



# **PRODUCCIÓN DE ÁCIDO LÁCTICO A PARTIR DE RESIDUOS DE PINO**

**MARZO 2020 – ABRIL 2021**

**MAYRA DOLDÁN  
MARÍA NOEL GONZÁLEZ  
CAMILA HAGENLOCHER  
VALENTINA ILLIONE  
GIULIANA PIRIZ**

**TUTORES:  
ROBERTO KREIMERMAN  
ANA INÉS TORRES**



**UNIVERSIDAD  
DE LA REPÚBLICA  
URUGUAY**

## Resumen ejecutivo

En el presente proyecto se evalúa la viabilidad de instalar una planta industrial para la producción de ácido láctico a partir de biomasa. La valorización de biomasa residual en nuevos procesos industriales impacta positivamente sobre las cadenas de valor respectivas promoviendo su desarrollo mediante retroalimentación. Particularmente, la búsqueda de alternativas para el destino final de los residuos de pino de aserraderos y cosecha, que generen valor agregado, resulta fundamental para el sector forestal en Uruguay. Para evaluar el proyecto propuesto se realizó un análisis de mercado para determinar su tamaño y posibilidades de crecimiento, determinación de la producción objetivo de la planta y su demanda de materia prima, ubicación de la planta en Uruguay, tecnología a aplicar y diseño de los equipos para el proceso y un análisis económico – financiero del proyecto para finalmente evaluar la viabilidad.

La biomasa seleccionada como materia prima consiste en los residuos de *Pinus taeda* que se generan en el procesamiento llevado a cabo por aserraderos. Se encontró que el mercado nacional de este material está limitado a su uso para quema directa y generación de energía que satisface el consumo de los aserraderos; su exportación no significa un aumento en el valor de la madera. Asimismo, existe una oferta ociosa de pino por la gran cantidad de plantaciones existentes y el bajo consumo relativo para este. Por estos motivos, se seleccionó este residuo como materia prima para el proceso. Se estimó un consumo anual de 100000 toneladas aproximadamente de dicho residuo, considerando 330 días de operación por año en régimen continuo las 24 horas. A partir de datos disponibles, la cantidad de residuos sería suficiente para cubrir la demanda del proceso en los próximos 10 años.

El ácido láctico se comercializa en tres calidades: alimentaria, farmacéutica y poliláctica. Para las primeras dos se halló que el mercado latinoamericano es estable y presentará un mínimo crecimiento. En cuanto al ácido poliláctico, es un mercado con gran potencial de crecimiento, por lo que se determinó que la mitad de la producción de la planta sea de esta calidad, destinado principalmente para venta directa a China.

Para la localización de la planta, se tuvo presente la distribución actual de la materia prima en el territorio nacional. Dado que presenta una gran concentración en Tacuarembó se optó por instalar en este departamento la empresa. Otros factores considerados fueron el costo asociado al transporte de producto, disponibilidad de recursos humanos, materiales y naturales fundamentales para la operación de la planta.

Tras un análisis tecno-económico se optó por que la tecnología a aplicar sea fermentación microbiana con previa hidrólisis enzimática. El acondicionamiento y tratamiento de la materia prima para estas etapas se realizará mecánicamente y por hidrólisis con ácido a presión. Entre las corrientes secundarias se encuentra el yeso generado durante la purificación del producto, el cual se plantea vender como yeso impuro.

Se tendrá una capacidad de producción de 3200 toneladas anuales de ácido láctico calidad farmacéutica (pureza del 99.1 %), 14500 toneladas anuales de calidad alimentaria (pureza 81.7 %) y 24000 toneladas anuales de calidad para producción de ácido poliláctico (pureza 76.4 %). La producción total corresponde a 41700 toneladas de ácido láctico.

Otros aspectos relevantes de la operación de la planta fueron investigados y desarrollados como el impacto ambiental que generará su construcción, operación y abandono, cuantificación y calidad de los recursos humanos requeridos y aspectos de salud y seguridad ocupacional del trabajo.

Los precios de venta del ácido láctico se consideraron diferenciales de acuerdo con la calidad respectiva y se obtuvieron a partir de análisis de estadísticas comerciales. Para las tres calidades a comercializar se tomó el precio FOB, en particular para la calidad poliláctica corresponde a 1000 USD/ton, para calidad alimenticia 1300 USD/ton y para calidad farmacéutica 3000 USD/ton.

La inversión inicial necesaria para ejecutar el proyecto es 106 MUSD, para lo cual se evaluó el financiamiento con capital propio y capital mixto. Para capital propio, se obtuvo una tasa interna de retorno (TIR) de 8.74 % y un valor actual neto (VAN) igual a 10.3 MUSD. En el segundo caso, considerando un financiamiento del 70 % de las inversiones de activos fijos, con una tasa de interés del 5.5 %, se obtuvo una TIR de 10.1 % y un VAN de 12.1 MUSD. El período de repago corresponde a 7 años para recuperar la inversión inicial.

Se analizó que existe una gran sensibilidad al precio de venta del ácido láctico y que la producción prevista se encuentra por encima del punto de equilibrio para todos los años a excepción del primer año de producción.

El proyecto presentado es viable desde el punto de vista económico y financiero, tanto para financiamiento con capital propio, como para capital mixto. Para esto último, se consideró una tasa de interés exigida por la inversión de 6.61 %.

Por otro lado, se evaluó la presentación de este ante la COMAP, ya que, con los beneficios fiscales obtenidos, se descuentan impuestos como el impuesto al patrimonio y el impuesto a la renta de actividad económica. Con la obtención de dichas exoneraciones se obtiene un aumento en el TIR a 14.6 % para una financiación con capital mixto. Por lo que se concluye que el proyecto es viable y genera aún más beneficios económicos en caso de ser aceptado por COMAP, obteniendo un VAN de 28 MUSD anuales.

En conclusión, el proyecto presentado en este informe es viable desde el punto de vista económico y financiero. La tasa interna de retorno y el valor actual neto aumenta progresivamente conforme se pasa de un proyecto de inversión de capital propio, a uno de capital mixto y finalmente a un proyecto apoyado por la COMAP. Desde la perspectiva social, ambiental y tecnológica, el proyecto resultó viable, alineado con los intereses nacionales y tendencias mundiales.