



Producción de azúcar invertido

Autores:

Clarita Chaparro – Carrera Ingeniería Alimentaria

Clara Ferrari – Carrera Ingeniería Alimentaria

Romina Lans – Carrera Ingeniería Química

Andrea Lasa – Carrera Ingeniería Alimentaria

María Eugenia Pereyra – Carrera Ingeniería Alimentaria

Camila Ureta – Carrera Ingeniería Alimentaria

Proyecto de grado presentado a la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República en cumplimiento parcial de los requerimientos para la obtención del título de Ingeniero Químico y de Ingeniero de Alimentos.

Tutores:

Nikolai Guchin - Ingeniero Químico

Darío Huelmo - Ingeniero Químico

Montevideo, Uruguay

Abril de 2024

Descargo de Responsabilidad (Disclaimer)

Este informe de Proyecto de Grado ha sido desarrollado como parte de un ejercicio didáctico en el marco del programa de Ingeniería Química/de Alimentos en Facultad de Ingeniería, UdelaR. El objetivo principal de este proyecto es demostrar la capacidad del estudiante para aplicar los conocimientos y habilidades adquiridos durante su formación académica.

La Propiedad Intelectual del presente informe pertenece a la Universidad de la República y los autores y tutores, de acuerdo a la Ordenanza de los Derechos de la Propiedad Intelectual de la Universidad de la República (Res. Nº 91 de C.D.C. de 8/III/1994 – D.O. 7/IV/1994)

Aviso legal: Los contenidos, conclusiones y recomendaciones presentadas en este informe son resultado del trabajo académico del estudiante, basados en datos y supuestos disponibles hasta la fecha de finalización del proyecto. La institución y los supervisores del proyecto no asumen responsabilidad alguna por la exactitud, integridad o actualidad de la información proporcionada.

Este informe está destinado únicamente para fines educativos y de evaluación dentro del ámbito académico del programa de Ingeniería Química /de Alimentos. No debe interpretarse como un asesoramiento profesional, técnico o especializado en ninguna materia.

Advertencia de uso: Cualquier lectura, interpretación o aplicación de los resultados y conclusiones de este informe por parte de terceros, queda bajo su propia responsabilidad. La institución, los autores y los supervisores del proyecto no asumen responsabilidad por cualquier pérdida, daño o consecuencia que pudiera surgir directa o indirectamente del uso de la información proporcionada en este informe.

Los resultados presentados en este informe pueden estar sujetos a limitaciones y restricciones derivadas de la naturaleza didáctica del proyecto, incluyendo pero no limitándose a la disponibilidad de recursos, tiempo y alcance del ejercicio.

Se prohíbe cualquier reproducción, distribución o divulgación total o parcial de este informe sin el consentimiento expreso por escrito de los autores y de la institución.

Quien continúa con la lectura de este informe, acepta y comprende los términos y condiciones establecidos en este descargo de responsabilidad.

Fecha: Abril de 2024

Resumen ejecutivo

El proyecto presentado se orienta hacia la producción de azúcar invertido partiendo de azúcar 150 ICUMSA como materia prima principal. Este producto, se forma mediante la hidrólisis de la sacarosa, ya sea por procesos químicos o enzimáticos. El término "invertido" refiere al cambio en el poder rotatorio de la mezcla resultante. La sacarosa es dextrorrotatoria, pero al convertirse en glucosa y fructosa, la mezcla adquiere un poder levorrotatorio debido a la influencia predominante de la fructosa.

Este innovador producto, ofrece una gama de ventajas significativas en comparación con el azúcar tradicional. En primer lugar, presenta un poder endulzante de hasta un 27 % más, lo que permite reducir la cantidad de azúcar a utilizar sin comprometer el sabor del producto final. Por otra parte, su composición química modificada asegura una mayor estabilidad durante las diversas etapas de procesamiento, lo que resulta en productos finales de calidad superior. Estas características combinadas lo convierten en un ingrediente excepcionalmente versátil para utilizar en una gran variedad de productos, desde panificados hasta bebidas.

El objetivo principal de esta iniciativa es brindar apoyo a diversas industrias, permitiéndoles maximizar sus beneficios y simplificar sus procesos productivos. Al proporcionarles un producto listo para usar, las empresas pueden omitir la tarea de realizar la disolución del azúcar. Esta simplificación tiene un impacto significativo en los costos y la productividad, ya que elimina la necesidad de asignar personal y tiempo para la preparación del jarabe.

Los clientes principales en las etapas iniciales del proyecto son las empresas Fábricas Nacionales de Cerveza, Salus, Coca Cola, Pagnifique y Bimbo. Posteriormente, con la consolidación de la marca, se prevé expandir el alcance del producto a Conaprole como nuevo cliente, plan que se materializará al cuarto año desde el inicio del proyecto. Además, al séptimo año de operación se planea construir una línea de envasado para producir empaques de 250 mL destinados a consumidores finales, que apesar de ser un mercado pequeño permite obtener un mayor margen de ganancia. Después de este período de tiempo, se logra abarcar a la gran mayoría de clientes posibles para este producto.

La elección de Montevideo, específicamente en Punta de Manga, como la ubicación de la planta, está estrechamente vinculada a la proximidad geográfica con los principales clientes mencionados anteriormente, además de la disponibilidad de servicios esenciales.

En cuanto al calendario de producción, durante los primeros cuatro años, se establece un ciclo de producción anual, con paradas planificadas, generándose un total de 16.450 toneladas de azúcar invertido. Con la inclusión de Conaprole como cliente, la capacidad anual se incrementa a 19.900 toneladas.

El proceso de producción comprende diversas etapas, que van desde la recepción del azúcar hasta la obtención del producto final. Entre ellas, incluye la disolución del azúcar en agua, seguida de procesos de filtración y decoloración, así como la inversión y ajuste de los °Brix mediante evaporación según las especificaciones del producto. Una vez completado este proceso, el azúcar invertido se almacena en tanques a temperatura ambiente. El resultado final es un jarabe de azúcar con varias características, entre ellas, una concentración de 76 a 78 °Brix, un color de 35 ICUMSA y una densidad de 1.400 a 1.450 kg/m³. La tecnología seleccionada para realizar la inversión del azúcar son las resinas de intercambio iónico, debido a que en comparación con los otros métodos, permiten obtener un producto más uniforme y de calidad superior.

La ejecución de este proyecto conlleva ciertas amenazas, como la creciente preferencia de los consumidores por productos sin azúcar y la competencia de una empresa local que ofrece el mismo producto. Sin embargo, también presenta múltiples fortalezas. Se establece un proceso productivo que garantiza altos estándares de calidad como se mencionó anteriormente, lo que

brinda una ventaja competitiva significativa. Además, la existencia de varios proveedores de la materia prima principal asegura una sólida cadena de suministro. Asimismo, las ventajas intrínsecas del producto, como su vida útil extendida y la simplificación de los procesos para los clientes, consolidan su atractivo en el mercado. Estas fortalezas estratégicas posicionan al proyecto para enfrentar las amenazas y alcanzar el éxito en un entorno competitivo.

El precio del producto a granel, establecido en 770 US\$/ton, junto con otros factores, contribuye a generar una facturación total de aproximadamente 12.667.940 US\$ en los primeros tres años. En los siguientes tres años, se anticipa un incremento en la facturación, alcanzando los 15.324.440 US\$, respaldado por un aumento en el número de clientes, ya que se comienza a contar con Conaprole. Finalmente, se prevé que en los próximos cuatro años de funcionamiento, la facturación crezca nuevamente a 15.432.240 US\$, debido a que se comienza a vender a consumidores finales, con un valor de 11.550 US\$/ton.

La inversión total de la planta ronda aproximadamente en 13.462.900 US\$. El análisis económico y financiero se realiza considerando dos escenarios: uno en el cual la inversión proviene en su totalidad de capital propio, y otro en el cual se solicita un préstamo bancario que cubre el 40 % de las inversiones amortizables y el 40 % de las inversiones no amortizables.

En el primer escenario, se logra un valor actual neto (VAN) de 6.388.629 US\$ con una tasa de descuento del 10 %, una tasa interna de retorno (TIR) de 18,46 % y un período de repago (PR) de 4,96 años. En el segundo escenario, que involucra capital mixto, se alcanza un VAN de 6.658.912 US\$ y una TIR de 22,98 %, con un período de repago de 4,42 años. Al evaluar la sensibilidad del proyecto, se observa que las variables que más influyen en el VAN son el precio del producto y el costo de la materia prima.

Por otro lado, se puede observar que los indicadores financieros revelan que el proyecto es rentable y que cuenta con una buena base financiera. Con un valor actual neto positivo, una tasa interna de retorno mayor que la tasa de descuento utilizada y un período de repago que representa la mitad de la duración estimada del proyecto, se evidencia que la inversión inicial se recupera en un tiempo relativamente corto. Estos resultados indican un potencial de generación de beneficios económicos a lo largo del tiempo.