.jfutfo.2023.03.001>
- Ignat, I., Volf, I., & Popa, V. I. (2011). A critical review of methods for characterisation of polyphenolic compounds in fruits and vegetables. *Food Chemistry*, 126(4), 1821–1835. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.12.026>
- Cheng, A., Yan, H., Han, C., Chen, X., Wang, W., Xie, C., Qu, J., Gong, Z., & Shi, X. (2014). Acid and alkaline hydrolysis extraction of non-extractable polyphenols in blueberries optimisation by response surface methodology. *Czech Journal Of Food Sciences*, 32(3), 218-225. <https://doi.org/10.17221/257/2013-cjfs>

REFERENCIAS

- View of Aktivitas antioksidan dan total fenol rumput laut *Sargassum* sp. dari Perairan Simeulue Aceh. (s/f). Ipb.Ac.Id. Recuperado de <https://journal.ipb.ac.id/index.php/jphpi/article/view/46981/27730>
- Mendez, B., & Amparo, M. (2023, diciembre 12). Actividad antioxidante y contenido de polifenoles en algas pardas de las costas patagónicas. Edu.ar. <https://repositoriodigital.uns.edu.ar/handle/123456789/7111>
- Yin, S., Shibata, M., & Hagiwara, T. (2019). Extraction of Bioactive Compounds from Stems of *Undaria pinnatifida* *Food Science And Technology Research*, 25(6), 765-773. <https://doi.org/10.3136/fstr.25.765>
- Pérez, M., Dominguez-López, I., & Lamuela-Raventós, R. M. (2023). The chemistry behind the Folin-Ciocalteu method for the estimation of (poly)phenol content in food: Total phenolic intake in a Mediterranean dietary pattern. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 71(46), 17543–17553. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.3c04022>
- Torres, P., Osaki, S., Silveira, E., dos Santos, D. Y. A. C., & Chow, F. (2024). Comprehensive evaluation of Folin-Ciocalteu assay for total phenolic quantification in algae (Chlorophyta, Phaeophyceae, and Rhodophyta). *Algal Research*, 80(103503), 103503. <https://doi.org/10.1016/j.algal.2024.103503>
- Zhang, L., Peng, C., Wang, P., Xu, L., Liu, J., Xie, X., Lu, L., & Tu, Z. (2023). Hypoglycemic and H₂O₂-induced oxidative injury protective effects and the phytochemical profiles of the ethyl acetate fraction from *Radix Paeoniae Alba*. *Frontiers In Nutrition*, 10. <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1126359>



MUCHAS
GRACIAS

