

**QUÍMICA ANALÍTICA SUSTENTABLE Y
ESPECTROFOTOMETRÍA (RANGO VISIBLE)
PROYECTO PAPIME 205822**

**HERRERA CHIMAL PAOLA MARGARITA
TRABAJO DE INVESTIGACIÓN II (1904)**

**TUTORA DE ESTANCIA : MARÍA TERESA DE JESÚS
RODRÍGUEZ SALAZAR**

**DEPARTAMENTO DE QUÍMICA ANALÍTICA, FACULTAD DE
QUÍMICA, UNAM
SEMESTRE 2023-1**

ÍNDICE

1

Introducción

2

Objetivos

3

Metodología de la investigación

4

Resultados

5

Conclusión

6

Bibliografía

INTRODUCCIÓN

- La Química Verde presenta una nueva filosofía y establece estándares altos para llevar a cabo la investigación y producción de sustancias y procesos químicos, maximizando sus beneficios y minimizando los efectos secundarios que pueden ser dañinos al ser humano y al medio ambiente. (Serrano, 2009)
- El concepto de “Química Verde” se relaciona con el diseño de procesos y productos químicos que reduzcan o eliminen el uso y generación de sustancias peligrosas. (Sierra, 2015)



LOS 12 PRINCIPIOS DE LA QUÍMICA VERDE

-  1. PREVENIR LA GENERACIÓN DE RESIDUOS
-  2. ECONOMÍA DE LOS ÁTOMOS
-  3. SÍNTESIS QUÍMICAS MENOS PELIGROSAS (TÓXICAS)
-  4. DISEÑO DE PRODUCTOS QUÍMICOS SEGUROS
-  5. EMPLEO DE DISOLVENTES SEGUROS
-  6. DISMINUCIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA
-  7. EMPLEO DE MATERIAS PRIMAS PROVENIENTES DE RECURSOS RENOVABLES
-  8. REDUCCIÓN DE PRODUCTOS DERIVADOS
-  9. USO DE PROCESOS CATALÍTICOS HOMOGÉNEOS, HETEROGÉNEOS Y MICROHETEROGÉNEOS
-  10. DISEÑO PARA LA DEGRADACIÓN
-  11. ANÁLISIS DE CONTAMINANTES EN TIEMPO REAL
-  12. MINIMIZACIÓN DE RIESGOS DE ACCIDENTES QUÍMICOS

Fuente: American Chemical Society

PIGMENTOS NATURALES

Una de las necesidades a abarcar tal como el uso de colorantes alimenticios que es una industria muy latente y presente hoy en día se ha logrado encontrar una vía que a partir de un alimento de origen vegetal tales como los higos, col morada, espinaca, etc., se han empleado las antocianinas por sus pigmentos hidrosolubles que pueden ser empleados de igual manera como una posible reducción de enfermedades coronarias, cáncer, diabetes y antiinflamatorios. (Garzón, 2008)



ANTOCIANINAS

- Las antocianinas representan el grupo más importante de pigmentos hidrosolubles detectables en la región visible por el ojo humano. Estos pigmentos son responsables de la gama de colores que abarcan desde el rojo hasta el azul en varias frutas, vegetales y cereales, acumulados en las vacuolas de la célula,
- Por lo tanto, además de su papel funcional como colorantes, las antocianinas son agentes potenciales en la obtención de productos con valor agregado para el consumo humano. A pesar de las ventajas que ofrecen las antocianinas como sustitutos potenciales de los colorantes artificiales, factores como su baja estabilidad y la falta de disponibilidad de material vegetal limitan su aplicación comercial. (Garzón, 2008)

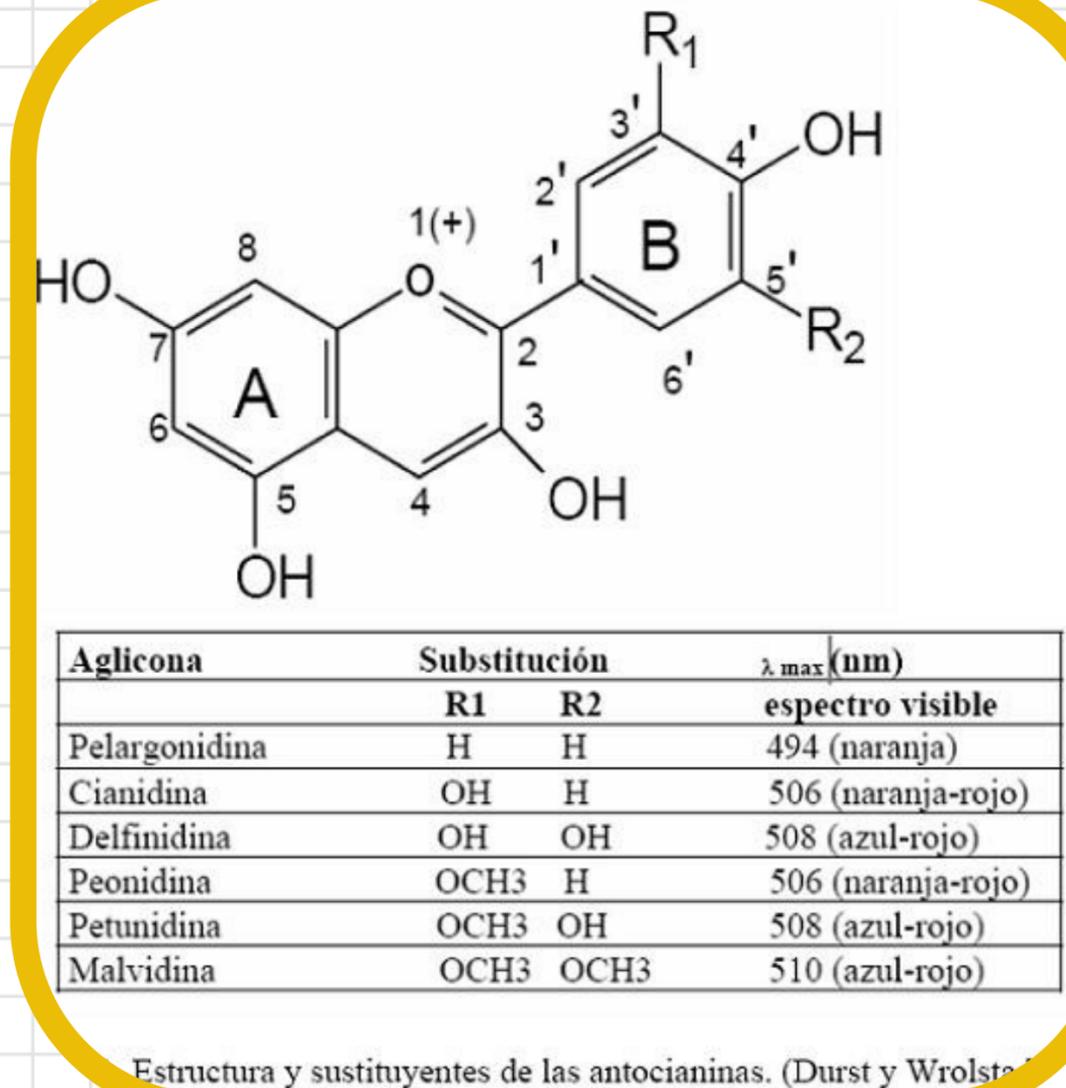


Figura 1. Estructura Antocianinas (Garzón, 2008)

PROTOTIPO

ESPECTROFOTOMÉTRICO

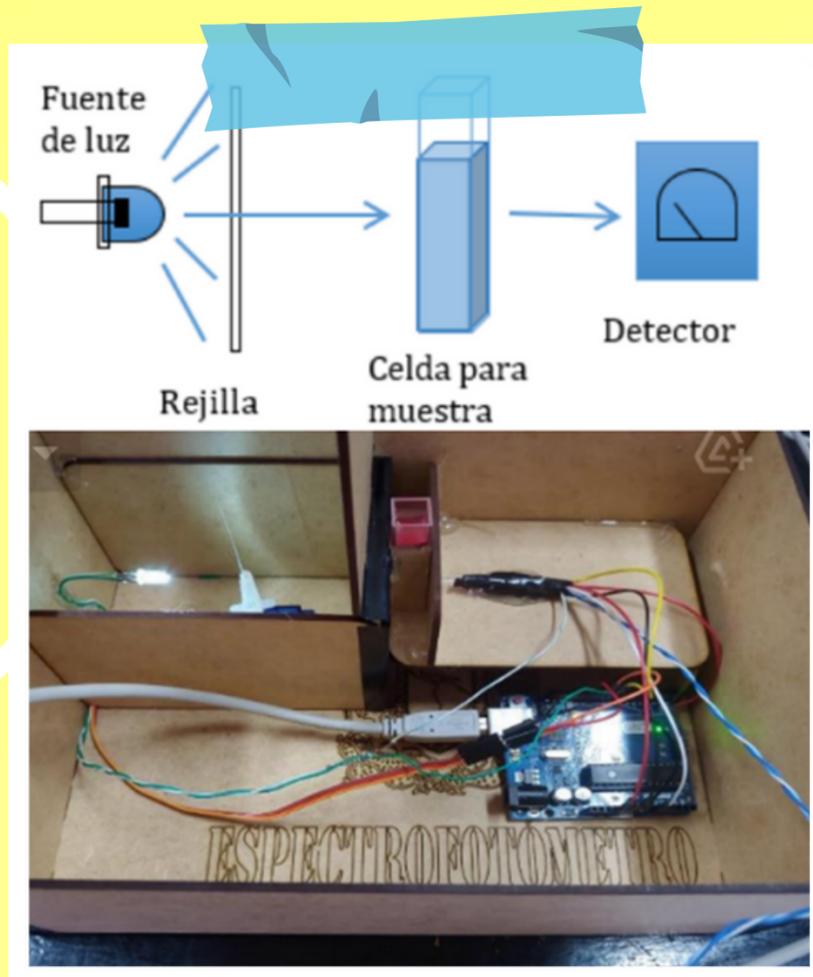


Figura 2. Prototipo Espectrofotométrico (Monroy et al, 2021)

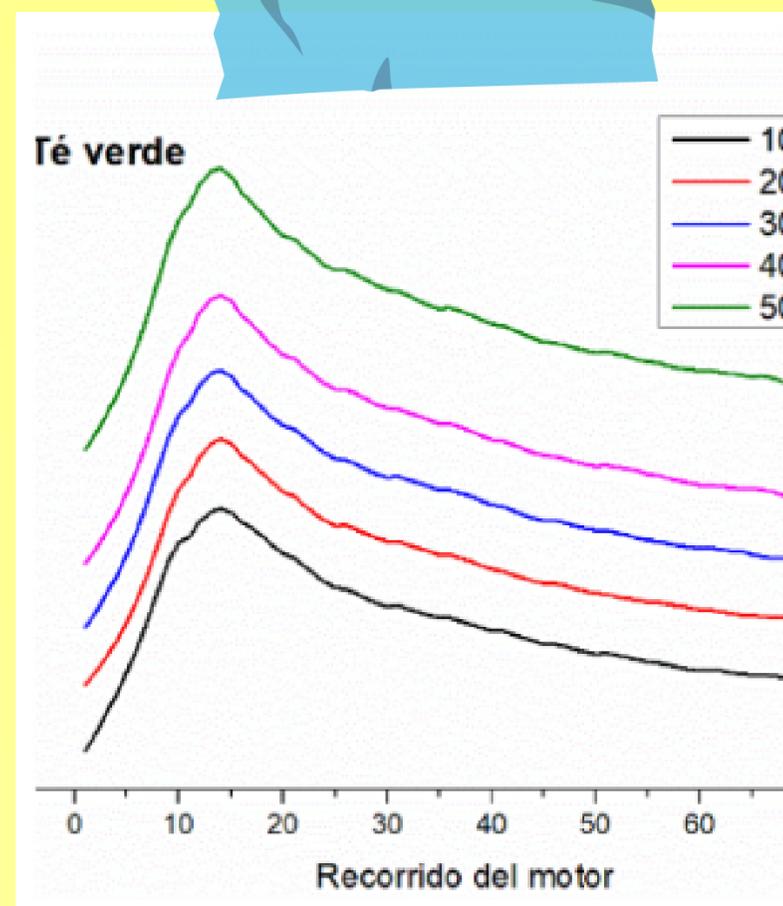


Figura 3. Curva de respuesta espectral para los complejos de té verde- Fe^{3+} (diferentes concentraciones) obtenidos con el prototipo, después de un suavizado. (Monroy et al, 2021)

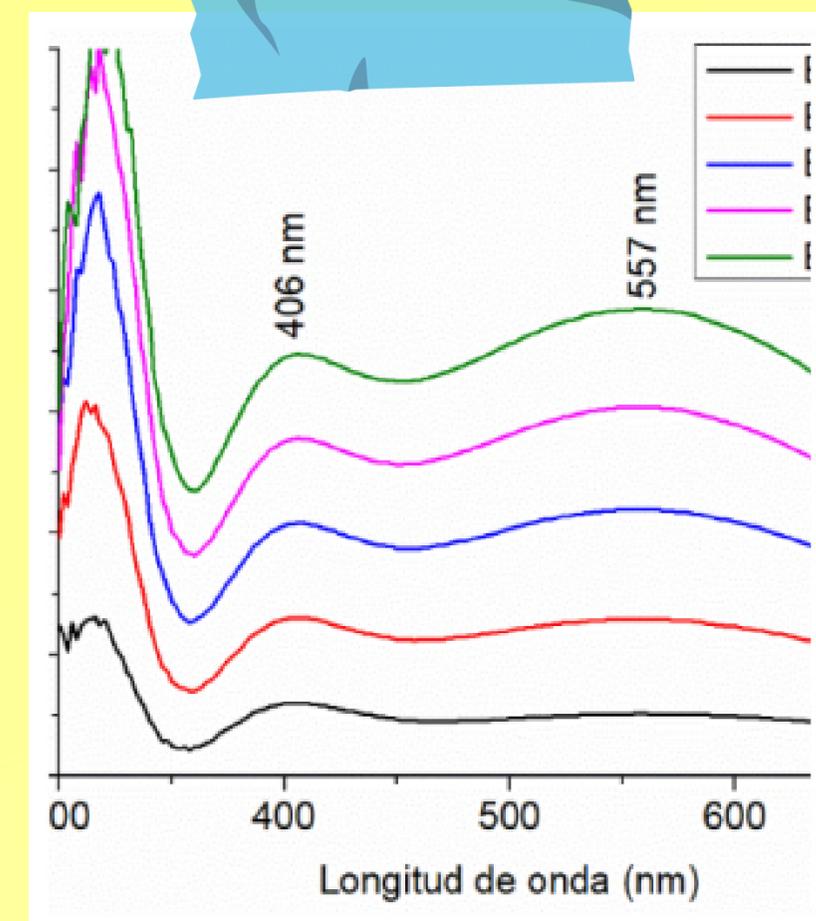


Figura 4. Espectros de los complejos de té verde- Fe^{3+} a diferentes concentraciones obtenidos con el espectrofotómetro UV-Vis comercial. (Monroy et al, 2021)

OBJETIVOS

Continuar con la Investigación Formativa a través de la Investigación Documental Especializada en el tema de Química Verde (QV) para:

- Escribir estudios reportados en matrices vegetales mediante Espectrofotometría utilizando el rango espectral visible.
- Identificar los principios del concepto de QV que se han adoptado en cada estudio
- Desarrollo de propuesta específica de aplicación analítica en matrices vegetales, empleando espectrofotómetro comercial y prototipo, adoptando los principios de QV.
- Identificar campo de aplicación de la propuesta analítica desarrollada.
- Presentar los resultados del alcance de la investigación documental a través de exposición de seminario e infografía.
- Difusión de los materiales resultantes de apoyo en forma digital, que se encontrarán disponible en plataforma TIC's institucional de la Facultad de Química.
<https://amyd.quimica.unam.mx/course/view.php?id-459>



METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

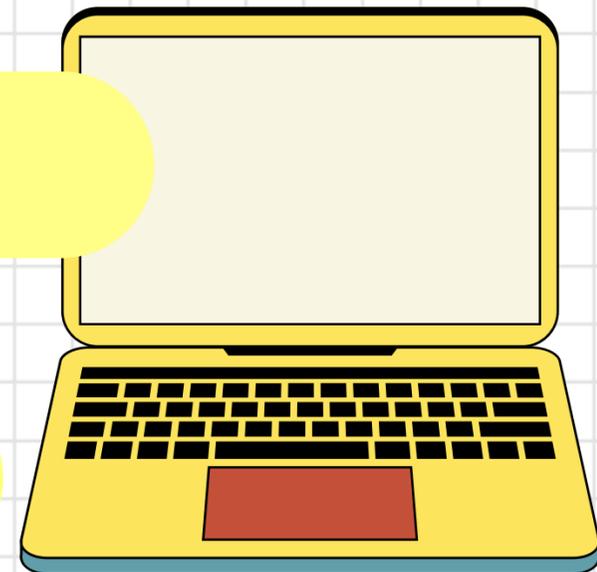
1 Leer los objetivos.

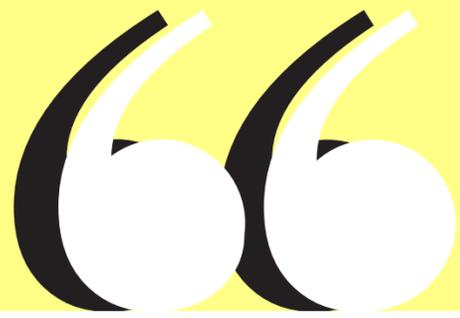
2 Empezar a realizar la investigación documental.

3 Analizar la información.

4 Buscar los conceptos de QV.

5 Empezar a realizar la propuesta.





RESULTADOS

Revista de Investigación vol.41 no.90 Caracas abr. 2017

Determinación espectrofotométrica, de carbohidratos aprovechables en las algas *Ulva sp* y *Chaetomorpha sp* para la producción de etanol que funcione como biocombustible, por el método de la antrona

Spectrophotometric determination the quantity of profitable carbohydrates in *Ulva sp* and *sp Chaetomorpha* algae

for the production of ethanol that works as biocombustible by the method anthrone

Reynaldo Chang ⁽¹⁾ Liliana Murillo ⁽²⁾

⁽¹⁾ Universidad Católica Andrés Bello - Instituto de Teología para Religiosos, Venezuela predicadorenhongkong@gmail.com

⁽²⁾ Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Instituto Pedagógico de Caracas, Laboratorio de Química Analítica, Caracas, Venezuela, Lilianac28@gmail.com

aci
avances
en ciencias e
ingenierías

Artículo/Article
Sección/Section B

Efecto del método de extracción de antocianinas de la flor de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) en la eficiencia de celdas solares sensibilizadas

*Sangoluisa Mirian¹, Santacruz Cristian², Salvador Marcelo¹

¹Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería Química, Quito, Ecuador

²Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ciencias, Quito, Ecuador

*Autor Principal/Corresponding Author, e-mail: mirian.sangoluisa@epn.edu.ec

DOI 10.37761/rsqp.v87i3.354

Recibido el 02-11-21

Aprobado el 23-12-21



Extracción y cuantificación de cafeína mediante espectroscopía UV-Visible en café, té y cacao

QUÍMICA VERDE – UNA ALTERNATIVA ECO-AMIGABLE EN LA OBTENCIÓN DE NANOPARTÍCULAS DE AG⁰

Hugo Alarcón^a, Macarena Tolmos^a, Nelson Villacrés^a, Emily Huarote^a



www.uv.mx/veracruz/microna/mcyn ISSN: en trámite
Revista Materia, Ciencia y Nanociencia | Vol. 2, No.1, Junio 2019

EFFECTO SERS DE NPs DE Ag, PRODUCIDAS POR SÍNTESIS VERDE

SERS EFFECT OF Ag NPs, PRODUCED BY GREEN SYNTHESIS

César A. Sánchez-Santiago

Tecnológico Nacional de México, Campus Poza Rica, Departamento de Ingeniería en Nanotecnología, Calle Luis Donaldo Colosio Murrieta s/n, Col. Arroyo del Maíz, 93230. Poza Rica, Veracruz, México.
Email: Aldox1995@gmail.com

Rev. investig. Altoandín. vol.22 no.2 Puno abr./jun 2020

<http://dx.doi.org/10.18271/ria.2020.604>

ARTÍCULO BREVE

Determinación de antocianinas y capacidad antioxidante en extractos de (*Muehlenbeckia volcanica*)

Determination of anthocyanins and antioxidant capacity in extracts of (*Muehlenbeckia volcanica*)

Melquiades Barragán Condori¹

<http://orcid.org/0000-0001-6666-1301>

Juan Marcos Aro Aro²

<http://orcid.org/0000-0003-0235-3515>

Alex Ernesto Muñoz Cáceres³

<http://orcid.org/0000-0002-0238-3362>

Josué Rodríguez Mendoza³

¹ Departamento de Ing. Civil y Ciencias Básicas, Universidad Nacional Intercultural de Quillabamba - Cusco Perú

² Departamento de Agroindustria, Universidad Nacional del Altiplano - Puno Perú

³ Departamento de Ingenierías, Universidad Nacional Micaela Bastidas - Apurímac Perú

TÓPICOS DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS DE LA TIERRA Y MATERIALES

Vol 4 (2017)

SÍNTESIS Y ESTABILIZACIÓN DE NANOPARTÍCULAS DE ORO (AuNPs) MEDIANTE TÉCNICAS DE QUÍMICA VERDE

L. García-Hernández^{1,*}, J. Ramírez-Castro¹, B. Aguilar-Perez¹, P. A. Ramírez-Ortega¹, M. U. Flores-Guerrero¹, D. Arenas-Islas²

¹Centro de Desarrollo en Nanotecnología, Área Electromecánica Industrial, Universidad Tecnológica de Tulancingo. Camino a Ahuehuetitla No. 301, Tulancingo, Hidalgo, C.P. 43645, México.

²Estudiante de posgrado en Oceanografía Costera, IIO/FCM-UABC, Carretera Ensenada-Tijuana No. 3917, Fraccionamiento Playitas, Ensenada, Baja California 22860, México

* Autor de correspondencia: laura.garcia@utectulancingo.edu.mx

Apellidos, nombre	García Martínez, Eva (evagamar@tal.upv.es) Fuentes López, Ana (anfuela@upvnet.upv.es) Fernández Segovia, Isabel (isferse1@tal.upv.es)
Centro	Departamento de Tecnología de Alimentos
	ETSIAMN, Universitat Politècnica de València



EFECTO SERS DE NPS DE AG, PRODUCIDAS POR SÍNTESIS VERDE

En este proyecto en primer término se obtendrá el cúrcuma, además, se realizara una síntesis de suspensión coloidal de plata utilizando extracto de cúrcuma (curcuma longa), el cual sirve como agente reductor y estabilizador, de igual forma, se ocupó como reactivo nitrato de plata, todos estos son ingredientes clave para la preparación de la síntesis verde de nanopartículas de plata. (Sánchez Santiago, 2019).



Figura 5. Curcuma

Metodología

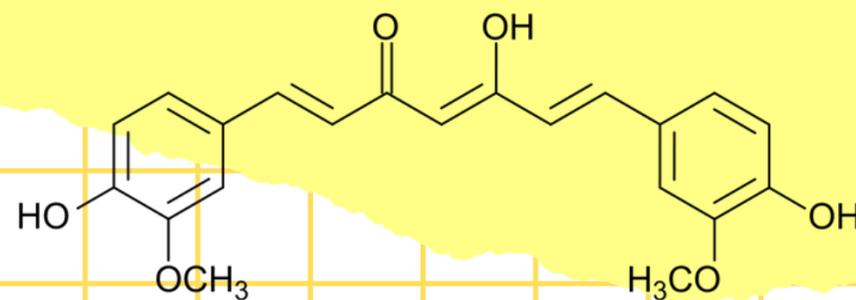
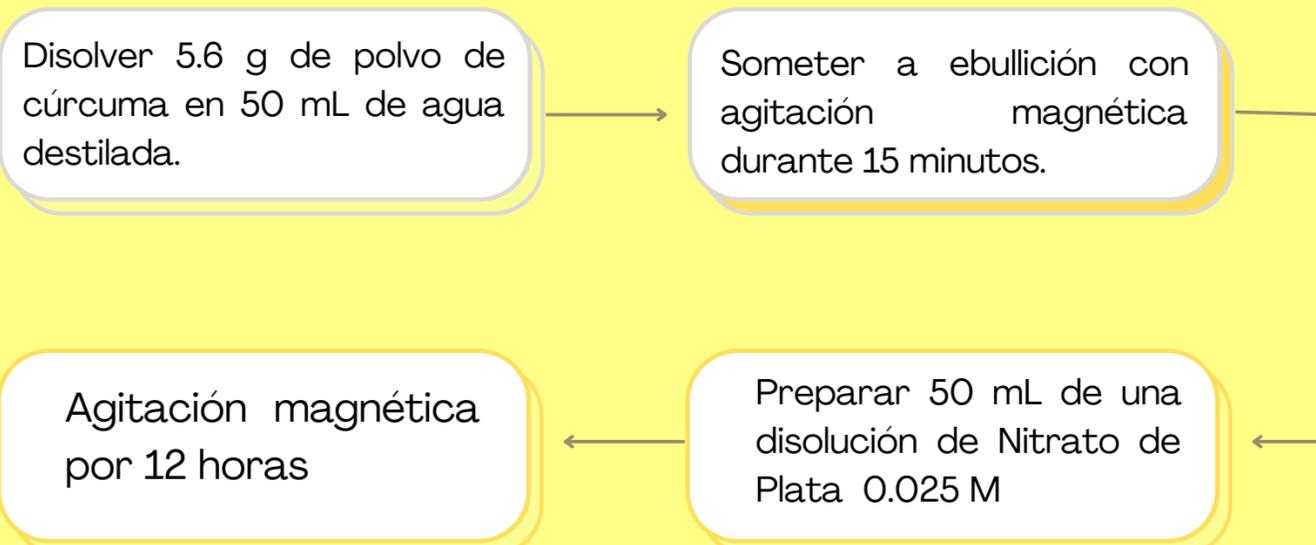


Figura 6. Estructura de Curcumina

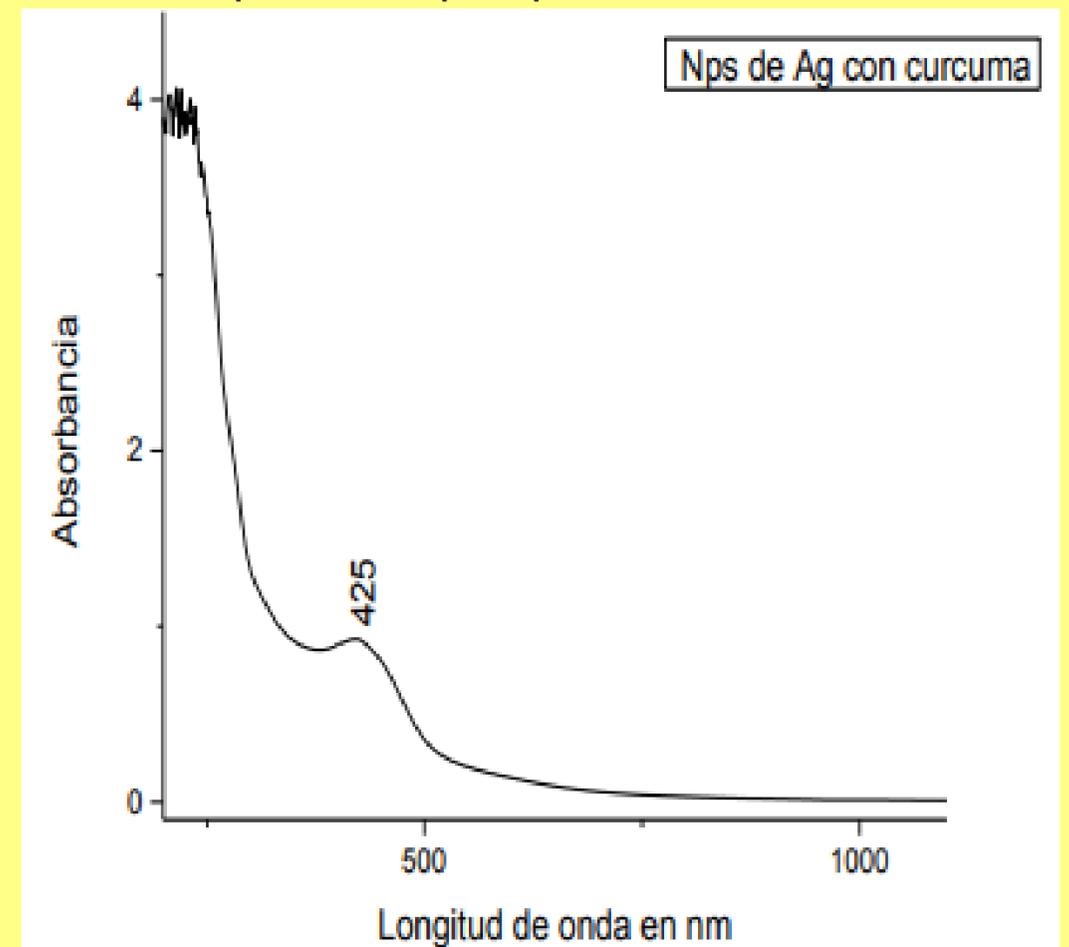


Figura 7. Espectro UV-Vis de la dispersión coloidal de las Nps de Ag con extracto de cúrcuma, en el intervalo de 200 a 1100 nm. (Sánchez Santiago, 2019)

QUÍMICA VERDE - UNA ALTERNATIVA ECO-AMIGABLE EN LA OBTENCIÓN DE NANOPARTÍCULAS DE AG⁰

El interés por las nanopartículas de plata (AgNPs) se debe a sus propiedades ópticas, catalíticas y antibacterianas; las cuales dependen de su tamaño, forma y estabilidad coloidal.

El uso de plantas en la síntesis de nanomateriales puede ser mediante biorremediación (técnica en la cual la planta extrae los metales del suelo y/o agua y fabrica nanopartículas metálicas, o mediante el uso de extractos de diversas partes de la planta, los cuales poseen metabolitos secundarios (terpenos, flavonoides, enzimas, proteínas y cofactores) que actúan como agentes reductores. (Alarcón et al, 2021).



Figura 8. Solanum grandiflorum

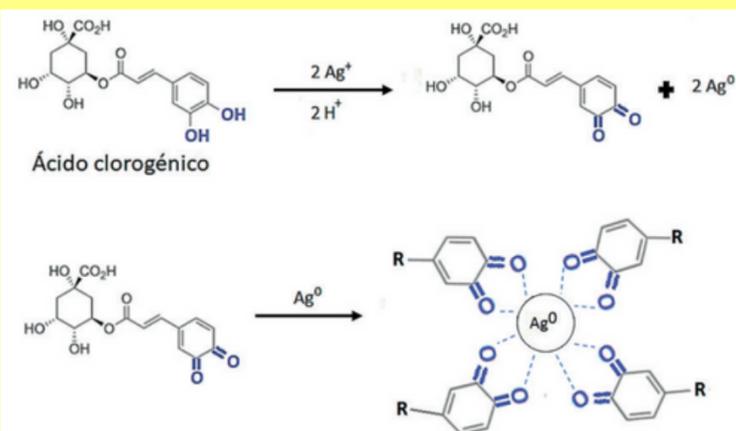
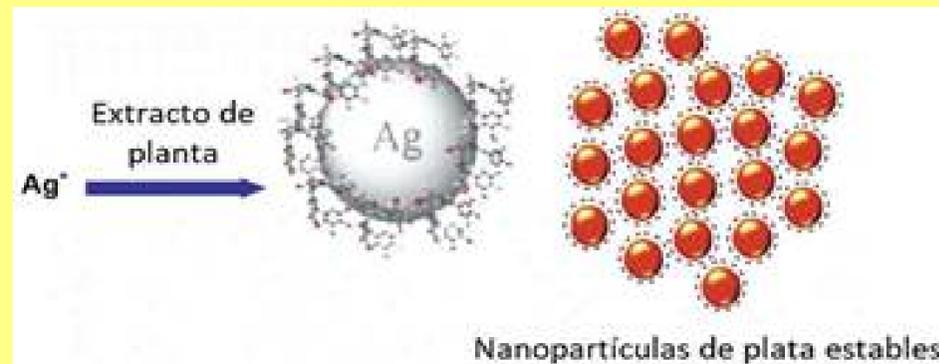


Figura 10. Mecanismo de reducción de iones plata a AgNPs

Figura 9. Representación esquemática de la síntesis de nanopartículas de plata.



Metodología

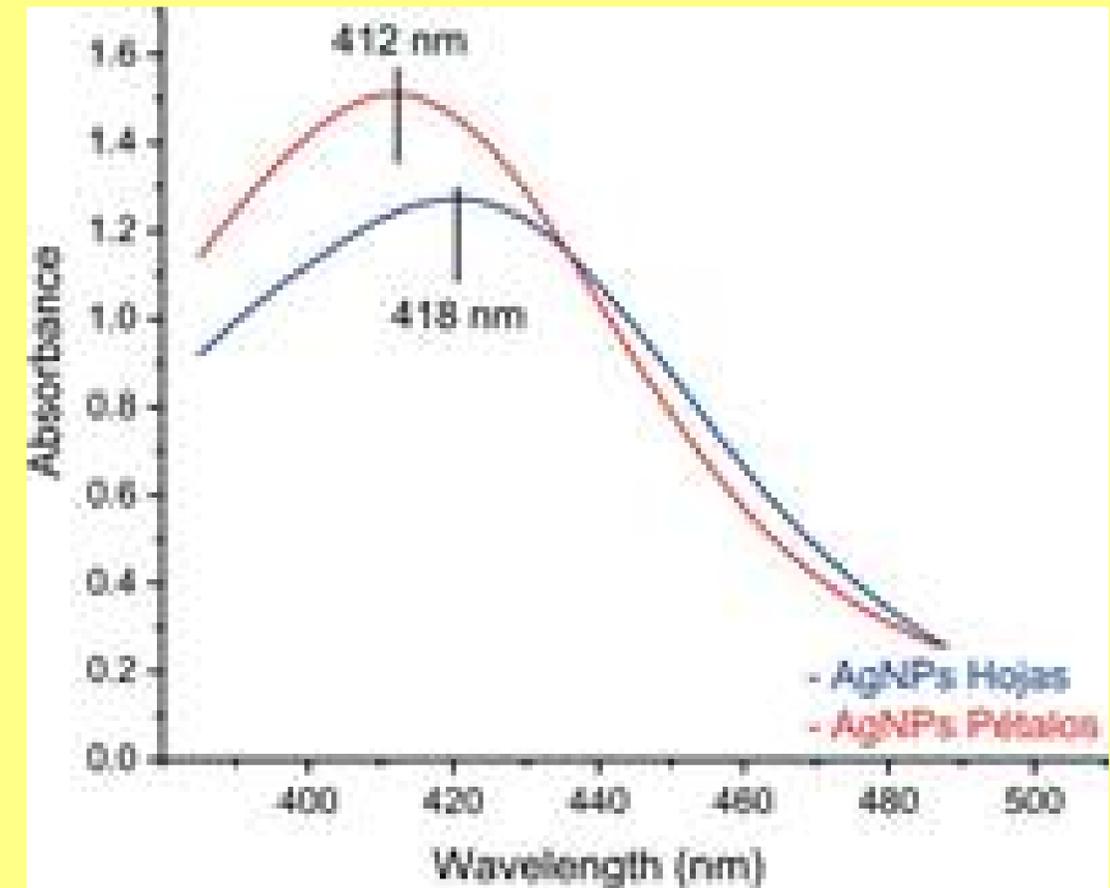
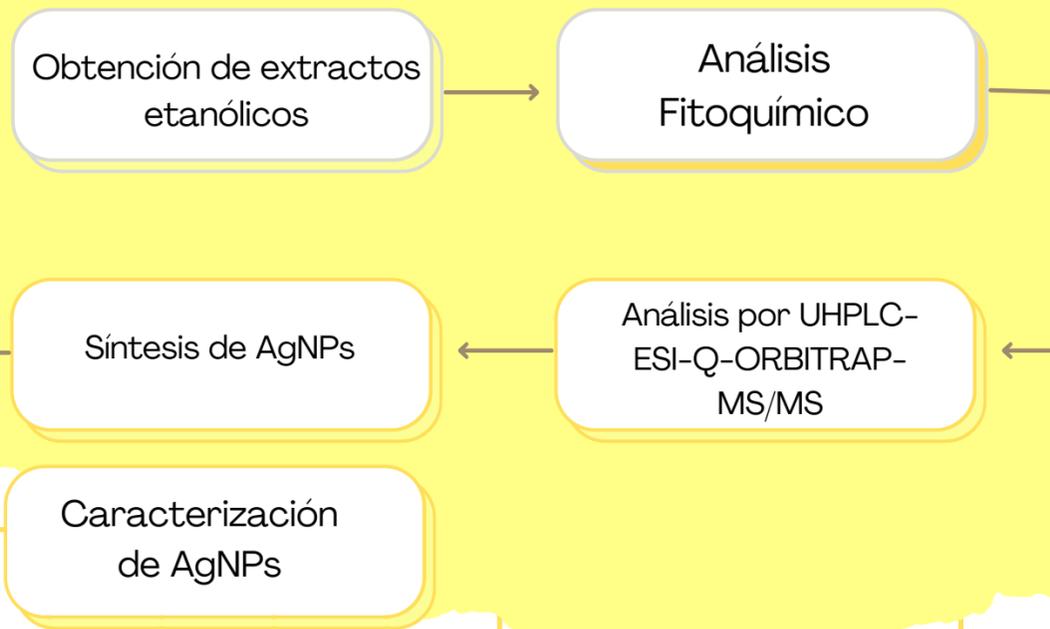


Figura 11. Espectros UV-Vis de las AgNPs obtenidas a partir de extractos etanólicos de hojas y pétalos. (Alarcón et al, 2021).

SÍNTESIS Y ESTABILIZACIÓN DE NANOPARTÍCULAS DE ORO (AUNPS) MÉDIANTES TÉCNICAS DE QUÍMICA VERDE

Se utiliza el extracto de *Cupressus goveniana* que funciona como agente reductor de los iones Au^{3+} a Au^0 y estabilizador de las nanopartículas obtenidas. Esta especie pertenece a la familia Cupresaceae, y puede alcanzar dimensiones de hasta 43 m de altura y 12 m de diámetro. Las AuNPs se producen en distintos tamaños y formas, tales como nanoesferas, nanobarras, nanocáscaras y nanojaulas; así mismo, pueden ser fácilmente funcionalizadas con un amplio abanico de ligandos (anticuerpos, polímeros, sondas de diagnóstico, fármacos, material genético, etc.). Todo esto hace que las AuNPs despierten un gran interés en distintos campos, pero especialmente en los sectores biomédico y alimentario. (García Hernández et al,2017)

Metodología



Figura 12. *Cupressus goveniana*.

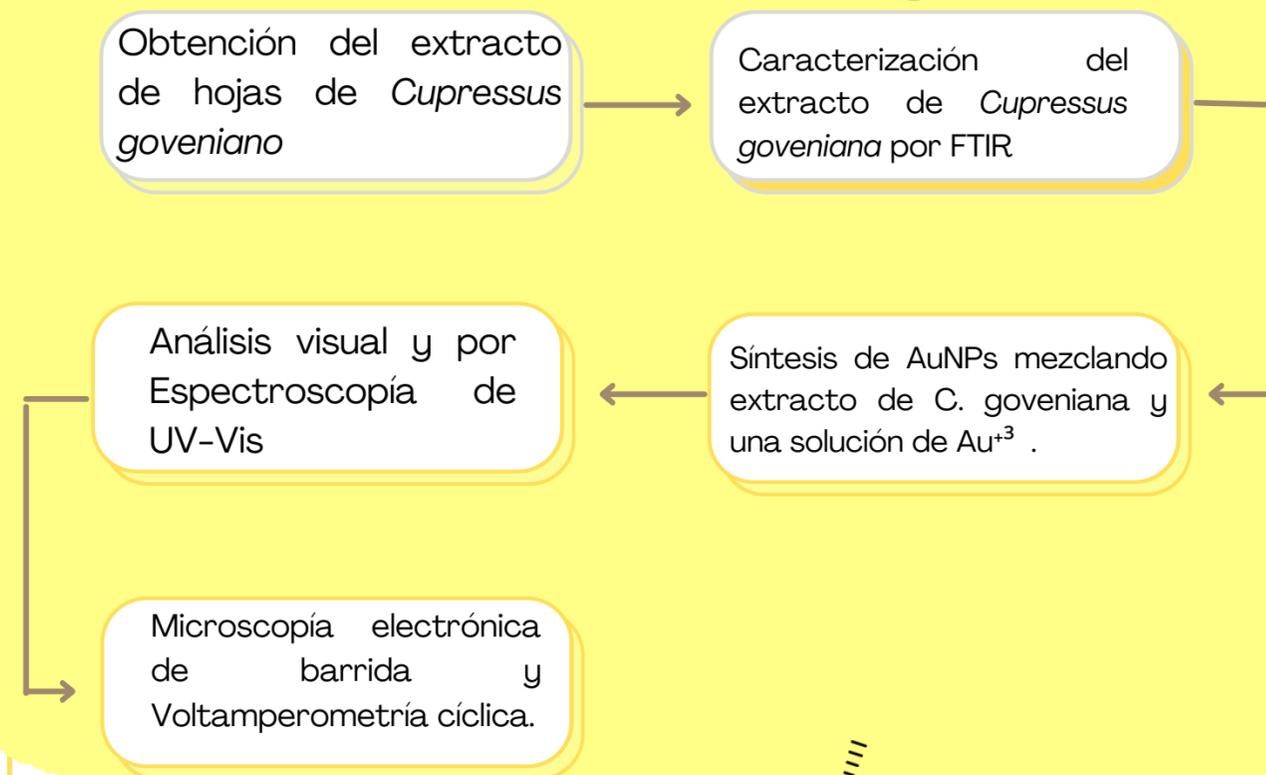


Figura 13. Estructura de Cedrol

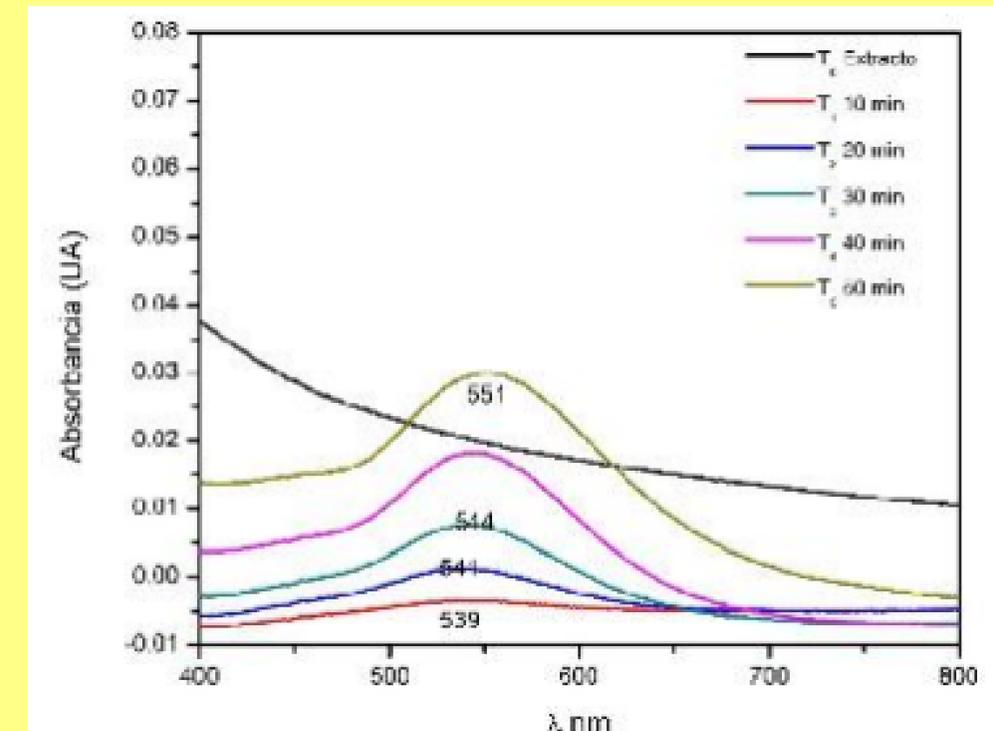
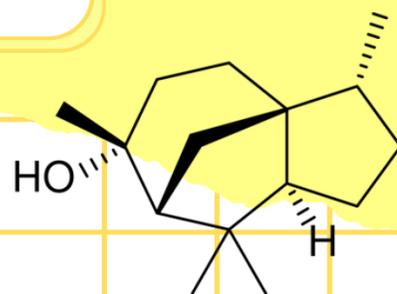


Figura 14. Espectrograma UV-Vis para las muestras de AuNPs coloidales obtenidas a una concentración del agente precursor: 10mg L⁻¹. Filtración del extracto en caliente. (García Hernández et al,2017)

EFECTO DEL MÉTODO DE EXTRACCIÓN DE ANTOCIANINAS DE LA FLOR DE JAMAICA (HIBISCUS SABDARIFFA) EN LA EFICIENCIA DE CELDAS SOLARES SENSIBILIZADAS

Los pigmentos naturales podrían ser una opción viable como materiales fotosensibles en celdas solares electroquímicas. Se evalúa el efecto del método de extracción y purificación de los pigmentos de la flor de Jamaica (Hibiscus sabdariffa) en la eficiencia energética de celdas solares electroquímicas. (Sangoluisa et al, 2019)

Metodología



Figura 15. Flor de Jamaica

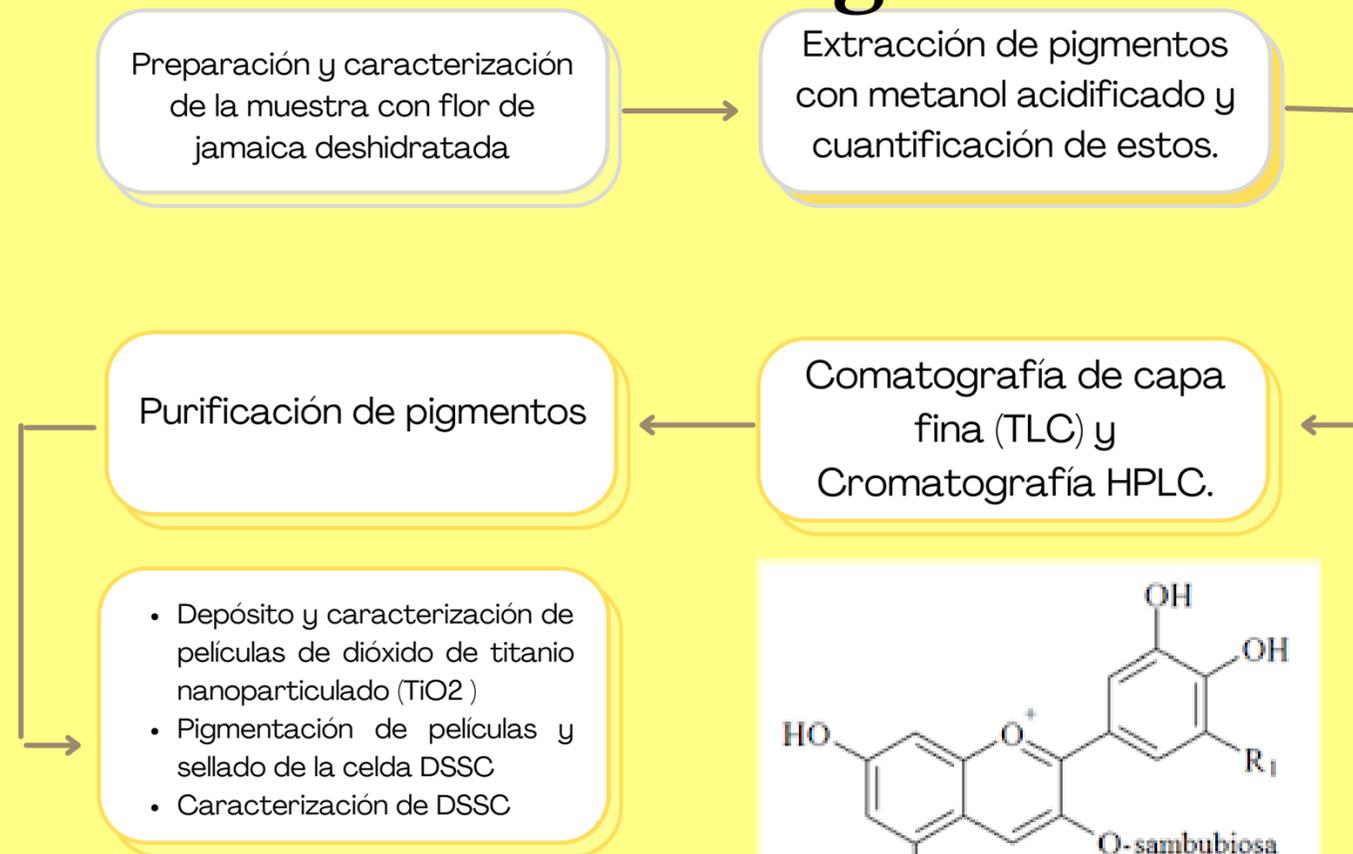
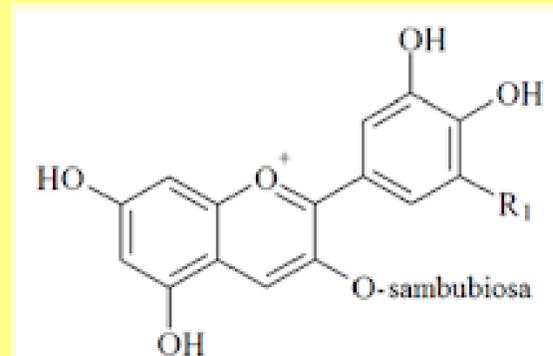


Figura 16. Compuestos que conforman la flor de Jamaica.



Nombre del compuesto	R ₁
Delphinidina-3-sambubiosido	OH
Cianidina-3-sambubiosido	H

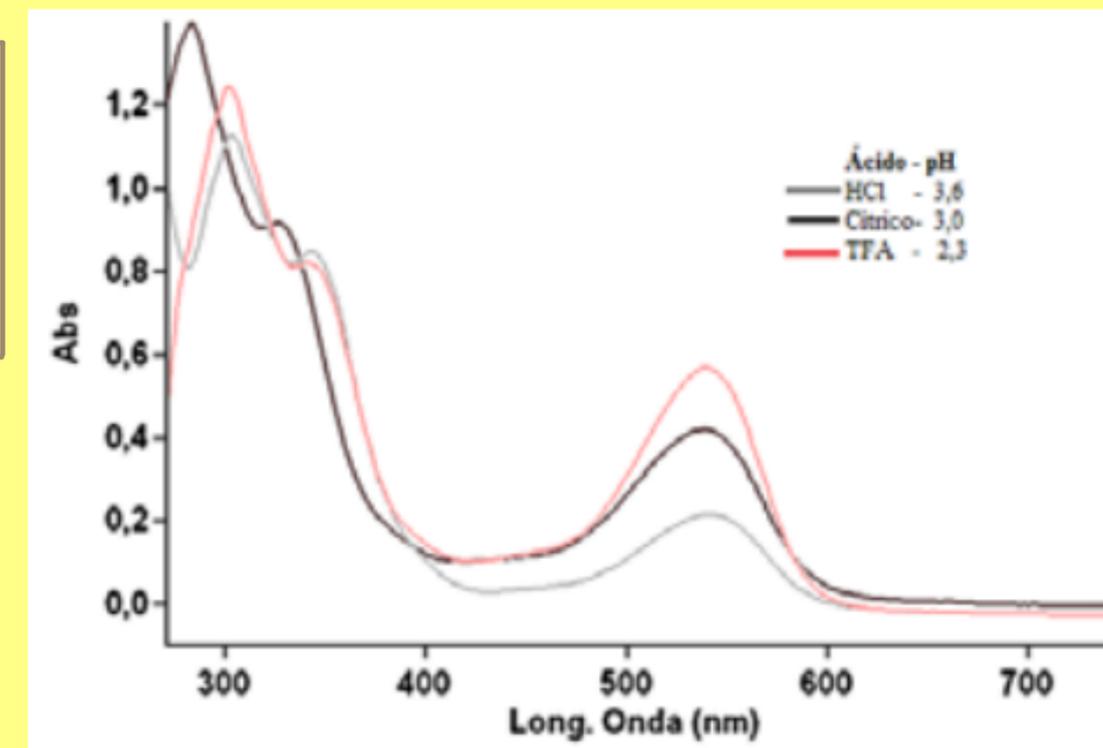


Figura 17. Espectros de absorción de los pigmentos de la flor de Jamaica extraídos con tres ácidos diferentes: HCl, ácido cítrico y TFA. (Sangoluisa et al, 2019)

DETERMINACIÓN DE ANTOCIANINAS Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE EN EXTRACTOS DE (MUEHLEMBECKIA VOLCANICA)

La Región Apurímac - Perú presenta una enorme biodiversidad por sus diferentes ecosistemas que presenta y tiene una enorme variabilidad de flora silvestre como el caso del fruto nativo (Muehlembeckia volcanica). Este fruto por su colorante azul oscura y la solubilidad en el agua puede ser de gran potencial antocianico el mismo que reemplazaría a los colorantes artificiales utilizados normalmente en el procesamiento de alimentos y bebidas. (Barragán et al, 2020)

Metodología



Figura 18. Muehlembeckia volcanica

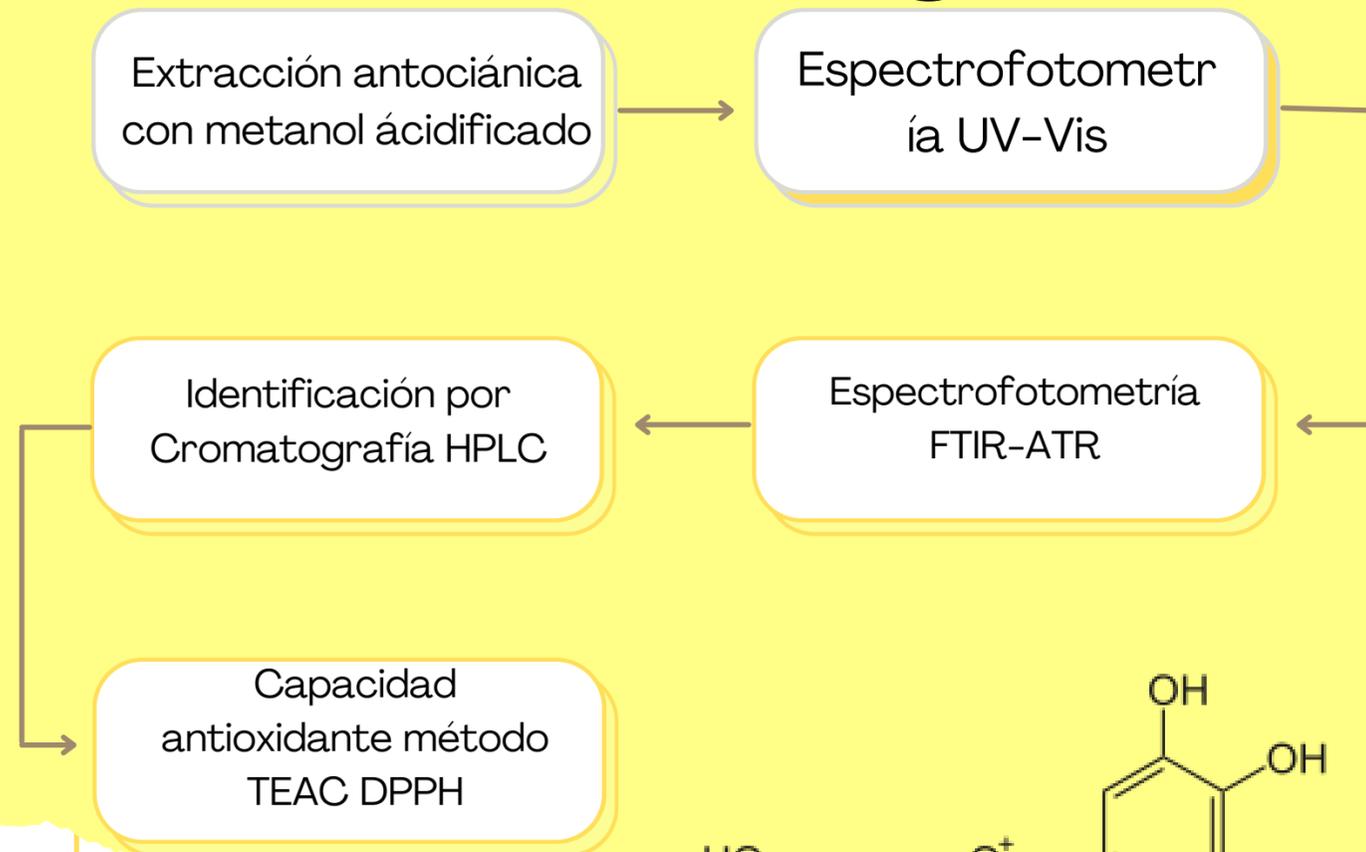


Figura 19. Estructura de la Cianidina

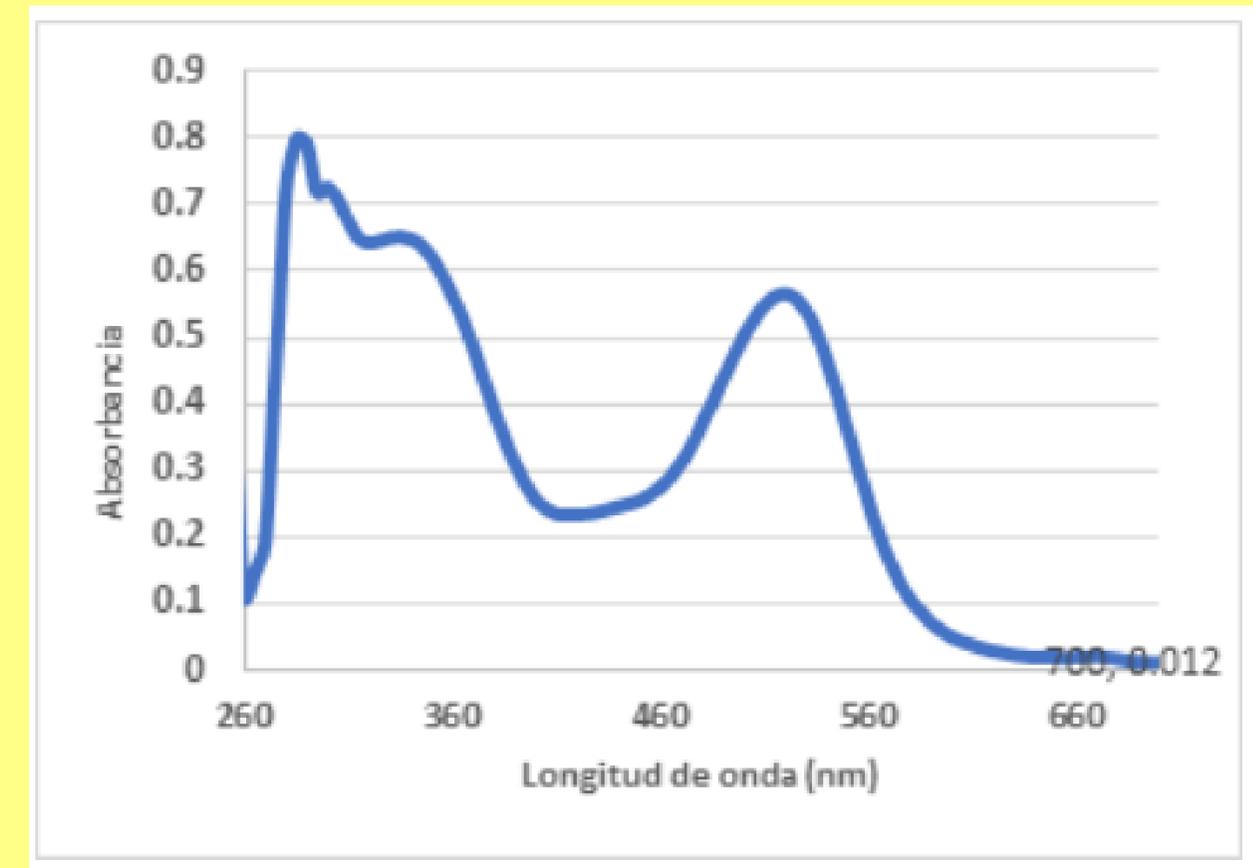
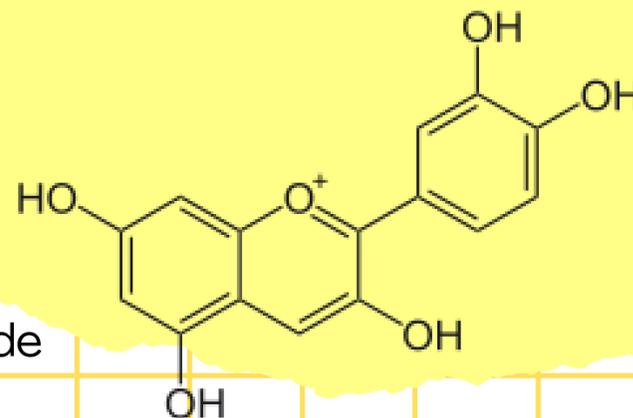


Figura 20. Espectros UV-Vis de antocianinas en extractos de frutos de (Muehlembeckia volcanica) (Barragán et al, 2020)

DETERMINACIÓN ESPECTROFOTOMÉTRICA, DE CARBOHIDRATOS APROVECHABLES EN LAS ALGAS ULVA SP Y CHAETOMORPHA SP PARA PRODUCCIÓN DE ETANOL QUE FUNCIONE COMO BIOCOMBUSTIBLE, POR EL MÉTODO DE LA ANTRONA

Se realizó una determinación espectrofotométrica por el método de la antrona para la cuantificación de carbohidratos aprovechables en las especies algales Ulva sp y Chaetomorpha sp con el fin de proponer un método alternativo y menos contaminante que sirva de combustible. (Chang, Murillo, 2017)

Figura 21. Alga Ulva SP (arriba), Alga Chaetomorpha (abajo)



- Curva de Calibración
- Preparación del blanco
- Determinación de la longitud de onda de trabajo
- Medición de las muestras

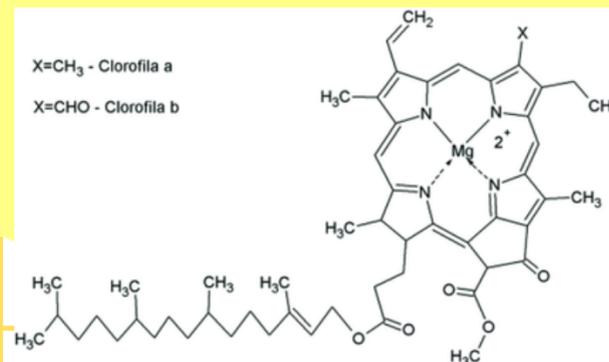


Figura 22. Estructura de Clorofila A y B

Metodología

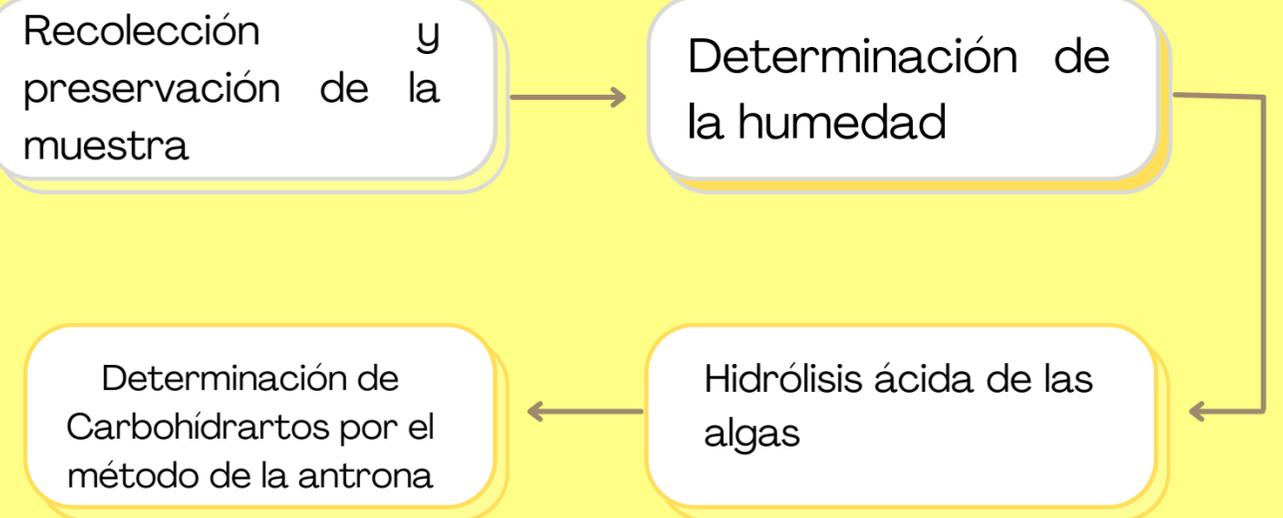
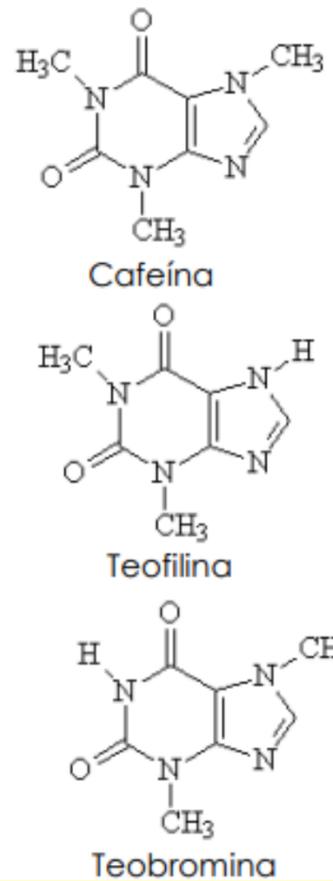


Figura 23. Comparación de la cantidad de carbohidratos encontrados en las especies de algas estudiadas (Chang, Murillo, 2017)

Especie	Absorbancia	Concentración (ppm)	Promedio de la Concentración (ppm)
Ulva sp	0,6167	35379,16	35375,33 ± 3,3139
	0,6166	35373,42	
Chaetomorpha sp	0,6166	35373,42	48176,31 ± 2,7193
	1,0235	48177,88	
	1,0234	48173,17	



EXTRACCIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE CAFEÍNA MEDIANTE ESPECTROSCOPIA UV-VISIVLE EN CAFÉ, TÉ Y CACAO

La cafeína es un alcaloide del grupo de las xantinas, que actúa como estimulante y psicoactivo. Se encuentra en muchas especies de plantas. La fuente habitual de cafeína es el café, pero también se encuentra en el té (teína), guaraná (guaranina), mate (mateína), cacao y refrescos de cola, entre otros. (García Martínez et al, 2018)

Metodología

Figura 24. Estructuras (García Martínez et al, 2018)

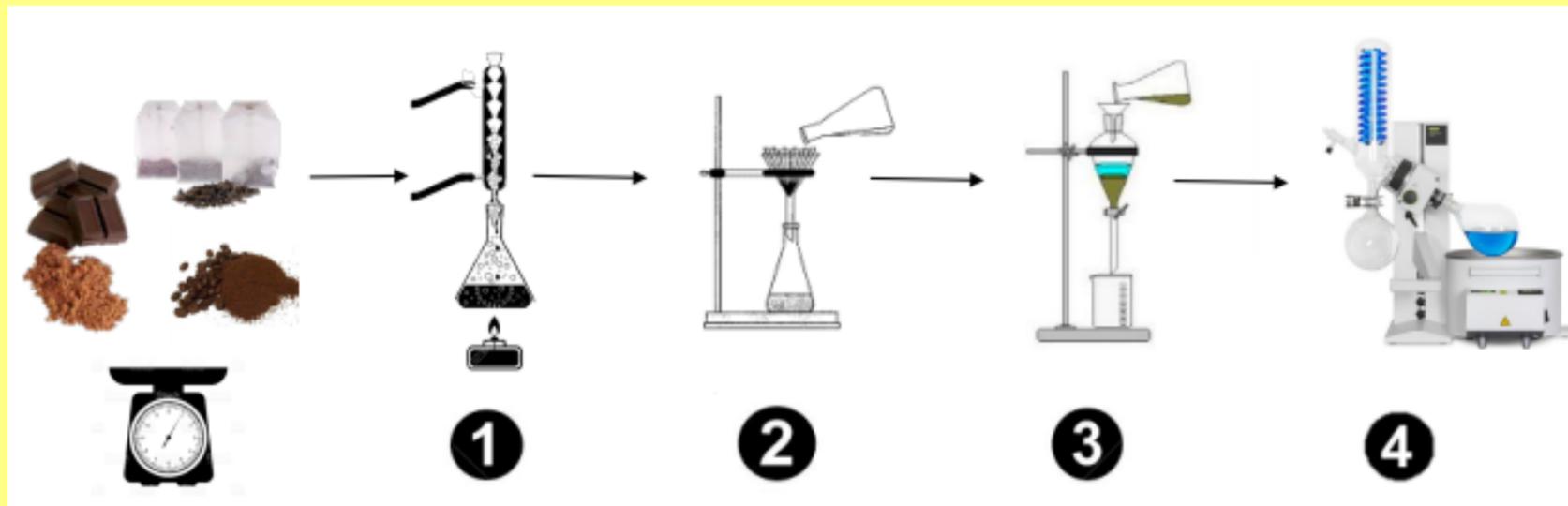


Figura 25. Procedimiento de extracción de la cafeína (García Martínez et al, 2018)

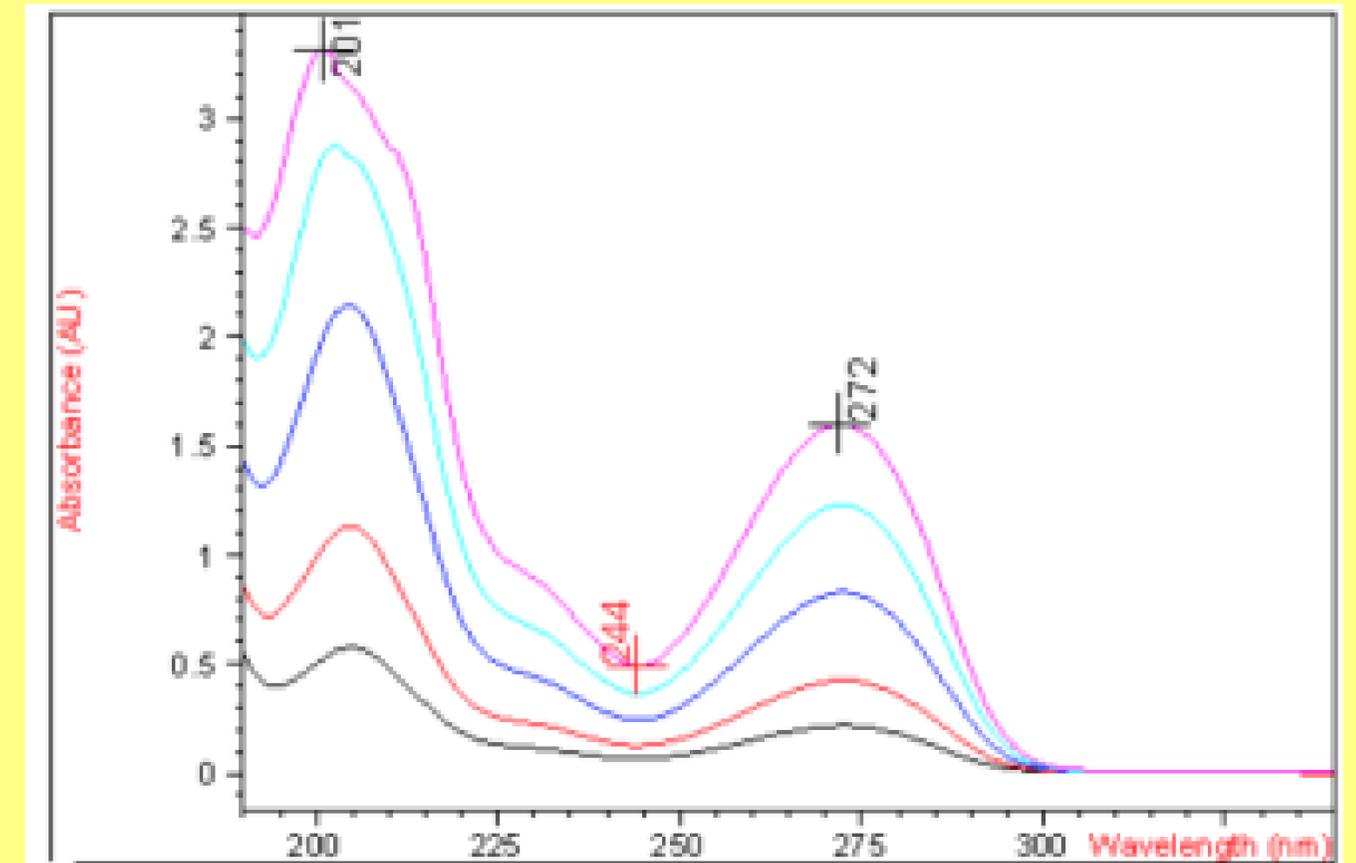


Figura 26. Espectro de absorbancia de los patrones de cafeína (García Martínez et al, 2018)

OPCIONES DE PROPUESTA EXPERIMENTAL

Basandose en los articulos analizados y el empleo del prototipo espectrofotométrico se han decidido posibles analitos que cumplen con la QV tales como:

- Determinación de cafeína
- Cuantificación de pigmentos de flor de Jamaica
- Empleo de la cúrcuma.
- Empleo de antiocianinas.

COLORES DE LA RADIACION VISIBLE		
Rango aproximado de longitud de onda en nm	Color	Complemento
400-465	Violeta	Verde amarillo
465-482	Azul	Amarillo
482-487	Azul verdoso	Naranja
487-493	Azulverde	Rojo-naranja
493-498	Verde azulado	Rojo
498-530	Verde	Rojo púrpura
530-559	Verde amarillento	Púrpura rojizo
559-571	Amarillo verde	Púrpura
571-576	Amarillo verdoso	Violeta
576-580	Amarillo	Azul
580-587	Naranja amarillento	Azul
587-597	Naranja	Azul-verdoso
597-617	Naranja rojizo	Azul-verde
617-780	Rojo	Azul-verde

Figura 27. Tabla de Bases de Color y Colorimetría (Amézquita, Mendoza, 2008)

CONCLUSIÓN

- Escribir estudios reportados en matrices vegetales mediante Espectrofotometría utilizando el rango espectral visible. Investigando y analizando alrededor de 15 estudios reportados (Tesis y Artículos científicos) para poder identificar los que se adapten a las necesidades de estudio y cumpliendo con los postulados de la QV para el futuro desarrollo de una propuesta experimental.

- Identificar los principios del concepto de QV que se han adoptado en cada estudio. En casi todos los artículos se puede decir que un concepto de QV empleado es el uso de materia prima de origen vegetal en vez de partir de compuestos químicos que requerirán a futuro un diferente tratamiento que puede generar más residuos o contaminación.

- Desarrollo de propuesta específica de aplicación analítica en matrices vegetales, empleando espectrofotómetro comercial y prototipo, adoptando los principios de QV.

Se empieza a Orientar la propuesta experimental que se busca elaborar basándose en materia prima de origen vegetal tales como frutas, hojas o flores de plantas como a su vez plantas verdes.

También a su vez buscando cambiar algún disolvente empleado que genere menos impacto en el ambiente o poder suplir una técnica por una más amigable.

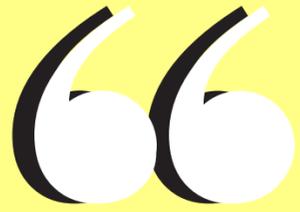
AGRADECIMIENTOS

- Dra. Araceli Peña A.-Jefa Depto. de Química Analítica

- Dra. Itzel Guerrero Ríos/Dra. Ma. Eugenia Lugo-Coordinación carrera Química

- M. en I.A. C. Flores A y Dra. M. Monroy B. (Co-Responsable y Responsable del Proyecto)

- PAPIME DGAPA UNAM 205822



BIBLIOGRAFÍA

- Alarcón, H.; Tolmos, M.; Villacrés, N.; Huarote, E. QUÍMICA VERDE – UNA ALTERNATIVA ECO-AMIGABLE EN LA OBTENCIÓN DE NANOPARTÍCULAS DE AGO. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1810-634X2021000300298&script=sci_arttext (accessed Aug 16, 2022).
- Barragán Condor, M.; Aro Aro, J.; Muñoz Cáceres, A.; Rodríguez Mendoza, J. Determinación de antocianinas y capacidad antioxidante en extractos de (*Muehlenbeckia volcanica*). http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2313-29572020000200161&script=sci_arttext (accessed Aug 13, 2022).
- Chang, R.; Murillo, L. Determinación Espectrofotométrica, De Carbohidratos Aprovechables En Las Algas *Ulva Sp* Y *Chaetomorpha Sp* Para La Producción De Etanol Que Funcione Como Biocombustible, Por El Método De La Antrona. *Revista de Investigación* 2017, 41 (90), 53-66.
- García Martínez, E.; Fuentes López, A.; Fernández Segovia, I. Extracción y cuantificación de cafeína mediante espectroscopía UV-Visible en café, té y cacao, 1st ed.; Departamento de Tecnología de Alimentos: Valencia, 2018; pp 1-9.
- García-Hernández, L.; Ramírez-Castro, J.; Aguilar-Perez, B.; Ramírez-Ortega, P.; Flores-Guerrero, M.; Arenas-Islas, D. SÍNTESIS Y ESTABILIZACIÓN DE NANOPARTÍCULAS DE ORO (Aunps) MEDIANTE TÉCNICAS DE QUÍMICA VERDE. *TÓPICOS DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS DE LA TIERRA Y MATERIALES* 2017, 4, 170-178.
- GARZÓN, G. LAS ANTOCIANINAS COMO COLORANTES NATURALES Y COMPUESTOS BIOACTIVOS: REVISIÓN. *Acta Biológica Colombiana* 2008, 13 (3), 2-10.
- History of Green Chemistry | Center for Green Chemistry & Green Engineering at Yale. <https://greenchemistry.yale.edu/about/history-green-chemistry?fbclid=IwAR3iYaNmR8f6JjEaxXNrVYsg7Z1xkhWDTaOW5mMUv4LbaUBJFa-GawHSriw#:~:text=The%20idea%20of%20green%20chemistry,recycling>.
- Monroy Barreto, L.; Flores Ávila, C.; Rodríguez Salazar, M.; Vázquez Miranda, J.; Monroy Barreto, M. 2021. Propuesta de práctica sustentable usando un prototipo espectrofotométrico elaborado con materiales electrónicos fáciles de obtener. *Revista Tendencias en Docencia e Investigación en Química*, 7(7), 62-68.
- Sangoluisa-Tipan, M.; Santacruz, C.; Salvador, M. Efecto Del Método De Extracción De Antocianinas De La Flor De Jamaica (*Hibiscus Sabdariffa*) En La Eficiencia De Celdas Solares Sensibilizadas. *ACI Avances en Ciencias e Ingenierías* 2019, 11 (2), 352-369.
- Sánchez-Santiago, C. EFECTO SERS DE Nps DE Ag, PRODUCIDAS POR SÍNTESIS VERDE. *Revista Materia, Ciencia y Nanociencia* 2019, 2 (1), 15-20.
- Serrano Doria, M., 2009. Química verde: un nuevo enfoque para el cuidado del medio ambiente. *Scielo.org.mx*. Recuperado el 20 de Junio de 2022, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-893X2009000400004.
- Sierra, A.; Meléndez, L.; Ramírez-Monroy, A.; Arroyo, M. La Química Verde Y El Desarrollo Sustentable / Green Chemistry And Sustainable Development. *RIDE Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo* 2015, 5 (9),

