



MODELO D+i  
FASE II: Diseño e implementación  
Punto de control  
#PC3, #PC4 y #PC5 (adelanto)

### Datos generales

*Equipo:* Extracción de pectina y flavonoides con potencial aplicación en biomateriales a base de residuos de cítricos endémicos de Yucatán.

*Carrera:* Ingeniería Biomédica

*Semestre:* Tercero

*Asignatura:* Proyectos III

*Integrantes:*

- Christian Andrey Durán Zúñiga
- Angélica Nataly Escalante Alpuche
- Sergio Roberto Góngora Castillo
- Luis Andrés Granados Escoto
- Leonardo Manuel Rajón Cobá

### Idea del proyecto

Aprovechar los residuos de las cáscaras de cítricos de Yucatán para extraer pectina y flavonoides con métodos limpios y reproducibles. Estudiando el uso de la pectina como componente principal para la elaboración de hidrogeles y los flavonoides como un aditivo con propiedades con el potencial de ayudar al diagnóstico médico.

### Objetivos

*General:*

Extraer pectina a partir de cáscara de naranja dulce (*Citrus sinensis*) y flavonoides de cáscaras de naranja agria (*Citrus aurantium*) ambos predominantes en Yucatan, con el fin de evaluar su viabilidad como insumos en biomateriales destinados a cicatrización y detección de heridas e infecciones, respectivamente.

*Específicos:*

- **Cuantificar** el rendimiento de pectina extraída mediante el métodos ácido a partir de cáscaras secas de "*Citrus sinensis*" y compararlo con un rango de 8 a 15% de rendimiento.
- **Determinar** cualitativamente con cloruro férrico la presencia de flavonoides a partir de la extracción a partir de cáscaras de "*Citrus aurantium*".
- **Evaluar** la relación entre las concentraciones obtenidas de pectina y flavonoides y las propiedades preliminares de biomateriales para establecer su potencial aplicación en cicatrización y detección de infecciones.

## Diseño del proyecto

### → Pectina

1. Preparación de la materia prima
  - a. Lavado de la cáscara (2-3 ciclos) con agua destilada
  - b. Secar la cáscara en el horno hasta alcanzar un peso constante (aprox. 12 horas)
  - c. Triturar las cáscaras con una licuadora y molcajete
  - d. Pesaje de la cáscara ya seca para calcular rendimiento
2. Extracción ácida y precipitación
  - a. Preparar la solución ácida:
    - i. Al peso de la cáscara usar una relación 1:30 con agua destilada
    - ii. Añadir HCl hasta alcanzar un pH 2
  - b. Extracción asistida por calor
    - i. Calentar la parrilla hasta que llegue a 90°C
    - ii. Poner la solución en la parrilla y mantener durante 120 min a 90°C constantes
    - iii. Mantener agitando la solución durante los 120 min
    - iv. Medir y ajustar a pH 2 cada 30 min
  - c. Precipitación
    - i. Filtrado de la muestra antes de alcanzar temperatura ambiente
    - ii. Precipitación con etanol (95%) relación 1:1 y se deja reposar 30 min en refrigeración
    - iii. Después del reposo se hace otra filtración para posteriormente hacerle dos lavados con etanol al 70% y 95% respectivamente
3. Secado y pulverización
  - a. La muestra de pectina con textura de gel se seca en horno a 50°C hasta alcanzar peso constante (aprox. 12 horas)
  - b. En mortero pulverizar la muestra y almacenar la muestra, mantener en refrigeración para conservar

### → Flavonoides

1. Preparación de la materia prima
  - a. Lavado de la cáscara (2-3 ciclos) con agua destilada
  - b. Secar la cáscara en el horno hasta alcanzar un peso constante (aprox. 12 horas)
  - c. Triturar las cáscaras con una licuadora y molcajete
  - d. Pesaje de la muestra ya seca para calcular rendimiento
2. Extracción por ultrasonido
  - a. Pesar 10g de la muestra en polvo
  - b. Preparar una mezcla etanol-agua destilada al 60% con una relación de 1:28
  - c. Colocar la muestra en un baño de ultrasonido a 64 °C por 45 minutos
  - d. Filtrar el extracto líquido del sólido
  - e. Al extracto sólido realizar un segundo ciclo
3. Pruebas de colorimetría
  - a. Colocar 2 mL del extracto cítrico en un tubo de ensayo.
  - b. Añadir 1–2 gotas de FeCl<sub>3</sub> al 1%.
  - c. Mezclar suavemente.
  - d. Observar el cambio de color (verde, azul o violeta).

- e. Comparar con un tubo control con solo disolvente.
  - f. Interpretación: cambio de color = presencia de compuestos fenólicos compatibles con flavonoides.
4. Conservación del extracto
- a. Combinar los filtrados obtenidos después de la extracción
  - b. Almacenar los extractos en frascos de ámbar
  - c. Mantener el extracto aislado de la luz para evitar que se evapore o contamine
  - d. Conservar en refrigeración a 4°C y -20°C si es tiempo prolongado

## **Simulación**

*\*No aplica*

## **Características**

*Describir los componentes definitivos que se emplearán en el desarrollo del proyecto, como resultado de los resultados de simulación. Incluir los costos de fabricación del prototipo.*

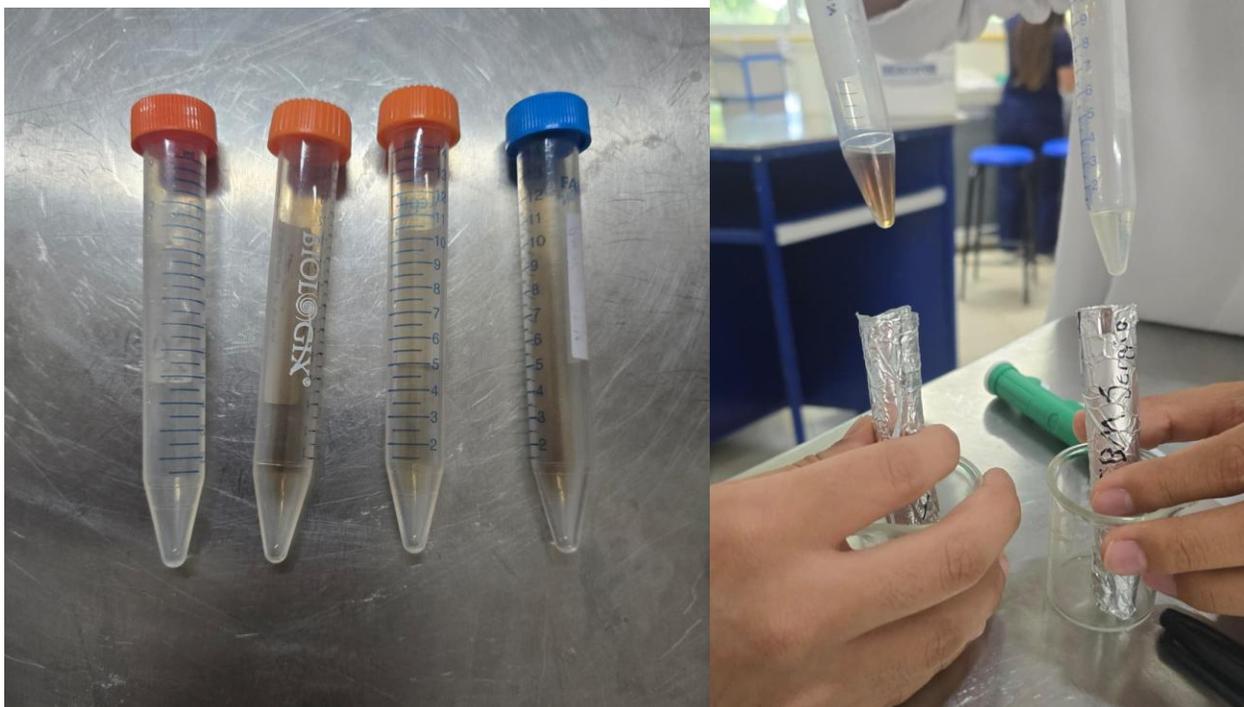
- Naranja de Oxkutzcab - \$40/kg (4 Kg)
- Etanol 96% - \$850/galón aproximadamente
- Ácido cítrico - \$40/kg (4 kg)
- Papel aluminio - \$30 el rollo (para cubrir recipientes de flavonoides)
- Componentes no contemplados en precio: Agua, utensilios de laboratorio (matraces, termómetros, etc), cinta y plumón para marcar muestras.

## Pruebas

Para probar la pureza y concentración de los flavonoides, se hizo una prueba con ácido férrico (.1 gr) diluido en 10 ml de agua destilada, otro recipiente con 3 gotas de etanol y por último un recipiente con 3 gotas de flavonoides.

En el recipiente de etanol, se vertieron 3 gotas de ácido férrico para mirar la concentración de color del ácido férrico como control, en el frasco de flavonoides también se vertieron las mismas 3 gotas de ácido férrico.

Los resultados fueron los siguientes:



- Con el color fuerte, se pudo comprobar que había presencia de flavonoides y bastante concentrados.

## Cumplimiento de objetivos

Objetivo	Resultados obtenidos
Cuantificar el rendimiento de pectina extraída mediante métodos ácido-étlicos a partir de cáscaras secas de cítricos endémicos de Yucatán, y compararlo con el umbral mínimo de viabilidad (12% m/m).	<ul style="list-style-type: none"><li>- La pectina ya fue extraída de las cáscaras secas de limón persa y naranja dulce.</li><li>- Falta realizar cálculos de rendimiento y pruebas de pureza.</li></ul>
Determinar el contenido total de flavonoides presentes en las cáscaras de cítricos mediante	<ul style="list-style-type: none"><li>- Ya se extrajeron los flavonoides de las cáscaras de naranja agria secadas.</li></ul>

<p>ensayos colorimétricos UV-Vis, verificando su cumplimiento con el umbral mínimo de viabilidad (7 mg GAE/g).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se realizó una prueba para verificar la presencia de flavonoides. Se pudo apreciar el cambio de color característico de la presencia de flavonoides.</li> <li>- Se realizó la concentración de la sustancia a dos temperaturas diferentes.</li> <li>- Falta realizar las pruebas colorimétricas UV-Vis.</li> </ul>
<p>Evaluar la relación entre las concentraciones obtenidas de pectina y flavonoides y las propiedades preliminares de biomateriales (hidrocoloide absorbente y fluorescencia en hidrogel) para establecer su potencial aplicación en cicatrización y detección de infecciones.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Una vez completados los objetivos anteriores, se empezará a estudiar sus propiedades y trabajar en realizar un posible biomaterial.</li> </ul>