



UNIVERSIDAD
CATÓLICA DE
TEMUCO

DEPARTAMENTO DE
PROCESOS INDUSTRIALES
FACULTAD DE INGENIERÍA

Síntesis verde de nanopartículas de hierro (NPsFe) mediante extracto de *Peumus Boldus* y su aplicación en la remoción en medio acuoso de violeta de genciana

INTEGRANTES:

DANIELA JIMÉNEZ

KAREN ZIERATH

IGNACIO VILUGRÓN

PROFESOR GUÍA: DRA. AIXA GONZÁLEZ

Introducción

Richard Feynman (1950)

Nanopartículas(<100nm)

Métodos físicos

Métodos químicos

Coprecipitación, descomposición térmica, o mediante el uso de agentes reductores como borohidruro de sodio (NaBH_4)



Síntesis verde

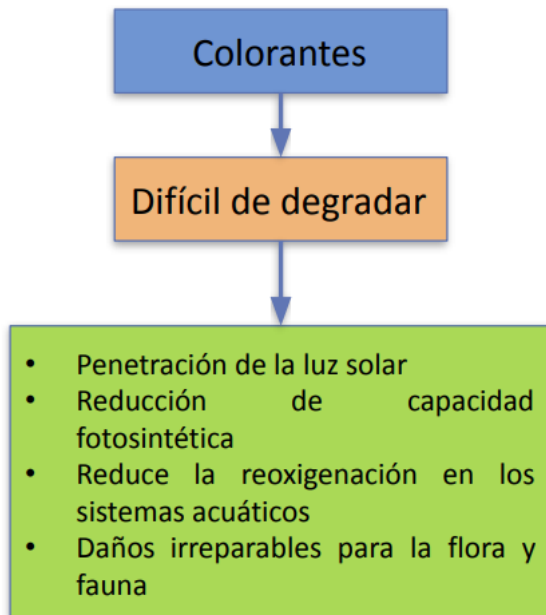
Extractos

- Polifenoles, polisacáridos, aldehídos, proteínas, entre otros.
 - Alto poder antioxidante
- Agentes reductores de iones metálicos
 - Estabilizadores de las NPs



Introducción

Los cuerpos de agua están siendo descargados constantemente por tintes sintéticos de las industrias textil, farmacéutica, alimentaria, del cuero y de la pintura, lo que genera el principal problema ambiental de la contaminación de las aguas residuales (Guimarães et al., 2022)



Objetivo

- Aplicar nanopartículas de hierro, obtenidas mediante el uso de extracto de hojas de *Peumus Boldus*, en la remoción de violeta de Genciana en un medio acuoso.



Metodología

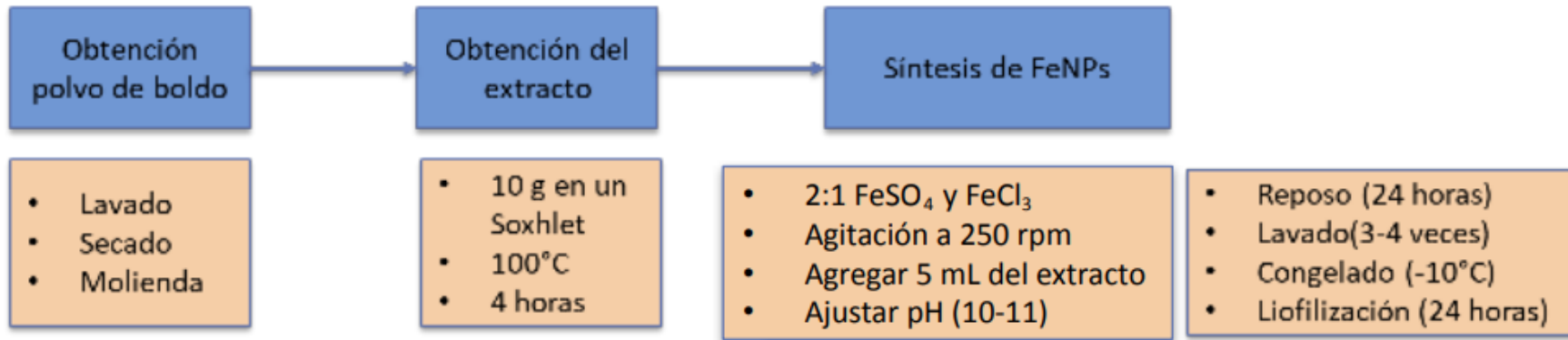


Figura 1: Diagrama de síntesis de nanopartículas de hierro.



Figura 2: Equipo soxhlet, utilizado en el proceso de extracción.

Metodología

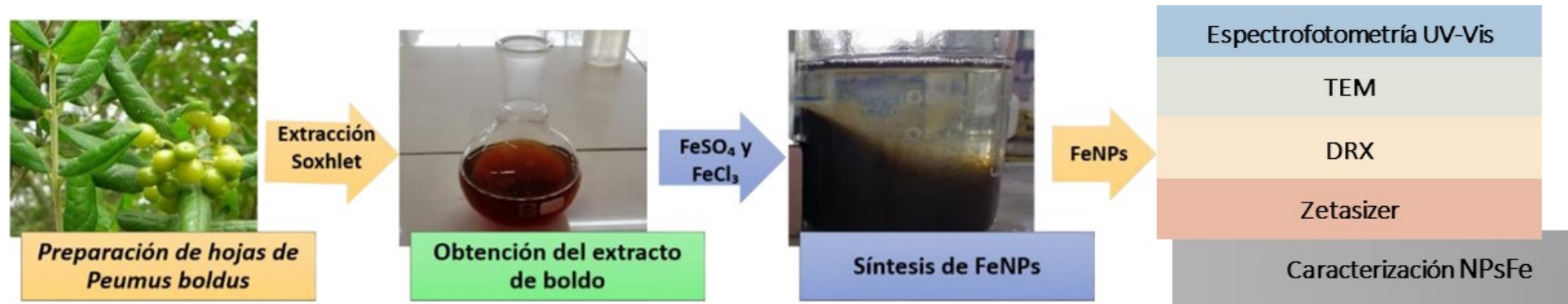
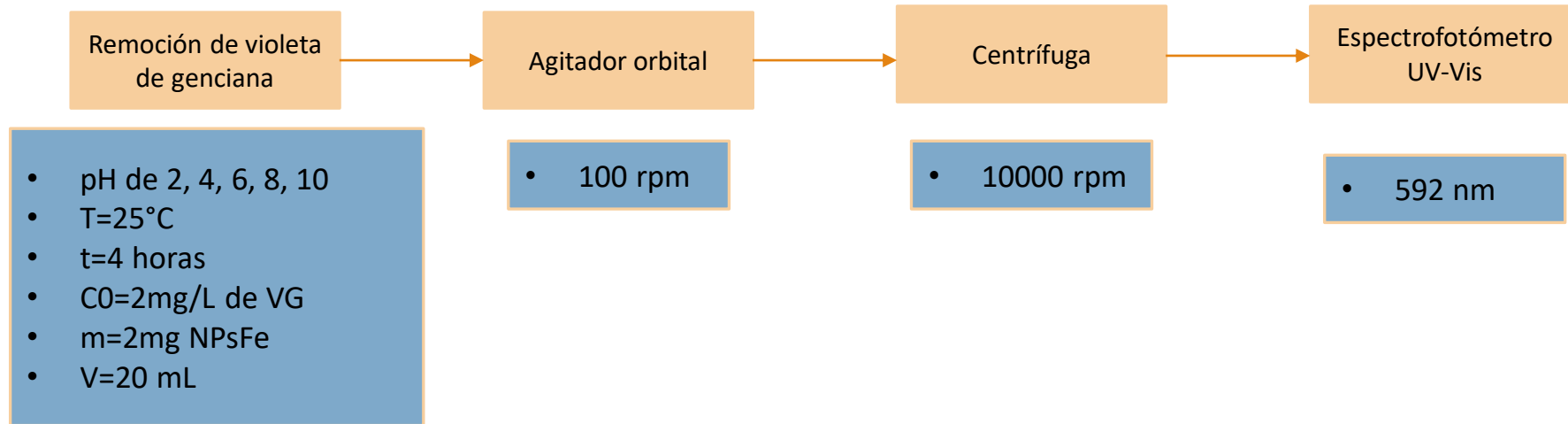


Figura 3: Diagrama resumen de la síntesis de nanopartículas de hierro

Metodología



Determinación de dosis favorable

- 2, 4, 8, 16 y 32 mg

Determinación de tiempo equilibrio

- 30, 60, 120, 240 y 480 min

Metodología

Con los valores de concentraciones obtenidas, se calculó el porcentaje (%R) y la capacidad de remoción (q en mg/g) según lo indicado en las siguientes ecuaciones

$$\%R = 100 \frac{(C_0 - C)}{C_0} \quad \text{Ecuación 1}$$

$$q = V \frac{(C_0 - C)}{m} \quad \text{Ecuación 2}$$

Donde, C_0 y C corresponde a la concentración inicial y final del colorante (mg/L), respectivamente, V es el volumen de la solución en (L) y m es la masa de FeNPs (g)

Resultados

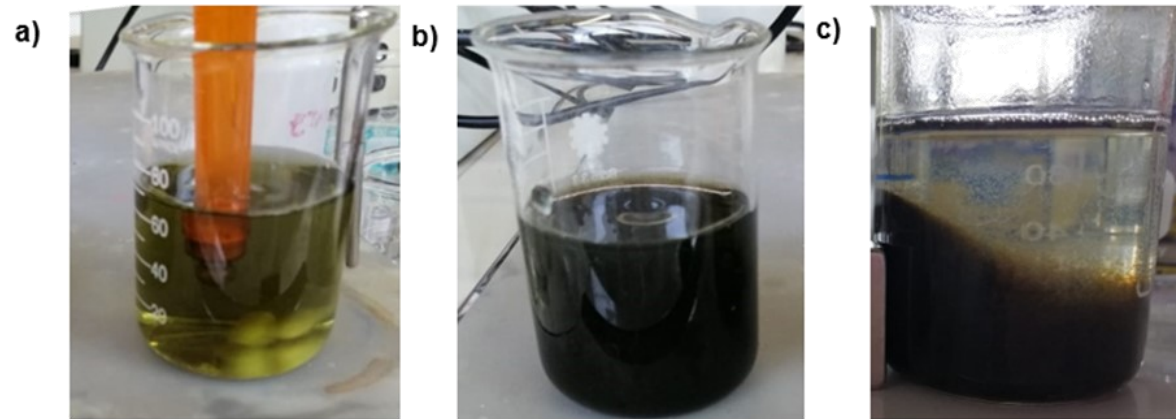


Figura 4: Evolución del color durante la formación de las nanopartículas de Fe (NPsFe)

Resultados

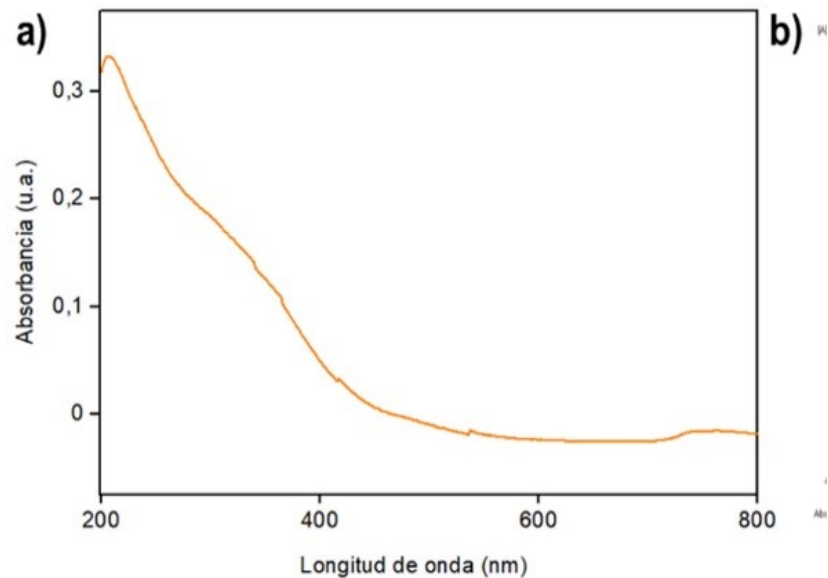


Figura 5: Caracterización mediante espectrofotometría UV-Vis

- La posición exacta del “peak” de la resonancia del plasma superficial de las NPs depende de su tamaño, forma y estabilidad.
- La intensidad de absorción de UV-vis se relaciona con el tamaño de las partículas, ya que se ha demostrado que la intensidad de absorción más alta está asociada con las NPs de menor tamaño.

Resultados

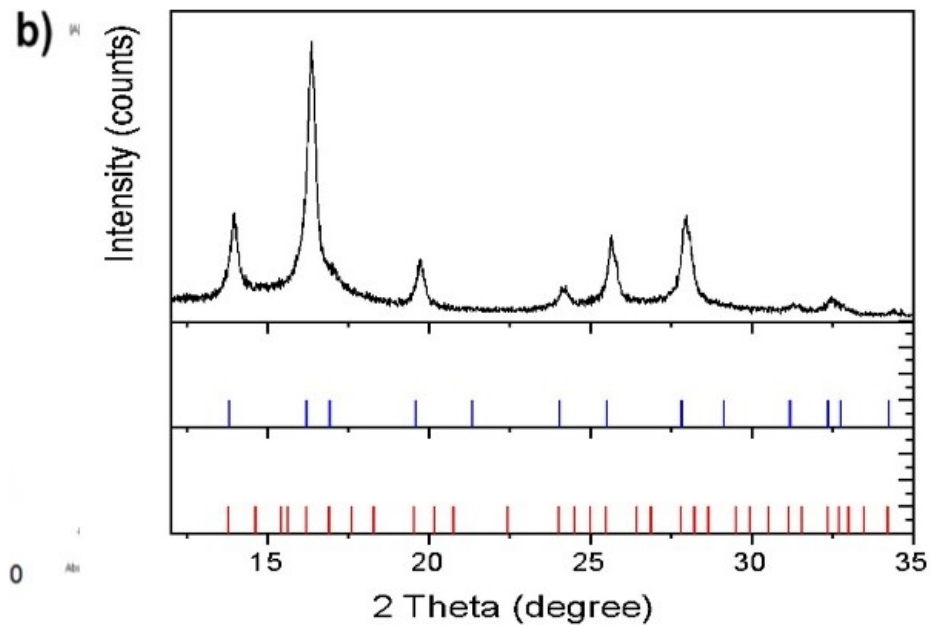
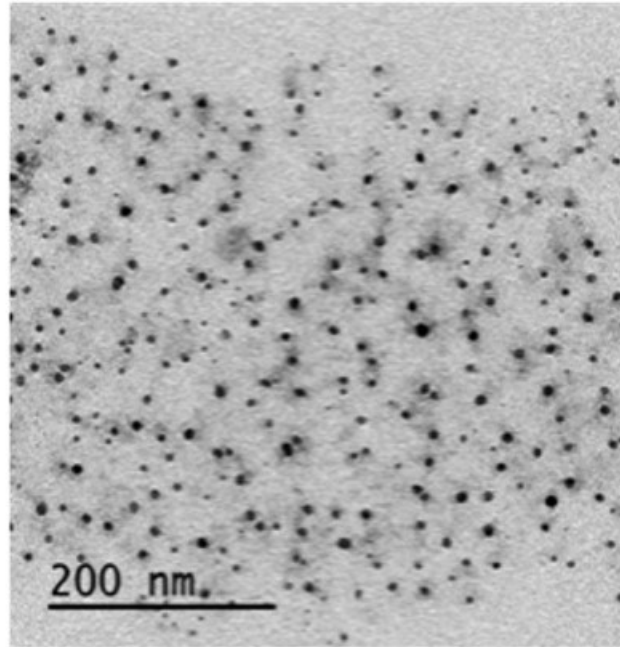
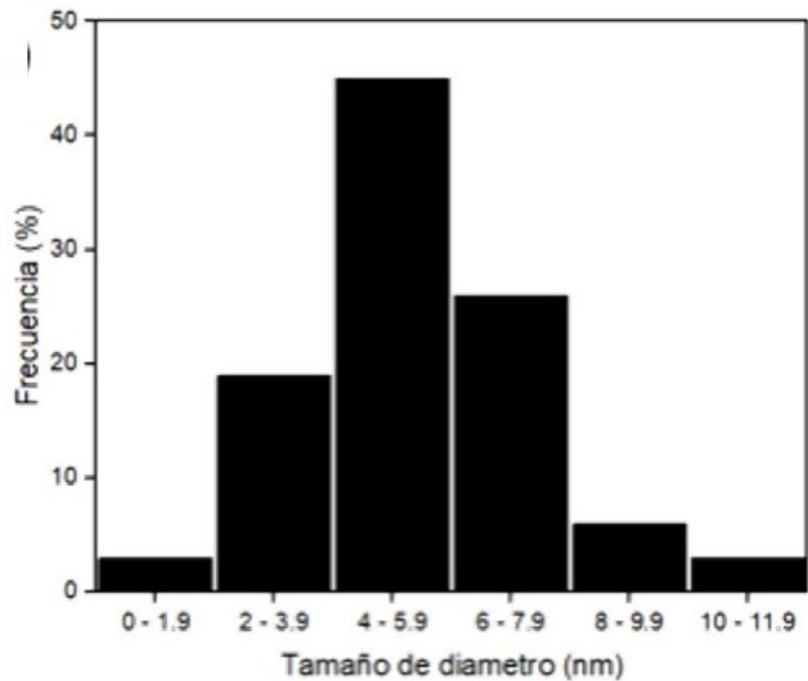


Figura 6: Análisis de XRD

- Magnetita (Fe_3O_4)
- Maghemita ($\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$)
- Es posible indicar que los polvos analizados por el ajuste de sus parámetros son una mezcla de ambos óxidos de Fe, que tienden a las dimensiones de red de la fase maghemita

Resultados



- La figura 7 muestra una clara tendencia a presentar tamaños entre 2 y 7,9 nm, exhibiendo un diámetro promedio de 5,512 nm.
- Se observan nanopartículas con poca aglomeración (Figura 8)
- Además se detecta una especie de película que les bordea, que pudiera ser el residual del extracto de *Peumus Boldus*.
- Respecto a la morfología, la imagen no permite visualizar la tendencia de las nanopartículas, por lo que se deberían analizar a una mayor resolución

Figura 7 y 8: Histograma de la distribución de tamaño de partícula y caracterización mediante TEM

Resultados

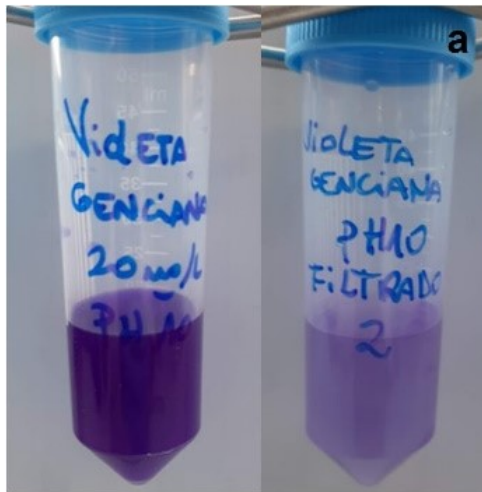


Figura 9: Resultados de los ensayos a diferentes pH

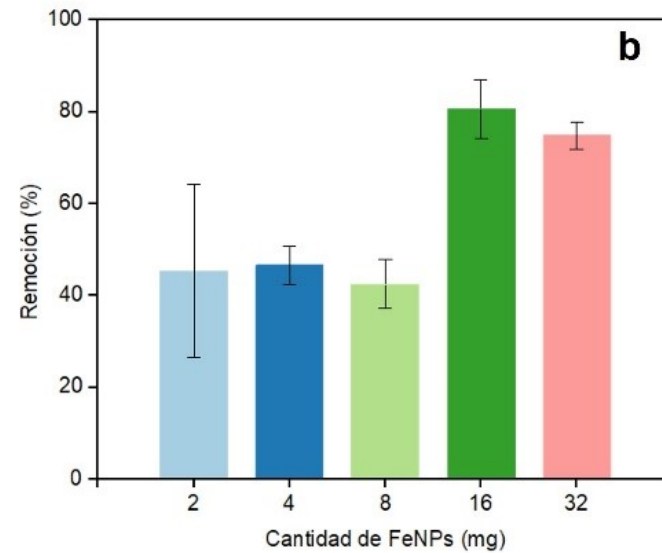


Figura 10: Resultados de los ensayos a diferentes dosis

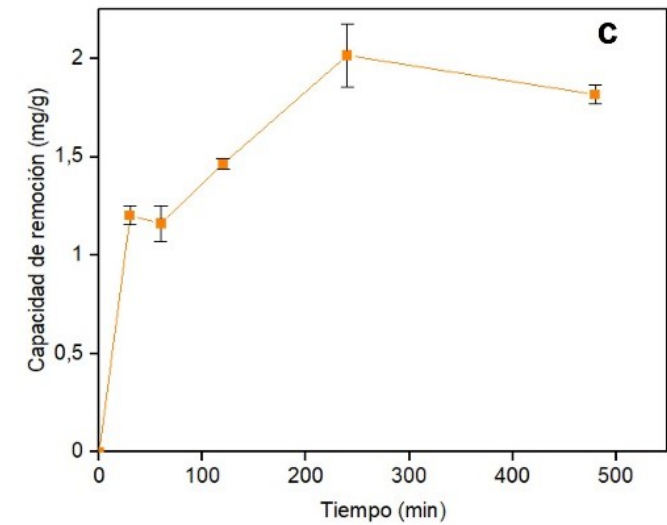


Figura 11: Resultados de los ensayos a diferentes tiempos de contacto

Conclusión

- La síntesis de FeNPs mediada por el uso de extracto de hoja de *Peumus Boldus* fue exitosa, destacando que no se usaron agentes estabilizadores, ni aglomerantes y agentes reductores.
- Desventaja del proceso es la lentitud y la dificultad de escalar el proceso a mayores volúmenes de trabajo.
- La caracterización de las NPsFe permitió conocer que el nanomaterial se acerca a la estructura de maghemita, que presenta un pequeño tamaño que bordea 5,5 nm, pero tiene una alta tendencia a la aglomeración e inestabilidad a medida que se incrementa su tiempo de incubación.
- El mejor rendimiento de las NPsFe fue a un pH de 10, una dosis de 16 mg de nanopartículas por 20 ml de solución y un tiempo de contacto de 240 min, alcanzando una eficiencia en la remoción de 80,7%, pero una capacidad de remoción que no sobrepasa los 2 mg/g.



Figura 12: Rio Medellín, Colombia

Referencias

- Arroyo, G. (2018). Síntesis y caracterización de nanopartículas de plata a partir del extracto de fruto de carrasquilla (*Berberis halli*) y evaluación de su actividad fotocatalítica. Trabajo de titulación previo a la obtención del título de ingeniero en biotecnología, Universidad de las Fuerzas Armadas, Departamento de ciencias de la vida y la agricultura, Sangolquí.
- Avilés, E., & Mendieta, S. (2017). Síntesis de nanopartículas de hierro cerivalente a partir de extractos frutales con propiedades reductoras. “*Prunusserotina subsp*”. Capulí y “*Diospyrosdigyna*”. Zapote negro. Tesis para optar al título de ingeniería química, Universidad de Guayaquil, Facultad de Ingeniería Química, Guayaquil.
- De França, G., Degenhardt, J., Zevallos, L., De Andrade, V., & Soccol, C. (2020). Green biosynthesis of single and bimetallic nanoparticles of iron and manganese using bacterial auxin complex to act as plant bio-fertilizer. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology* 30, 101822.
- De Marco, B., Saú, B., Tótolí, E., Kogawa, A., & Salgado, H. (2019). Evolution of green chemistry and its multidimensional impacts: A review. *Saudi Pharmaceutical Journal*, 1-8
- Elkady, M., Shokry, H., El-Sharkawy, A., El-Subruiti, G., & Hamad, H. (2019). New insights into the activity of green supported nanoscale zero-valent iron composites for enhanced acid blue-25 dye synergistic decolorization from aqueous medium. *Journal of Molecular Liquids* 294, 111628.
- Jagathesan, G., & Rajiv, P. (2018). Biosynthesis and characterization of iron oxide nanoparticles using *Eichhornia crassipes* leaf extract and assessing their 65 antibacterial activity. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology* 13, 90-94.
- Kalra, A., & Gupta, A. (2020). Recent advances in decolourization of dyes using iron nanoparticles: A mini review. *Materials today: proceedings* 36. Part 3, 689-696.

Referencias

- Karpagavinayagam, P., & Vedhi, C. (2019). Green synthesis of iron oxide nanoparticles using *Avicennia marina* flower. *Vacuum* 160, 286-292.
- Khan, I., Saeed, K., & Khan, I. (2019). Nanoparticles: Properties, applications and toxicities. *Arabian Journal of Chemistry* 12, 908-931.
- Kim, W., Suh, C. Y., Cho, S. W., Roh, K. M., Kwon, H., Song, K., & Shon, I. J. (2012). A new method for the identification and quantification of magnetite–maghemite mixture using conventional X-ray diffraction technique. *Talanta* 94, 348-352.
- Kumar, J.S., Akshay, V., Vasundhara, M., & Arumugam, M. (2020). Biosynthesis of multiphase iron nanoparticles using *Syzygium aromaticum* and their magnetic properties. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects* 603, 125241.
- Puthukkara, A., Jose, S., & Dinoop, I. (2020). Plant mediated synthesis of zero valent iron nanoparticles and its application in water treatment. *Journal of Environmental Chemical Engineering* 9, 104569.
- Recio, G., Lagos, C., Benito, N., García, A., Marcos, R., & Carmona, E. (2016). Leaf extract from the endemic plant *Peumus boldus* as an effective bioproduct for the green synthesis of silver nanoparticles. *Materials Letters*, 183, 255-260.
- Robles, D., & Rodríguez, N. (2017). Síntesis de nanopartículas de magnetita usando extracto de cáscara de papaya. Trabajo de grado como requisito para optar al título, Universidad de Bogotá, Facultad de Ingeniería.
- Sadhasivam, S., Vinayagam, V., & Balasubramanian, M. (2020). Recent advancement in biogenic synthesis of iron nanoparticles. *Journal of Molecular Structure* 1217, 128372.

Muchas gracias por su atención