

# UNIVERSIDAD DE BURGOS

## ESCUELA DE DOCTORADO

### TESIS DOCTORALES

|                                 |  |
|---------------------------------|--|
| <b>TÍTULO:</b>                  | VALORIZACIÓN INTEGRAL DEL BAGAZO DE CERVEZA MEDIANTE TECNOLOGÍAS EMERGENTES / INTEGRAL VALORIZATION OF BREWER'S SPENT GRAIN BY EMERGING TECHNOLOGIES.  |
| <b>AUTORA:</b>                  | ALONSO RIAÑO, PATRICIA   |
| <b>PROGRAMA DE DOCTORADO:</b>   | AVANCES EN CIENCIA Y BIOTECNOLOGÍA ALIMENTARIAS.   |
| <b>ACTO Y FECHA DE LECTURA:</b> | EL ACTO PÚBLICO DE DEFENSA DE TESIS SE DESARROLLARÁ EL DÍA 09 DE JUNIO DE 2022, A LAS 12:00 HORAS, PRESENCIALMENTE EN EL SALÓN DE ACTOS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS, DE LA UNIVERSIDAD DE BURGOS Y DE MANERA TELEMÁTICA A TRAVÉS DE MICROSOFT TEAMS   |
| <b>DIRECTORAS:</b>              | MARÍA TERESA SANZ DÍEZ<br>SAGRARIO BELTRÁN CALVO   |
| <b>TRIBUNAL:</b>                | JUAN FRANCISCO RODRÍGUEZ ROMERO<br>ALBA ESTER ILLERA GIGANTE<br>JOSÉ ANTONIO MENDIOLA<br>CIPRIANO RAMOS RODRÍGUEZ<br>ESTER TRIGUEROS ANDRÉS  |
| <b>RESUMEN:</b>                 | <p>En un contexto de economía circular, una completa valorización de residuos procedentes de la industria agroalimentaria para convertirlos en productos de alto valor añadido, minimiza los impactos ambientales y maximiza el uso de recursos renovables. En este sentido, se ha propuesto una valorización integral del bagazo de cerveza (BSG) mediante el uso de tecnologías emergentes respetuosas con el medio ambiente. El BSG es el principal subproducto de la industria cervecera (85%). Se trata de una biomasa lignocelulósica con alto contenido en proteínas (10-30%, p/p) y alrededor de un 6% de lípidos, siendo además una valiosa fuente de compuestos fenólicos que han demostrado tener efectos antioxidantes. En base a su composición química, la integración del BSG dentro de un concepto de biorrefinería es de gran interés para obtener diferentes biocompuestos de alto valor. La valorización integral del BSG implica la recuperación de todos sus componentes extractables valiosos y el fraccionamiento y recuperación de sus componentes estructurales, celulosa, hemicelulosa, lignina y proteínas. Este trabajo propone el uso de diferentes tecnologías verdes y eficientes para la recuperación de los compuestos bioactivos del BSG, tales como la extracción con fluidos supercríticos y la extracción asistida por ultrasonidos (UAE). Además, se ha propuesto el uso de agua subcrítica (subW) como una tecnología respetuosa con el medioambiente para hidrolizar y fraccionar los componentes estructurales del BSG (fracciones de lignocelulosa y proteínas), recuperando al mismo tiempo diferentes compuestos bioactivos, como compuestos fenólicos, biopéptidos y aminoácidos, dentro de un concepto de biorrefinería integrada.</p> |

Los resultados obtenidos con estas tecnologías se han comparado con los obtenidos con métodos convencionales de extracción o hidrólisis como son, la extracción convencional con agua y mezclas hidroalcohólicas, la hidrólisis ácida y alcalina, así como la hidrólisis enzimática con diferentes tipos de enzimas. Entre estas técnicas, el tratamiento con agua subcrítica fue el método de extracción/hidrólisis más eficiente para recuperar la fracción proteica del bagazo de cerveza, con un rendimiento de hasta el 78% del contenido proteico total, siendo también una tecnología eficaz para liberar los compuestos fenólicos de la matriz lignocelulósica del bagazo.

En una biorrefinería integrada, la valoración de la biomasa también implica la separación y recuperación de los compuestos valiosos generados durante el tratamiento de esta. En este trabajo se ha propuesto la pervaporación como un proceso prometedor de separación de membranas para eliminar y/o recuperar el furfural generado durante el tratamiento con agua subcrítica, consiguiendo una recuperación del furfural de alrededor del 94%, con una concentración 16 veces superior en el permeado que en la alimentación inicial, lo que conlleva también a una detoxificación parcial de los hidrolizados.

Asimismo, se ha evaluado el efecto que causa el tratamiento con agua subcrítica y con CO<sub>2</sub> supercrítico (sc CO<sub>2</sub>) sobre el sólido que permanece después del tratamiento, obteniendo con ambos tratamientos un aumento de la digestibilidad enzimática del BSG pretratado, aunque este efecto fue más notable para el tratamiento con subW. El bagazo pretratado con agua subcrítica se sometió a hidrólisis enzimática y se consiguió una completa conversión de la celulosa en glucosa. Los procesos de sacarificación y fermentación (SSF) secuenciales y simultáneos con el bagazo pretratados con subW produjeron bioetanol de segunda generación con buenos resultados en términos de concentración y productividad de etanol.

**Palabras clave:** Bagazo de cerveza - Extracción con fluidos supercríticos - Extracción/hidrólisis con agua subcrítica - Compuestos bioactivos - Biorrefinería.

**Keywords:** - Brewer's spent grain - Supercritical Fluids Extraction - Subcritical water extraction/hydrolysis - Bioactive compounds - Biorefinery.