



# ESPECTROFOTOMETRÍA RANGO UV-VIS PARA LA DETERMINACIÓN DE CAPACIDAD DE ADSORCIÓN DE HIERRO EN ALGA WAKAME, DESDE LA QUÍMICA VERDE



Autores:

María Fernanda Leyvas Acosta, Oscar Uriel Rodríguez Pacheco, M. T. de J. Rodríguez S., Carolina Flores Ávila.

LatinChem

Edu21

El presente trabajo se realizó por medio del Programa de Estancia Cortas de Investigación PECO 2022-2, "Química analítica sustentable y espectrofotometría rango visible".

La espectrofotometría UV-Vis, es una técnica analítica que sirve para determinar la concentración de un compuesto en solución. (Díaz et al., s. f.)

La química verde es una práctica que promueve un desarrollo seguro para la salud y el medio ambiente, procurando ser sostenible en recursos, procesos y productos, minimizando riesgos de origen biológico para dar solución a algún problema de la sociedad y la sostenibilidad.

El alga wakame es una macroalga de composición semejante a la del sargazo, ambas macroalgas pertenecen al filo de las algas pardas (Ávila Mosqueda, 2017; Martínez-Hernández et al., 2017) y ambas son capaces de adsorber metales.

El alga wakame al ser capaz de adsorber metales, se denomina como biosorbente. La biosorción es el proceso reversible rápido, pasivo de adsorción de una sustancia química en una superficie de origen biológico; esta capacidad permite describir la cantidad de sustancia química, que es adsorbida en un gramo de biomasa, para el Fe (II) se reporta un valor menor a 4.37 mg/g. (Gautam et al., 2014; Plaza-Cazón, 2012).

Los polifenoles son moléculas orgánicas complejas sintetizadas por las plantas a partir de moléculas más sencillas. Se caracterizan por presentar más de un grupo fenol en su estructura. Los polifenoles que posee el té verde son variados con diferentes propiedades como lo son: taninos, catequinas, teaflavinas, flavonoides y antocianidinas, sin embargo existe uno en mayor cantidad y propenso a reaccionar con un metal para formar el complejo, metal- polifenol, llamado catequina con un porcentaje en peso de sólidos del 30-42 %. (ecocultivos, 2021).

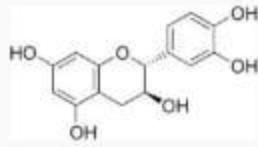


Figura 2. Estructura química del polifenol catequina.

Para poder cuantificar la cantidad de Fe (III) adsorbido por la biomasa, la técnica analítica a utilizar es la espectroscopia UV-Vis, se pueda observar un máximo aproximado de longitud de onda entre 500-540 nm, como podemos observar en el Gráfico 1.

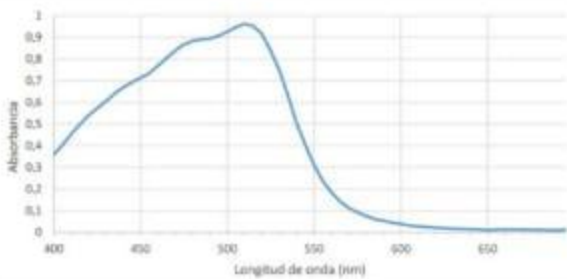


Gráfico 1. Espectro UV-Vis de Fe(III) en presencia de polifenoles. (patos, s.f)

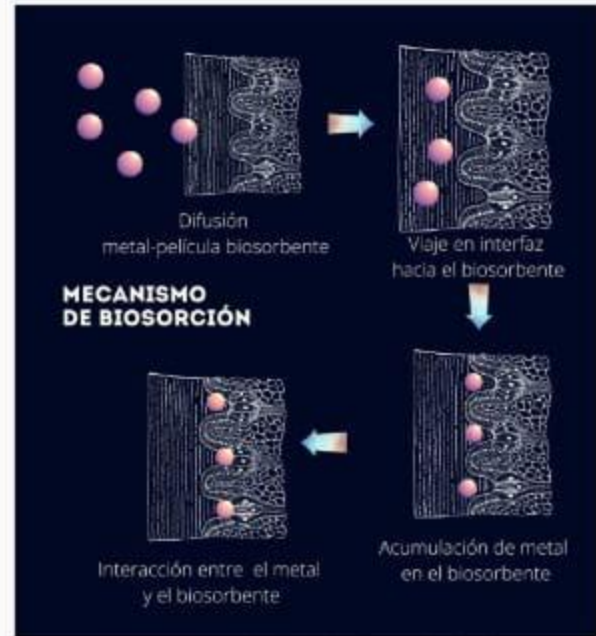


Figura 1. Mecanismo del proceso de biosorción (Plaza-Cazón, 2012)

Conociendo los principios de la química Verde, se desarrollará una propuesta de práctica para la asignatura de Análisis Experimental II (1700), introduciendo al alumno en el empleo de la técnica de espectrofotometría de UV-Vis, para la determinación de adsorción de Hierro en el alga Wakame.

### OBJETIVOS

- \*Estudiar la capacidad de adsorción en una matriz vegetal (alga Wakame), mediante la técnica analítica UV-Vis.
- \*Identificar los principios de Química verde que se han adaptado en este estudio.
- \*Identificar campo de aplicación de la propuesta analítica desarrollada.

## METODOLOGÍA

### Materiales y equipo:

- Balanza analítica
- Centrifugadora
- Espectrofotómetro comercial V770.
- Prototipo de espectrofotómetro.
- Té verde marca McCormick.
- Alga wakame presentación comercial
- Disolución de cloruro de hierro (III)
- Disolución amortiguadora de ácido acético/acetato 0.2 M
- Un blanco de solución amortiguadora de acetatos 0.2 y reactivo natural de té verde.

### Preparación de disoluciones

Preparar 5 disoluciones patrón de 10, 20, 30, 40 y 50 ppm de complejo de polifenol de hierro con té verde, cloruro de hierro (II) y buffer de ácido acético/ acetato (Flores Ávila et al., 2021). Preparar disolución patrón de 21 ppm sin agregar té verde

### Preparación de Wakame



Figura 4. Trituración de la alga Wakame

Triturar alga wakame y pesar 1g, colocándose en un vaso de precipitados, la disolución y el alga triturada por 10 minutos con agitación constante. El alga se hidratará, por lo que el volumen de la disolución disminuirá.

### Biosorción



Figura 5. Proceso de biosorción de Fe(II)

Al tubo falcon, agregar wakame con disolución de hierro, posteriormente centrifugar por 10 min, esto permitirá la separación de fases.

### Cuantificación de especie adsorbida



Figura 6. Análisis espectrofotométrico en el equipo comercial y prototipo.

Realizar mediciones con espectrofotómetro comercial y prototipo en un rango de 400 a 700 nm. Para poder realizar una curva de calibración con ayuda de las disoluciones patrón y sus máximos de absorbancia.

Formar complejo polifenolico con el metal, con ayuda de la disolución de hierro tratada y reactivo natural de té verde.

La ley de Lambert-Beer establece la relación existente entre la absorbancia de una disolución a una determinada longitud de onda y la concentración de una especie absorbente.

$$A = \epsilon \cdot b \cdot C$$

Donde:  
A: absorbancia de la disolución a una longitud de onda dada (dimensional)  
 $\epsilon$ : coeficiente de absorción molar (M<sup>-1</sup>cm<sup>-1</sup>)  
b: longitud de paso de la sonda (cm)  
C: concentración de la disolución (M)

Figura 7. Ley de Beer (Lambert-Beer, s. f.)

Con ayuda de la siguiente ecuación, tendremos la capacidad de adsorción del alga wakame con presencia del ion Fe(III)

Donde:

$$q_t = \frac{(C_0 - C_t)V}{m}$$

- $q_t$ : Capacidad de adsorción (mg/g)
- $C_0$ : Concentración inicial del soluto (adsorbato) en la solución. (mg/l)
- $C_t$ : concentración final del soluto (mg/L)
- V: volumen de solución (en L)
- m: masa del adsorbente (g)

Equación 1. Cálculo de capacidad de adsorción (Manas Cutervo et al., 2016)

## Resultados y discusión

La capacidad de adsorción de la matriz vegetal se verá reflejada en los resultados con ayuda de diferencias de adsorbancias entre en blanco y las disoluciones tratadas de cloruro de hierro (II) a las diferentes concentraciones propuestas.

La química verde fue identificada en el proceso, ya que tanto los reactivos para mantener el medio en un pH adecuado y la solución para la formación del complejo polifenol-hierro, son amigables con el medio ambiente, el cual se puede utilizar para la remoción de metales pesados que pueden estar presentes en las aguas marítimas.

## Conclusión

Se espera que el valor de la capacidad de adsorción sea menor o igual a 4.37 mg/g, para ambos equipos, tanto para el espectrofotómetro comercial, como para el prototipo.

La química verde, está implementada en el buffer de acetatos, ya que no contamina al medio ambiente y no genera residuos peligrosos, también las disoluciones de Cloruro de Hierro (III), que de igual manera cumplen con ambos requisitos, por último el té verde es natural, no es tóxico.

En el mundo, los países costeros tienen un continuo problema con la excesiva cantidad de algas pardas que se generan en el mar, para darle un buen uso a estos organismos, se podría pensar en esta técnica, biosorción de metales pesados, y así poder descontaminar dichos mares de tanto metal que existen en estos, dado a su contaminación.

## AGRADECIMIENTOS

- PAPIPE 2025622

## Bibliografía

- Ávila Mosqueda, V. (2017). *La alga wakame y su uso en la cocina japonesa: Caracterización y potencial bioquímico de las antocianinas de las algas wakame y su uso en la cocina japonesa*. Tesis para obtener el grado de licenciada. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Blanco, R., Ruiz, A. S., Simón, E. C., Galindo, E. G., Pérez, J. J., Miranda, J. V., Meléndez-Hidalgo, F. T., & Sierra, T. G. (s. f.). *Química verde: principios de sostenibilidad y aplicaciones*. (s. f.).
- ecocultivos. (2021). *Qué es el té verde*. (s. f.). Recuperado de: <https://www.ecocultivos.com/que-es-el-te-verde/>
- Flores Ávila, C., Flores Ávila, C., Rodríguez Pacheco, O. U., Rodríguez S., M. T. de J., & Flores Ávila, C. (2021). *Propuesta de práctica de laboratorio para la determinación de la capacidad de adsorción de hierro (II) en alga wakame*. (s. f.).
- Gautam, P. K., Mishra, S., & Mishra, S. (2014). *Biosorption of iron (II) by wakame (Ulva lactuca) macroalgae*. (s. f.).
- Manas Cutervo, M., & Cutervo, M. (2016). *Química verde: principios de sostenibilidad y aplicaciones*. (s. f.).
- Martínez-Hernández, C. B., Castañeda, C., & Flores Ávila, C. (2017). *Identificación de los polifenoles de la alga wakame (Ulva lactuca) y su capacidad de adsorción de hierro (II)*. (s. f.).
- Patos, J. F. (s. f.). *La alga wakame y su uso en la cocina japonesa*. (s. f.).
- Plaza-Cazón, J. (2012). *Propuesta de práctica de laboratorio para la determinación de la capacidad de adsorción de hierro (II) en alga wakame*. (s. f.).