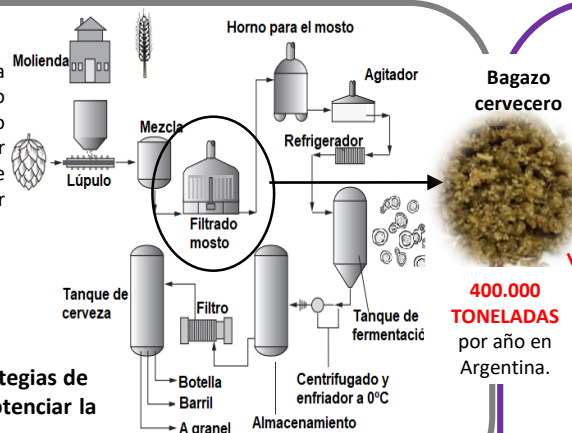


INTRODUCCIÓN

La industria cervecera genera anualmente toneladas de bagazo cervecero (BC)², un residuo lignocelulósico, que puede ser utilizado como material renovable para obtener productos de mayor valor agregado¹.

La compleja estructura de estos materiales debe ser desestabilizada para lograr su reutilización.

En este trabajo, se estudiaron diferentes estrategias de pretratamientos e hidrólisis enzimática para potenciar la revalorización del BC.



400.000 TONELADAS por año en Argentina.

METODOLOGÍA

ESTUDIO DE PRETRATAMIENTOS

Pre-tratamientos	H ₂ SO ₄ (2% p/p)	H ₂ O ₂ (4.6% p/v)
Condiciones de pre-tratamiento		
Temperatura (°C)	121	50
pH	1	5
Tiempo (min)	15	360
Presión (atm)	1	

Cada pre-tratamiento se realizó utilizando una relación sólido-líquido 1:14

PRODUCCIÓN DE ENZIMAS LIGNOCELULOLÍTICAS

Acondicionamiento
NaOH 0,2 M
15 min, 1 atm,
121°C

Trichoderma reesei

Incubación a 28°C durante 4 días

Extracción enzimática

Cóctel enzimático

Concentración enzimática
Filtración tangencial

SACARIFICACIÓN

BC pre-tratado

Incubación por 72 hs a 50°C, pH 5.0 y 200 rpm

Se agregaron 8 FPU/g de BC

Toma de muestras

Determinación de azúcares reductores

Cóctel enzimático concentrado

RESULTADOS

ESTUDIO DE PRETRATAMIENTOS

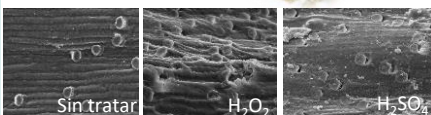
Pre-tratamientos	H ₂ SO ₄ (2% p/p)	H ₂ O ₂ (4.6% p/v)
Sólidos recuperados (%)	20.84±1.64	73.55±0.92
Rendimiento de azúcares (mg /g de BC seco)	371.69±20.79	39.32±1.21
Composición del BC (%)		
Celulosa	56.41±2.77	24.55±1.99
Hemicelulosa	2.27±0.22	19.13±1.90
Lignina	41.57±1.29	23.68±0.12

La mayor variación en la composición del BC se encontró luego del pretratamiento con H₂SO₄.

BC sin tratar



Composición
-Humedad: 79,29%
-Celulosa: 23,44%
-Hemicelulosa: 16,66%
-Lignina: 24,44%



Microscopía electrónica de barrido del BC sin tratar y pre-tratado con los distintos agentes.

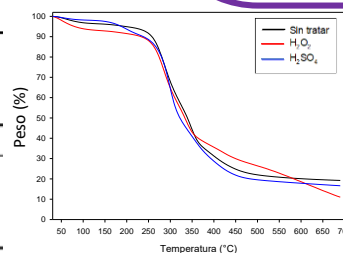


Fig.1. Análisis térmico (TGA) del BC

Las muestras pre-tratadas presentaron una disminución del porcentaje de masa (Fig.1). Además, presentaron la exposición de celulosa y reducción de las fracciones de hemicelulosa y lignina (Fig. 2).

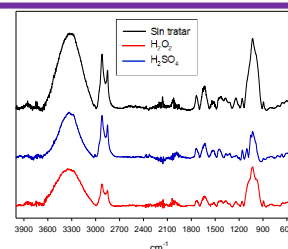


Fig.2. Espectroscopía FT-IR del BC

PRODUCCIÓN DE ENZIMAS

Cóctel enzimático concentrado
Volumen obtenido: 150ml
Actividad FPU: 0.53 FPU/ml
Actividad Xilanasas: 120 UI/ml
Actividad endoglucanasas: 1.37 UI/ml

SACARIFICACIÓN

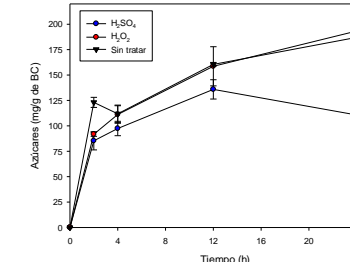


Fig. 3. Perfil de hidrólisis enzimática del BC

Cuando el BC es pre-tratado con H₂O₂ la sacarificación posterior libera 193,35 mg azúcares / g de BC, 1.75 veces mayor que el BC pre-tratado con H₂SO₄. El pre-tratamiento con H₂O₂ a pH 5.0 es un pre-tratamiento alternativo, novedoso y amigable con el medio ambiente.

CONCLUSIONES

El BC resultó ser adecuado para la producción de enzimas lignocelulolíticas y como fuente de monosacáridos, ambos con el potencial de generar productos de mayor valor agregado. Las técnicas FTIR, TGA y SEM utilizadas, ayudaron a relacionar los cambios estructurales provocados en el BC por los pretratamientos y el rendimiento de azúcares obtenido tras la sacarificación. La combinación de estrategias de pretratamiento y sacarificación propuestas resulta prometedora para mejorar la explotación de este residuo mediante un proceso económico y ambientalmente seguro.

Referencias

1-Phitsuwan, P., Sakka, K., Ratanakhanokchai, K., 2016. Structural changes and enzymatic response of Napier grass (*Pennisetum purpureum*) stem induced by alkaline pretreatment. *Bioresour. Technol.* 218, 247–256. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2016.06.089> 2-Nigam, P.S., 2017. An overview: Recycling of solid barley waste generated as a by-product in distillery and brewery. *Waste Manag.* 62, 255–261. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.02.018> 3-Mussatto, S.I., 2014. Brewer's spent grain: A valuable feedstock for industrial applications. *J. Sci. Food Agric.* 94, 1264–1275. <https://doi.org/10.1002/jsfa.6486>