

## “Proceso de Biorefinación de residuos y materiales lignocelulósicos”

### Descripción de la Tecnología

Este proceso consiste en alimentar biomasa lignocelulósica, ya sean residuos de madera de pino, residuos de madera teca, olote de maíz, entre otros, la biomasa sufre una deconstrucción o fragmentación obteniendo celulosa, lignosulfonato de calcio o sodio, fosfatos (fertilizante) y xilosa. La proporción de estos productos a la salida del proceso estará en función de la composición de entrada de la biomasa. El proceso incluye una etapa en la que se llevan a cabo reacciones entre la lignina y la hemicelulosa y dióxido de azufre en agua, en un sistema sólido-líquido-gas. Las conversiones de lignina y hemicelulosa en ácido lignosulfónico (HLS) y xilosa son mayores a 90%, además de que la celulosa se puede separar fácilmente del HLS y la xilosa.

En una etapa subsecuente del proceso, el HLS se somete a una reacción ácido-base para obtener lignosulfonato de calcio, el cual, mediante una reacción ácido-base, se transforma en fosfato de calcio y HLS. El HLS obtenido puede transformarse en lignosulfonato de sodio (NaLS), magnesio, bario, o amonio, mediante una reacción ácido-base.



### Aplicaciones, beneficios y usos de la tecnología

Con esta tecnología se obtiene hasta un 93% de la celulosa contenida en la biomasa (madera de teca), lo cual es superior al 70% reportado para el proceso de Borregaard Industries Limited. El porcentaje de sulfonación de la lignina logrado mediante esta tecnología (91%) también es superior al porcentaje obtenido por la tecnología “Sulfite Pretreatment to Overcome the Recalcitrance of Lignocelluloses” (55%). Las ventajas de esta tecnología con respecto al proceso Kraft (pulpeo por sulfatos) son: se ocupa 64.6% menos agua; la cantidad de efluentes (solución que incluye xilosa) se reduce 83.9%; y no se producen efluentes gaseosos.

El blanqueo de fibras es un proceso costoso y contaminante, que emplea una gran cantidad de agua, además de una diversidad de químicos que afectan seriamente el ambiente. Con el proceso propuesto se obtiene celulosa no blanqueada para diversos fines, reduciendo así los costos y la contaminación al ambiente. Asimismo, con el proceso propuesto se puede regular el grado de deconstrucción de la celulosa y la lignina.



### Información de mercado

La producción mundial de cultivos está en el orden de 7,260 millones de toneladas de producción total con una generación de 140 millones de toneladas de residuos de biomasa seca. Esta enorme cantidad de residuos crea un problema ambiental que demanda estrategias y tecnologías para su tratamiento con el fin de promover el valor económico y el desarrollo social, reduciendo los impactos negativos sobre el medio ambiente.

En México, la generación de biomasa residual agrícola fue en 2012 de 52.102 millones de toneladas en base seca, durante tiempo de cosecha. La generación de biomasa agrícola del 99% de los cultivos perennes, incluido el maíz grano, fue de 5.039 millones de toneladas. Y se generaron 728,825 toneladas de biomasa residual forestal en aserraderos en 2012. (SEMARNAT).

Se reporta que el valor del mercado mundial de la celulosa fue de \$USD 211,680 millones en 2019, con una tasa de crecimiento anual compuesta, CAGR por sus siglas en inglés, de entre 2.9% (Global Market Insights, 2020) y 4.2% (Fortune Business Insights, 2020), hasta el año 2026. Se informa que el valor del mercado mundial de xilosa fue de \$USD 1,911.8 millones en 2022, con una CAGR de entre 5.4% (Data-bridge Market Research, 2022) y 6.5% (Transparency Market Research, 2022), hasta 2029 y 2032, respectivamente. En 2021, el valor del mercado mundial de lignosulfonato de calcio fue de \$USD 835.6 millones, con una CAGR de 3.4% hasta el 2029 (Maximize Market Research, 2023). Con respecto al mercado mundial de lignosulfonato de sodio, su valor en 2019 fue de \$USD 334.28 millones, con una CAGR de 4.08% hasta el 2027 (Verified Market Research, 2021). En 2022, el valor del mercado mundial de fertilizantes de fosfatos fue de \$USD 42,220 millones, con una CAGR de 7.1% en 2023 (Research and Markets, 2023).