

Diseño de una estrategia de fraccionamiento lignocelulósico mediante un solvente eutéctico profundo natural para enriquecimiento de celulosa del bagazo de caña industrial

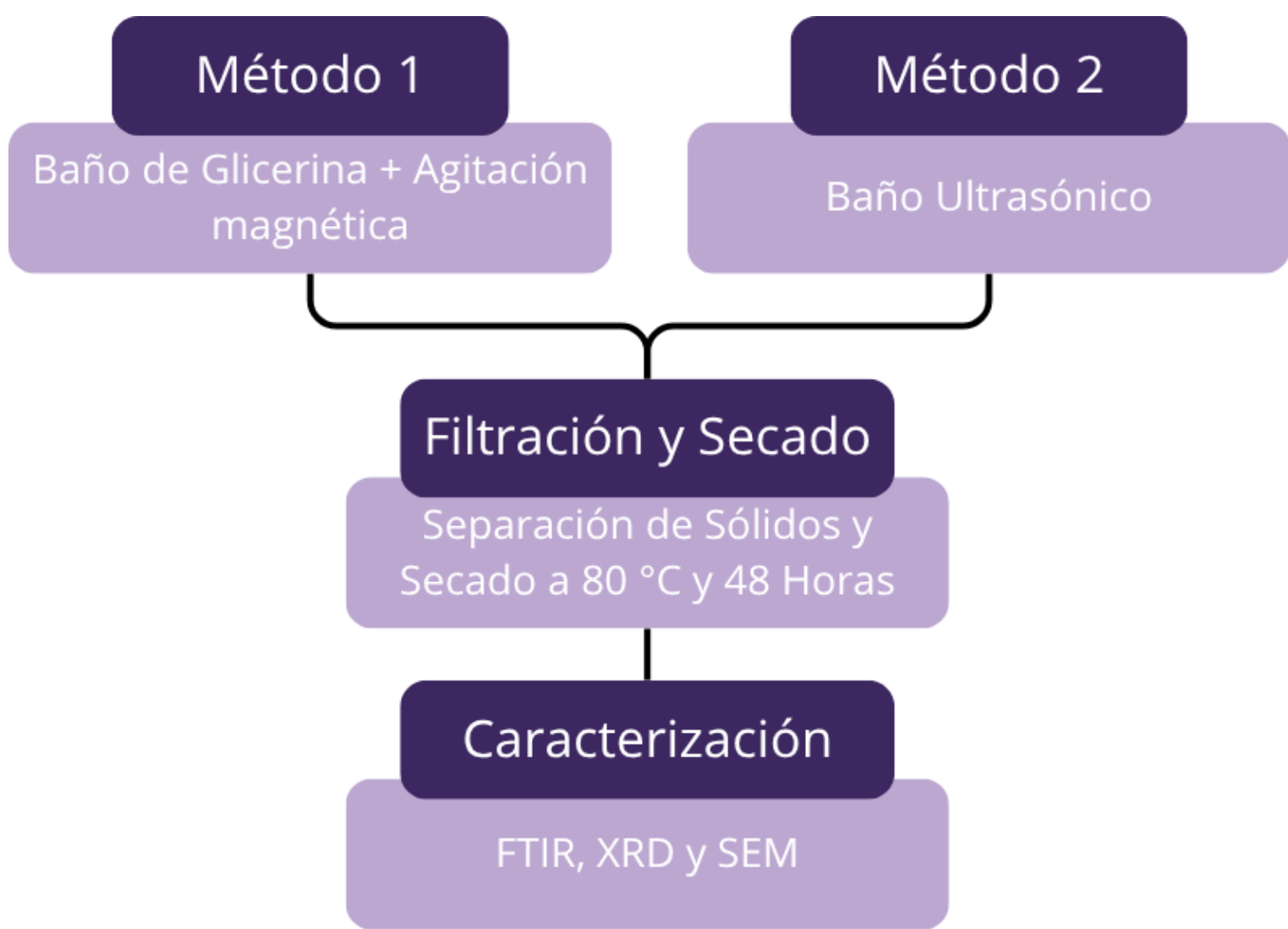
PROBLEMA

En Ecuador se generan cerca de 3 070 576 toneladas de bagazo de caña al año, un residuo rico en celulosa (23-50%) que actualmente se destina casi en su totalidad a cogeneración de energía. Su aprovechamiento como materia prima para celulosa y productos de mayor valor agregado sigue siendo limitada en el país. Además, los métodos convencionales de extracción de celulosa usan soluciones alcalinas y ácidos fuertes que generan efluentes tóxicos y alto consumo energético.

OBJETIVO GENERAL

Desarrollar una estrategia de fraccionamiento lignocelulósico del bagazo de caña de azúcar industrial mediante un solvente eutéctico profundo natural (ácido cítrico-sacarosa-agua) para el enriquecimiento de celulosa.

PROPUESTA



Debido al potencial del bagazo de caña de azúcar como residuo agroindustrial rico en celulosa, se aprovechó este subproducto de la industria azucarera para el fraccionamiento lignocelulósico mediante un solvente eutéctico profundo natural (NADES) compuesto de sacarosa, ácido cítrico y agua. Se evaluaron dos métodos de extracción, calentamiento con baño de glicerina más agitación magnética y el otro asistido por baño ultrasónico, con el fin de remover lignina y hemicelulosa, purificando la fracción celulósica. La composición remanente de cada muestra se caracterizó mediante FTIR, XRD y SEM para validar el potencial del NADES como alternativa sostenible frente a los solventes convencionales empleados en el fraccionamiento de biomasa lignocelulósica.

Componente	Contenido (w/w)
Celulosa	45,5 %
Lignina	27 %
Hemicelulosa	21,1 %
Extractivos	4,6 %
Ceniza	2,2 %

Tabla 1. Composición del bagazo de caña de azúcar

Nota. Adaptado de: Dilute mixed-acid pretreatment of sugarcane bagasse for ethanol production, Por de Moraes Rocha et al. , 2011, doi:10.1016/j.biombioe.2010.10.018

RESULTADOS

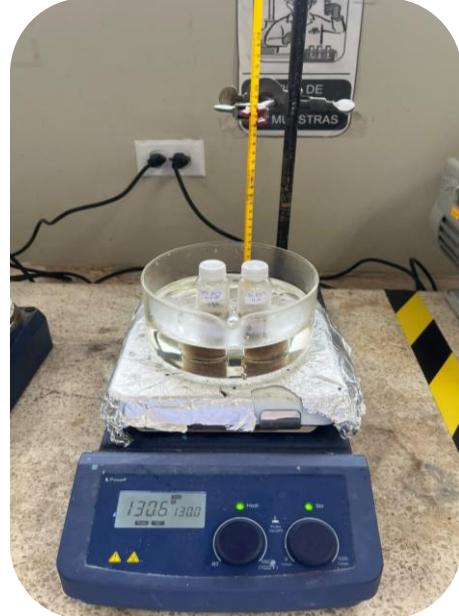


Figura 2. Método de extracción por calentamiento y agitación

Método 1
 % Rendimiento de Extracción:
 30,75 %



Figura 3. Celulosa resultante de la extracción



Figura 4. Método de extracción asistido por ultrasonido

Método 2
 % Rendimiento de Extracción:
 31,62 %



Figura 5. Celulosa resultante de la extracción

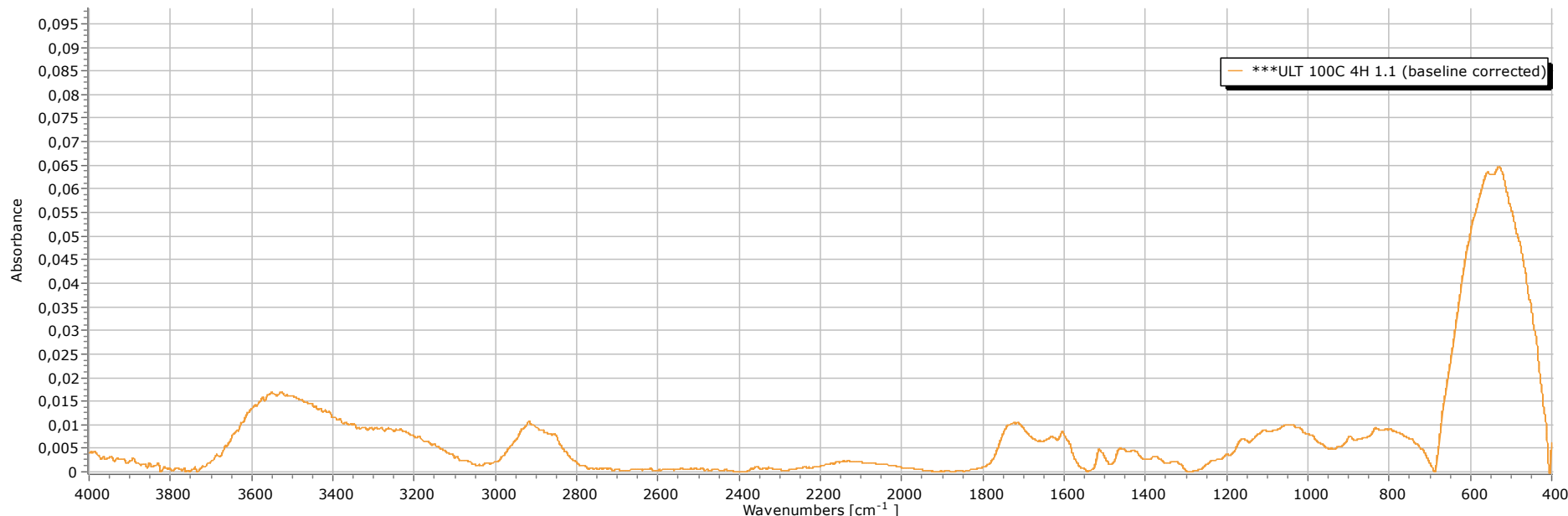


Figura 6. Espectro FTIR de la celulosa obtenida por el Método 2

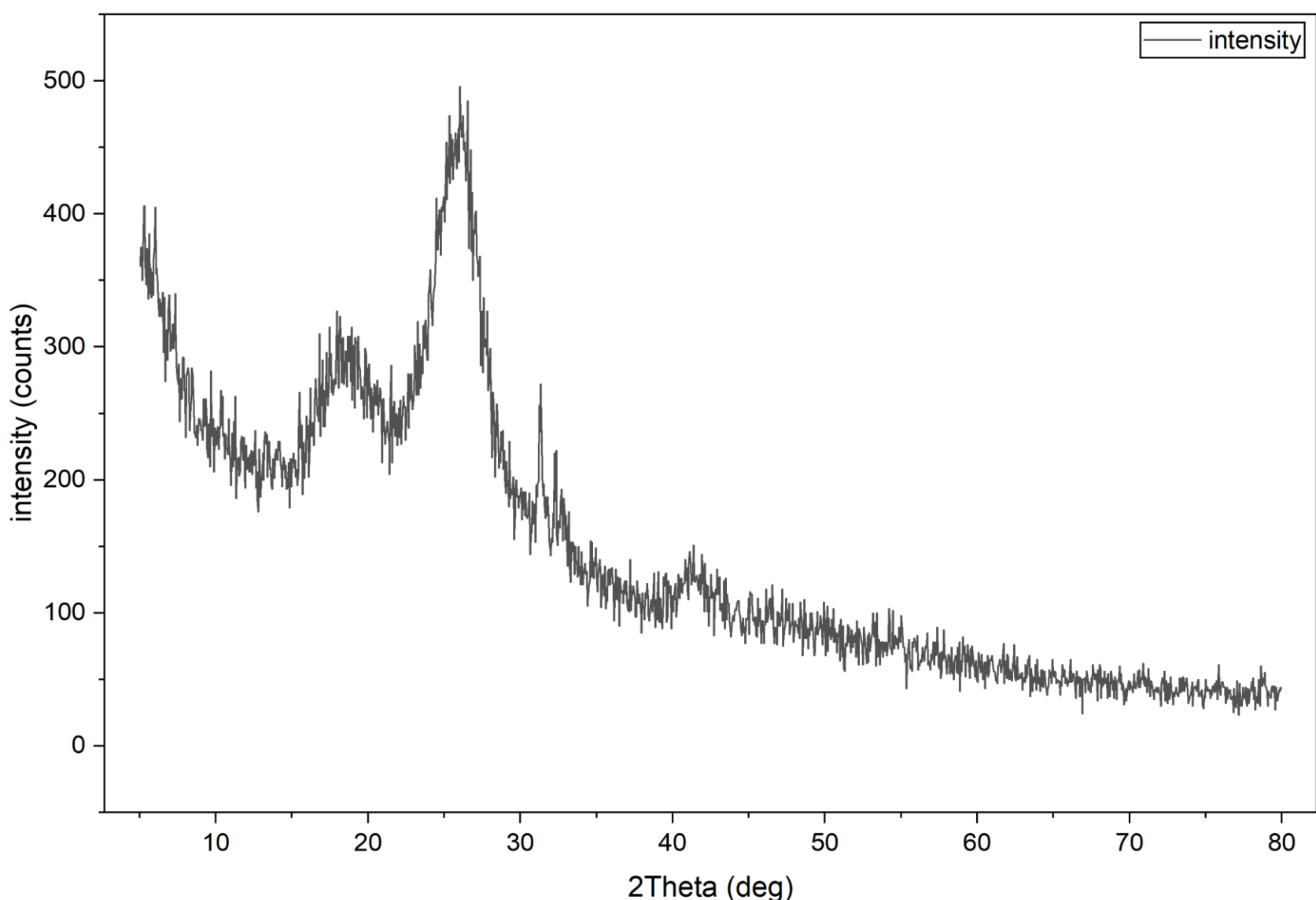


Figura 7. Espectro XRD de la celulosa obtenida por el Método 2

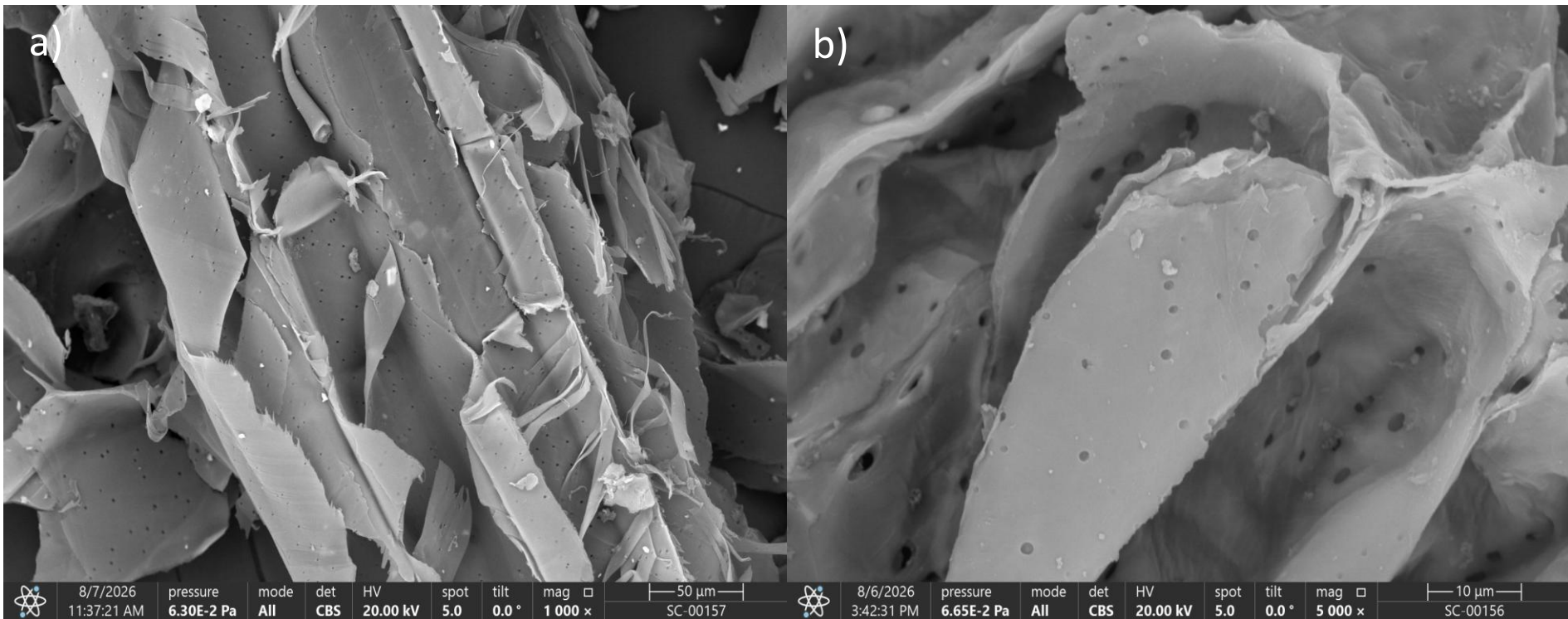


Figura 8. Morfología superficial de la celulosa extraída mediante el Método 1 (a) y Método 2 (b), observada por microscopía electrónica de barrido

CONCLUSIONES

- El NADES ácido cítrico–sacarosa–agua en proporción 1:2:19 se seleccionó como solvente óptimo para el fraccionamiento lignocelulósico, manteniendo su estabilidad estructural hasta 80 y 100 °C y garantizando su operabilidad experimental.
- El método ultrasónico superó al de calentamiento + agitación tanto en ajuste estadístico ($R^2 = 98,33\%$ vs. $94,25\%$) como en remoción predicha (31,62% a 100°C y 4 horas vs. 29,84% a 100°C y 2 horas), evidenciando la mayor eficiencia del efecto de cavitación acústica en el fraccionamiento lignocelulósico.
- A través de las técnicas de caracterización empleadas, se cuantificaron mediante FTIR las proporciones de lignina, celulosa y hemicelulosa, confirmándose el enriquecimiento celulósico mediante el índice de cristalinidad calculado a partir de los espectros XRD, y corroborándose visualmente mediante la caracterización morfológica por SEM de la estructura de celulosa purificada.