

RESUMEN

Durante la primera mitad de este siglo, se espera que la demanda mundial de energía aumente significativamente debido al previsible incremento de la población mundial y al desarrollo económico global, tal como afirman recientes estudios de la Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas. Por otro lado, los datos del Panel Intergubernamental del Cambio Climático vinculan el uso continuado de los combustibles fósiles con el aumento de la concentración de CO₂ y partículas contaminantes a la atmósfera causantes, entre otros, del cambio climático. En este contexto, es necesario seguir avanzando en la búsqueda de alternativas energéticas más limpias y medioambientalmente sostenibles, como es el caso del bioetanol de segunda generación obtenido a partir de residuos agroindustriales.

Así, la presente Tesis Doctoral plantea como objetivo avanzar en la revalorización de los residuos agroindustriales de frutas como la piña y el caqui. En concreto, se evaluaron diferentes estrategias para la mejora del proceso de obtención de bioetanol y el control en línea de la sacarificación y contenido en alcohol en los residuos.

Para ello, se estudiaron diferentes tecnologías para la mejora del rendimiento de la hidrólisis enzimática de los residuos de piña. En primer lugar se comparó la acción hidrolítica de las enzimas comerciales producidas por los hongos filamentosos *Aspergillus niger* y *Trichoderma reesei*. A continuación, se evaluó la aplicación de pretratamientos con microondas, solos o combinados con un medio alcalino, para la mejora del rendimiento de la sacarificación. Por otro lado, se analizó el potencial de revalorización del residuo industrial de caqui de la variedad "Rojo Brillante". Finalmente se estudió la aplicación de técnicas basadas en la espectroscopía de impedancias para la monitorización de la sacarificación y la cuantificación de bioetanol en piña.

Los resultados obtenidos demostraron que la celulasa de *A. niger* es una alternativa eficaz a la obtenida a partir de *T. reesei* para la sacarificación de los residuos industriales de piña, especialmente cuando se combina con hemicelulasa. Por otra parte, la aplicación de pretratamientos con microondas a potencias y tiempos de exposición apropiados mejoraron significativamente el rendimiento de la hidrólisis enzimática. Esta mejora demostró ser particularmente destacable cuando se combinaron las microondas con un medio alcalino. Por otra parte, se demostró que los residuos industriales de caqui son una fuente de obtención de compuestos de alto valor añadido tales como: bioetanol y compuestos antioxidantes, principalmente carotenoides. Por último, se validó la espectroscopía de impedancias electroquímica como una metodología fácil, rápida, no destructiva, económica y alternativa a las técnicas de laboratorio tradicionales para el control de la sacarificación y fermentación. Esto se consiguió combinando la espectroscopía de impedancias con el desarrollo de modelos matemáticos basados en redes neuronales artificiales que se caracterizan por ser robustos, fiables, adaptativos y fácilmente implementables en sistemas electrónicos.

A modo de conclusión, la presente Tesis Doctoral ha permitido avanzar en el conocimiento sobre el proceso de revalorización de los residuos industriales de frutas mediante la implementación de desarrollos tecnológicos para el aumento del rendimiento de la hidrólisis enzimática del residuo de piña y la obtención de compuestos de alto valor añadido a partir de caqui. Asimismo, se ha demostrado que es posible aplicar técnicas basadas en la espectroscopía de impedancias y modelos matemáticos específicos para mejorar la monitorización y control en línea de estos procesos, lo que supone un avance significativo en este campo.