

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**Diseño de una línea de producción de etanol a partir de lactosuero generado
en una productora de alimentos, para exportación**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

AUTOR

Karin Anshela Diaz Diaz

ASESOR

Oscar Kelly Vasquez Gervasi

<https://orcid.org/0000-0002-3893-0516>

Chiclayo, 2025

**Diseño de una línea de producción de etanol a partir de lactosuero
generado en una productora de alimentos, para exportación**

PRESENTADA POR

Karin Anshela Diaz Diaz

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO INDUSTRIAL

APROBADA POR

Pedro Vizconde Melendez
PRESIDENTE

María Luisa Espinoza Garcia Urriata
SECRETARIO

Oscar Kelly Vasquez Gervasi
VOCAL

Dedicatoria

Dedico este trabajo de investigación a mis padres porque son mi fuente de inspiración y mi motor de vida, su sabiduría y apoyo incondicional han sido esenciales para alcanzar cada uno de mis objetivos, su aliento constante me ha permitido llegar a culminar esta etapa.

Agradecimientos

A mis padres, por brindarme su amor incondicional y su constante apoyo, que han sido fundamentales para mi desarrollo personal y profesional.

A mi asesor y mis docentes, por la valiosa formación compartida con mi persona, las cuales fueron necesarias para el desarrollo de mi investigación

Diseño de una línea de producción de etanol a partir de lactosuero generado en una productora de alimentos, para exportación

INFORME DE ORIGINALIDAD

19%	18%	5%	8%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	3%
2	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	www.dspace.uce.edu.ec Fuente de Internet	1%
4	fdocuments.ec Fuente de Internet	1%
5	Submitted to ITESM: Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey Trabajo del estudiante	<1%
6	ciencia.lasalle.edu.co Fuente de Internet	<1%
7	revistas.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	<1%
8	renati.sunedu.gob.pe Fuente de Internet	<1%

Índice

Resumen	6
Abstract	7
Introducción.....	8
Revisión de literatura.....	9
Materiales y métodos	15
Resultados y discusión	15
Conclusiones	30
Recomendaciones	31
Referencias.....	32
Anexos	36

Resumen

En la actualidad se buscan alternativas que permitan aprovechar los residuos para promover alternativas sustentables en la región de Cajamarca, según datos estadísticos alrededor del 80% al 85% de la leche fresca que se utiliza para elaborar concentrados proteicos se convierte en lactosuero [10], el cual no es aprovechado, generando un subproducto con alto potencial nutritivo, por lo cual el estudio plantea el diseño de una línea de producción de etanol a partir de suero lácteo con el fin de buscar su exportación, tiene como objetivo general diseñar una línea de producción de etanol a partir de lactosuero generado en una productora de alimentos, para exportación.

En la evaluación de la viabilidad comercial se obtuvo la existencia de capacidad para la exportación del etanol propuesto hacia el mercado colombiano porque existen acuerdos comerciales que lo permiten y una demanda histórica que respalda el estudio; también se logró determinar la viabilidad técnico-tecnológica debido a que es posible la obtención de etanol partiendo del uso de la materia prima que es el lactosuero utilizando la fermentación y el agente fermentativo *Kluyveromyces marxianus*, y la tecnología que se debe utilizar se puede obtener del mercado extranjero; igualmente al realizar el estudio financiero de la propuesta se obtuvo un Valor Actual Neto de S/ 145 264,56 de y una Tasa Interna de Retorno de 26,7%, que permite la evidenciar la rentabilidad del proyecto.

Palabras clave: Lactosuero, etanol, exportación.

Abstract

Currently, alternatives are being sought to make use of waste to promote sustainable options in the Cajamarca region. According to statistical data, around 80% to 85% of the fresh milk used to produce protein concentrates becomes whey [10], which is not utilized, generating a byproduct with high nutritional potential. Therefore, the study proposes the design of an ethanol production line from whey with the aim of exporting it. The general objective is to design an ethanol production line from whey generated by a food production company for export purposes.

In the evaluation of commercial viability, it was determined that there is the capacity to export the proposed ethanol to the Colombian market due to existing trade agreements that allow it, and a historical demand that supports the study. Additionally, the technical-technological viability was established, as it is possible to obtain ethanol using whey as raw material, through fermentation and the fermentative agent *Kluyveromyces marxianus*, and the technology needed can be sourced from foreign markets. Furthermore, a financial study of the proposal resulted in a Net Present Value (NPV) of S/ 145 264,56 and an Internal Rate of Return (IRR) of 26,7%, indicating the project's profitability.

Keywords: Whey, Ethanol, Exportación.

Introducción

Las industrias lácteas que procesan la leche para la elaboración de concentrados proteicos generan gran cantidad de suero lácteo al realizar la etapa de precipitación de la proteína principal de la leche que es la caseína, la cual representa el 85% de la leche fresca que ingresa al proceso, generalmente este residuo no es aprovechado en reprocesos o subproductos, sino solo se vierten en los ductos municipales o en el entorno, lo que provoca alteraciones en el medio ambiente.

La industria láctea a nivel mundial en el año 2023 procesó 944 millones de toneladas, durante el proceso de concentrados proteicos base de leche fresca de vaca se obtiene el residuo conocido como suero lácteo [1], asimismo el Perú presenta 6 500 plantas entre artesanales e industriales dedicadas al rubro de la elaboración de derivados lácteos, la producción nacional de queso según MIDAGRI en el año 2022 fue de 145 765 toneladas, la producción nacional de queso según MIDAGRI en el año 2024 fue de 158 310 toneladas, la variedad y gran disponibilidad de los concentrados proteicos lleva a que 7 de cada 10 peruanos lo consuman, logrando que el queso sea el segundo derivado lácteo más consumido, después de la leche evaporada [2]; Cajamarca cuenta con 1 200 plantas productoras de queso, esto lleva a posicionarla como la segunda región con mayor actividad productiva en el sector después de Puno, la industria en la región se relaciona con 90 mil familias que se dedican a la producción de leche [3].

Asimismo 450 000 familias se dedican a la producción de leche según MIDAGRI [4], de las cuales el 80% venden la materia prima para obtener recursos monetarios, lo que representa el 25% de sus ingresos; las industrias lácteas del país procesan la leche para obtener hasta 50 variedades de concentrados proteicos, el queso representa un alimento principal de la canasta básica familiar, esto se ve reflejado en incremento del per cápita, ya que se ha duplicado en el lapso de los últimos 10 años, teniendo un valor actual de 4,3 kg al año.

La empresa productora de alimentos, tiene su planta de producción en el distrito de Tongod, provincia de San Miguel, departamento de Cajamarca que se encuentra en el norte del país; se dedica a la elaboración de concentrados proteicos a partir de leche fresca de vaca, procesa diariamente alrededor de 7 000 litros de leche, en la elaboración de los productos se obtiene el suero lácteo como principal residuo, el cual representa del 80% al 90% de la materia prima, teniendo alrededor de 5 900 litros de suero al día. Actualmente parte del residuo se entrega a las personas de la localidad para la alimentación porcina, lo que resta es desechado en las vías de drenaje fluvial. Estudios anteriores muestran la posibilidad de producir etanol a partir de suero lácteo, fermentando el azúcar que se encuentra en su

composición, se puede realizar de forma directa o como primer paso descomponer la lactosa en glucosa y galactosa, de esta forma la levadura realiza la fermentación con mayor eficiencia, según Pesquisa [5] se puede producir hasta 3,5 gramos de etanol por cada litro de lactosuero en una hora.

Asimismo, considerando los datos brindados por la empresa, se sabe que se procesan alrededor de 140 000 y 160 000 litros de leche fresca al mes (anexo 1), de los cuales aproximadamente el 80% de la materia prima se convierte en lacto suero; en el periodo evaluado se procesó 2 259 420 litros de leche, de los cuales se obtuvo 1 812 753 litros de suero lácteo, esta cifra representa el 80,23% respecto a la materia prima (anexo 2). Se realizó una valoración del lactosuero utilizando una matriz de factores ponderados para evaluar las ventajas y desventajas que presenta al convertirse en etanol, biogás y bebidas alcohólicas, donde se obtuvo que al restar las ventajas con las desventajas el etanol se encuentra en mejor posición, por lo cual se optó por obtener este producto. Tesafaw et al. [12] mencionan que se puede obtener 11,7 g de etanol por cada litro de suero fermentado, por lo que se evaluó la cantidad potencial de etanol que se puede producir con el suero lácteo en el proceso de elaboración de concentrados proteicos, teniendo como resultado 27 226 litros de etanol al año (anexo 5).

Por lo cual se planteó como problema ¿cuál es la viabilidad del diseño de una línea de producción de etanol a partir de lactosuero generado en una productora de alimentos, para exportación?, asimismo se tiene como objetivo general diseñar una línea de producción de etanol a partir de lactosuero generado en una productora de alimentos, para exportación, y como objetivos específicos determinar la viabilidad comercial del diseño de una línea de producción de etanol a partir de lactosuero generado en una productora de alimentos, para exportación, buscando quitar participación de mercado a los países que venden tradicionalmente etanol a Colombia; el segundo objetivo es determinar la viabilidad técnico-tecnológica del diseño de una línea de producción de etanol a partir de lactosuero generado en una productora de alimentos, para exportación y evaluar la viabilidad económica financiera del diseño de una línea de producción de etanol a partir de lactosuero generado en una productora de alimentos, para exportación.

Revisión de literatura

En el estudio de Vargas [7] se tiene como objetivo la evaluación de la producción de etanol a partir de lactosuero a nivel de biorreactor (Bioflo 110) utilizando *Kluyveromyces marxianus* y *Kluyveromyces lactis*, como agentes fermentativos, se busca elaborar etanol a

partir del residuo lactosuero utilizando 2 tipos de cultivos, en sus resultados se obtiene una concentración final de etanol de 50 y 37 ml/l respectivamente, por lo cual se evidencia que al utilizar las levaduras el rendimiento individual en el proceso es de 76% y 68% respectivamente, teniendo como mejor opción utilizar como agente fermentativo a *Kluyveromyces marxianus*, por lo cual la elaboración de etanol a partir del residuo que genera la industria Láctea permite la valorización del mismo obteniendo una oportunidad económica para la empresa.

Asimismo Aráuz [8] en su informe que tiene como objetivo recopilar y sintetizar información sobre la fermentación de lactosuero y las diferentes condiciones que se requiere para su uso en cerveza y bebidas saborizadas, donde menciona que la producción de etanol a partir de lactosuero se considera como un recurso energético sostenible a largo plazo ofreciendo beneficios al medio ambiente, para esto se necesita utilizar microorganismos que permiten convertir el azúcar a través de la fermentación en etanol y se debe utilizar la destilación para obtener el producto final, hace referencia a la levadura *Kluyveromyces marxianus* como apta para el proceso de fermentación de lactosuero porque tiene la capacidad de fermentar la lactasa.

Se le atribuye beneficios a la producción de etanol, en el estudio de Arévalo y Castillo [9] tiene como objetivo aprovechamiento del suero lácteo y establecer los parámetros de fermentación para determinar mediante análisis físico químico los volúmenes de alcohol producido para la obtención de bioetanol, menciona que la producción de bioetanol permite contribuir al desarrollo sostenible de las industrias láctea, dentro del estudio se realizó la evaluación de las temperaturas de fermentación con el fin de determinar cuál sería la óptima para dicho proceso, para lograrlo se realizaron diferentes etapas como el permeado de suero, la fermentación, destilación simple y posteriormente el análisis fisicoquímico del etanol obtenido, como resultado se obtuvo que se debe utilizar una T° de 20 °C por un tiempo de 48 horas.

Según Flores et al. [10] en su informe tienen como objetivo obtener el mayor aprovechamiento posible del suero lácteo, en el desarrollo se menciona que el 90% de la leche procesada en la industria láctea se convierte en suero lácteo, el fluido está compuesta con el 55% de los sólidos hidrosolubles que presenta la leche cruda; en el mundo se produce alrededor de 160 millones de toneladas de suero lácteo, esto se debe a que el 85% al 95% de la leche que se procesa para elaborar concentrados proteicos se convierte en suero, en la región sierra del país el residuo que se genera en la industria láctea asciende a 15 millones de litros anuales, lo que lleva a generar contaminación ambiental.

Das et al. [11] en su estudio tienen como objetivo discutir la cadena de suministro involucrada en la producción de etanol a partir de suero, en el desarrollo presentan un compendio de información referente a los resultados obtenidos en el proceso de elaboración de etanol referente a diferentes cepas fermentativas, siendo las más importantes *S. Cerevisiae*, especies *Kluyveromyces* y especies de cándida, teniendo en cuenta los resultados llegan a definir que las tecnologías con las que se cuenta actualmente permiten que la producción de etanol a partir de lactosuero sea rentable y eficiente, por lo cual se puede lograr la comercialización del producto.

Tesfaw et al. [12] en su informe tienen como objetivo evaluar la capacidad de producción de etanol a partir de lactosuero, de suero crudo de queso utilizando *K. marxianus* ETP87, en la evaluación realizada se tiene como resultado la producción de 11,7 g de etanol por cada litro de suero procesado, en el proceso se mantuvo una temperatura de 45°C, lo que permitió aumentar la capacidad de la bacteria en la producción de etanol.

Vinocunga et al. [13] en su informe tienen como objetivo realizar la producción de bioetanol evaluando 4 capacidades, 18 000 L, 22 000 L, 26 000 L y 32 000 L litros de suero, para llevar a cabo la simulación se utilizó el programa super Pro Designer V 8,5; el resultado del proceso simulado tiene como mejor alternativa utilizar la capacidad de 30 000 L por día con un precio de 2,20 \$ el litro del etanol, asimismo proponen la concentración de lactosa para mejorar los resultados que se desean obtener.

Montero [14] en su trabajo de investigación tiene como objetivo modelar y simular los procesos involucrados en la producción de bioetanol a partir de suero de leche, en el desarrollo se menciona que por medio de columnas de destilación separan el etanol del agua a una concentración de 88% mol, para esto se utilizó como solvente al glicerol, la descripción del equilibrio líquido vapor se dio con el modelo NRTL, con esto se calculó las fracciones molares del vapor, asimismo mencionan que para una alimentación de 1000 kmol/h con una relación de S/F de 0,53 logra alcanzar un 99,6% mol después de 150 horas de aplicar el proceso, las temperaturas utilizadas varían entre 70 y 130°C.

Lopez et al. [15] en su estudio plantea diseñar una biorrefinería que integra la producción de bioetano y acetato de isoamilo, a partir de lactosuero, donde se realiza la elaboración del etanol llevando a cabo la pasteurización del suero, la fermentación se efectúa con *K. marxianus*, luego se pasa a la separación de sólidos y decantación; asimismo evalúan el costo unitario del producto, consumo de energía y emisiones de dióxido de carbono, en el proceso realizado para la obtención del etanol se tuvo como resultado de recuperación del 92% obteniendo un grado de pureza del 99,89% con un costo de 0,2139 \$ por galón.

Betancor [16] en su informe tiene como objetivo realizar permeados concentrados de suero de quesería como medio de fermentación para la producción de etanol alimentario, donde se analizaron algunos parámetros que permitirán evaluar la sustentabilidad del proceso realiza un análisis cromatográfico GC-FID al producto de la destilación obtenido en la fermentación del suero lácteo fermentado por *S. cerevisiae* y *S. Bayanus*, los resultados no muestran presencia de metanol por lo cual es apto para el consumo humano, asimismo la cantidad de etanol que se produce es suficiente para procesar su comercialización.

Benavides y Chauca [17] en su informe tiene como objetivo diseñar una planta piloto para la producción de etanol a partir de lactosuero con una capacidad de procesar 200 L de suero lácteo, esta produce 8,64 litros de etanol al 70% v/v, con un rendimiento global volumétrico de 4,32% v/v y másico de 3,44% m/m; dentro de su estudio económico realizado para 25 años obtuvo un VPN \$ 9 210,07 obteniendo un TIR de 11,84%, por lo cual la inversión realizada presenta rentabilidad.

Rodríguez [18] en su informe tiene como objetivo establecer la viabilidad de mercado, tecnológica, económica, financiera y social para la instalación de una planta productora de etanol obtenido a partir de un recurso endémico de la selva del Perú, como es la yuca; en este proyecto realizan el estudio de mercado el cual tiene como resultado que la demanda del etanol presenta un constante crecimiento hasta la fecha evaluada que es el año 2026 donde consideran como demanda del proyecto toda la demanda que presenta el sector de la selva según los datos brindados por Osinergmin, asimismo en su evaluación económica hace referencia a la valoración y el resultado que tiene la inversión referente al rubro del etanol, el resultado económico de su propuesta evidencia una viabilidad debido a que presenta un VAN de \$ 31 787, un TIR de 13,53% y su beneficio – costo es de 1,03.

Asimismo Moreno et al. [19] en su estudio tienen como objetivo efectuar el estudio de prefactibilidad para la instalación de una Planta Industrial para obtener bioetanol carburante a partir de cáscara de plátano en la región Loreto, es su informe realizan un estudio de mercado donde tiene como mercado objetivo la empresa PETROPERU ubicada en la localidad de Iquitos, asimismo realiza una proyección de la demanda, para determinar la demanda del proyecto utiliza el criterio de demanda insatisfecha de bioetanol en la región de Loreto, para finalizar realizó un estudio económico de la instalación de una planta de etanol obtuvo como resultado a un VAN de 3 676 095,43, un TIR de 36% y un beneficio – costo de 2,37.

Santiesteban y Tarrillo [20] en su informe tiene como objetivo realizar el estudio de Prefactibilidad para la instalación de una planta productora de bioetanol a partir de residuos lignocelulósicos en la Región Lambayeque, en su informe realiza un estudio de mercado

donde analiza la demanda histórica que presenta el país, para determinar la cantidad de mercado que va a cubrir utiliza el criterio de demanda insatisfecha, por lo cual plantea como objetivo cubrir el 5,6% de esta proyección, asimismo mencionan que la demanda tiene un crecimiento del 20% planificado a un lapso de 10 años, la política de precios que toma en cuenta es el incremento de los precios en relación a la inflación, con el fin de la sostenibilidad del proyecto en el tiempo.

El suero lácteo es un fluido obtenido en la producción de derivados lácteos, se forma cuando la principal proteína de la leche (caseína) precipita por la desestabilización que genera el cuajo, lo que lleva a obtener una fase sólida que contiene proteínas insolubles y lípidos, y una fase líquida conocida como lacto suero, el cual está formado por las proteínas que no logró concentrar la coagulación de la caseína [21]; en el anexo 6 se muestra las proporción de proteínas arrastradas por el suero, la cantidad de materia grasa y los minerales, en una composición promedio respecto al suero lácteo que se obtiene en la sierra del Perú.

En el proceso de elaboración de concentrados proteicos se obtienen diferentes tipos de sueros lácteos, esto depende del tipo de queso que se desea obtener, para el proceso se le añaden agregados, dentro de ellos se tienen el suero lácteo dulce que presenta un color amarillo verdoso y un PH entre 5,8 y 6,6; en comparación a los otros sueros se diferencia por presentar menor cantidad de cenizas, calcio y fosforo dentro de su composición interna [22], el Suero lácteo ácido que se caracteriza por su forma de coagulación, este se realiza por medio de un ácido, como efecto se tiene un suero con un PH hasta de 5,1; dentro de su composición contiene alrededor del 80% de los minerales que presenta la leche, y contiene baja porcentaje de lactosa [25], y el suero lácteo salado que se obtiene en la etapa de moldeado y prensado del producto final, se genera porque se añade sal a la proteína coagulada previamente desuerada, y por efecto de la presión y gravedad se separa del concentrado proteico [23].

La elaboración de etanol se basa en la composición de la sustancia estudiada y de agentes fermentativos, siendo la lactosa el azúcar que se encuentra en el suero lácteo, y de la cual se puede obtener etanol utilizando el principio de la fermentación; la lactosa según el autor [24] es la principal fuente de azúcar que contiene la leche o productos derivados de lácteos, está conformado por dos moléculas simples que son la *galactosa* y *glucosa*, las cuales son fuente de energía para el cuerpo, interviene en el proceso inmunológico y neuronal.

Asimismo, Asas et al. [25] en su informe mencionan que por cada 1 000 L de leche fresca procesada genera un lactosuero que contiene alrededor de 35 kg de demanda biológica de oxígeno (DBO) y aproximadamente 68 kg de demanda química de oxígeno (DQO), la contaminación que llega a generar esta cantidad de fluido se compara con el agua residual que

emiten 450 personas por día. La gran cantidad de suero que se emite a nivel industria ha llevado a buscar posibilidad de aprovechamiento por el nivel de contaminación que genera, por lo cual Correa [26] en su trabajo de investigación menciona la posibilidad de obtener bioplástico a partir del clúster lácteo de la región de Cajamarca, que se encuentra conformada por las industrias de alto impacto que se encargan de elaborar derivados lácteos en la región de Cajamarca, teniendo como efecto la reducción del impacto por la emisión de los desechos y la producción de sub productos a base de suero lácteo utilizando microorganismos.

En la fermentación se utiliza agentes como la levadura, según el autor [27] son organismos unicelulares que presentan diferentes usos como en la panificación y destilería, se reproducen por fisión binaria o gemación, resisten un pH entre 3 y 10, pero actúan de forma adecuada en un medio ácido con un pH entre 4,5 y 6,5; la *Kluyveromyces marxianus* según [7] es utilizada en este tipo de procesos fermentativos porque tiene la capacidad de convertir el azúcar que contiene en lactosuero en etanol, este microorganismo permite obtener 2,1 g de etanol y 8,8 g de biomasa por cada litro de suero crudo que pasa por el proceso de fermentación en un lapso de 22 horas.

La fermentación alcohólica es un proceso que permite obtener alcohol y CO₂ mediante la degradación de azúcares como la glucosa o fructosa, para llevar a cabo el proceso se necesita de un agente como las levaduras o bacterias, siendo la levadura más usada la *Saccharomyces Cerevisiae* [28], dentro de este tipo se encuentra la fermentación del lactosuero para obtener etanol, la fermentación es del tipo batch, en el cual se realiza constantes supervisiones de forma progresiva para realizar el control de los parámetros, de esta manera se procede con la destilación del fermento para la obtención del etanol como producto final [28].

Una vez que el proceso de fermentación se lleva a cabo se debe realizar la destilación, que según [28] es la operación unitaria que permite separar líquidos utilizando como medio al calor, logrando una fase gaseosa que contiene a los componentes ligeros y una fase líquida que se queda con la composición pesada de la mezcla líquida, para llevar a cabo el proceso se debe tener en cuenta el punto de ebullición de los componentes que conforman la mezcla para administrar calor hasta el punto requerido del componente que se desea separar.

El etanol o también conocido como alcohol etílico tiene como fórmula química a CH₃-CH₂OH, se obtiene a partir de la hidratación del etileno o por el proceso fermentativo de melazas, para llegar al producto final el resultado de la fermentación pasa por una destilación, esto permite obtener un etanol hidrato o etanol que presenta alrededor del 5% al 10% de agua en su composición [29], este se expresa en cm³, se sabe que el etanol al 95,6% es el grado más alto, este se obtiene a través de la fermentación, es azeótropo porque cuando se encuentra

en estado de vapor presenta la misma composición referente al estado líquido en etanol y agua; el etanol absoluto (99-100%) es higroscópico lo que permite atraer agua, también se tiene al etanol deshidratado, este dentro de su composición puede presentar a metanol e isopropanol, esto convierte a la sustancia en un fluido con grado de toxicidad [30].

Las líneas de producción permiten la transformación del producto en cada etapa del proceso, en cada fase se crea valor para el producto final, para definir el diseño de una línea de producción se necesita definir la maquinaria necesaria para el proceso, en función a las especificaciones de la maquinaria se debe diseñar el layout, el cual permita el fácil acceso a planta, guarde la seguridad del personal y tenga disponibilidad para su ampliación. [31]

Materiales y métodos

Para el desarrollo del primer objetivo se tomó en cuenta los registros de producción y fuentes bibliográficas (Trade Map), se realizó el análisis de registros e informes, logrando obtener indicadores como el porcentaje de materia prima, cantidad de etanol que se puede producir y cantidad de demanda que se puede cubrir; con los resultados obtenidos en el primer objetivo y bibliografía técnica se desarrolló el segundo objetivo, donde se analizaron los factores técnicos teniendo en cuenta los parámetros necesarios para la fermentación, ya que este proceso es el que permite la transformación del residuo en el producto esperado, asimismo se evaluó la tecnología disponible para el desarrollo del proceso productivo, a partir de los análisis se obtuvo la viabilidad; por último con los resultados técnicos y tecnológicos se realizó los presupuestos de gastos, costos de producción y la inversión necesaria para el desarrollo de la propuesta, obteniendo como indicadores al VAN, TIR Y TMAR.

Según el alcance de la investigación fue del tipo descriptiva [32] porque se buscó el desarrollo respecto a la cantidad de residuo lácteo que emite la empresa, teniendo en cuenta el enfoque de la investigación es de tipo cuantitativa porque las variables tuvieron la naturaleza de ser medidas, el anexo 3 se muestra la matriz de operacionalización, de esta forma se logró cuantificar las variables en función de los indicadores, asimismo en el anexo 4 se presenta las técnicas e instrumentos de recolección de datos. En la presente investigación la población es la cantidad de procesos que son necesarios para el diseño de la línea de producción, la muestra del presente proyecto tiene el mismo tamaño que la población, porque se trabajó con la totalidad de procesos para el diseño de la línea de producción de etanol

Resultados y discusión

Determinar la viabilidad comercial del diseño de una línea de producción de etanol a partir de lactosuero generado en una productora de alimentos, para exportación.

El producto en el mercado

El etanol es un líquido inflamable que presenta el olor del alcohol, su punto de ebullición es de 78,3 °C, su punto de fusión es de -130 °C, una densidad de 0,789 g/ml a una temperatura de 20 °C, es soluble en agua y en solventes orgánicos, asimismo la pureza y calidad de este depende directamente del proceso de producción (fermentación) y la calidad de suero lácteo utilizado como materia prima, el etanol se encuentra en estado líquido a temperatura ambiente, puede ser utilizado para la elaboración de bebidas alcohólicas, ya que es uno de los componentes principales [28].

Zona de influencia del proyecto

Según Trade Map (Producto: 220890 Alcohol etílico sin desnaturalizar con un grado alcohólico volumétrico < 80% vol) dentro de los 35 primeros países importadores de etanol se encuentra Países Bajos, Italia, Brasil, Japón, Alemania y China, en el anexo 7 se muestra la cantidad de etanol que importaron en toneladas durante el periodo 2019 – 2023, asimismo dentro de los países de América latina que importan etanol se encuentra Brasil, Colombia y Chile.

Evaluando las distancias que existen entre los países que importan etanol con Perú, se determinó que Colombia es el más cercano, y se puede comercializar diferentes materias primas, también se cuenta con tratados como el “Acuerdo de integración de la comunidad Andina [Can]”, que fue establecido en el año 1969 y lo integran Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú, dentro del acuerdo se encuentra la eliminación de aranceles de la mayoría de los productos, permite la armonía y facilita la comercialización de bienes y servicios [34], al igual que el “Acuerdo de libre comercio”, el cual tiene como objetivo suprimir aranceles y restricciones comerciales, fomentar la inversión y la integración regional, permite reducir los procesos aduaneros, teniendo como fin la reducción del costo logístico [35].

Factores que limitan la comercialización

La política que presentamos actualmente en el Perú está jugando un rol importante en las relaciones internacionales que se establecen, el pasado 30 de marzo del 2023 la actual presidenta del Perú dispuso el retiro del embajador de Perú en Bogotá (Colombia), lo que ha llevado a que las relaciones establecidas hacen más de 200 años se alteren, por lo cual las decisiones políticas del gobierno pueden afectar negativamente al intercambio comercial.[36]

Análisis de demanda

Actualmente Colombia importa Etanol del mundo, principalmente de México, Italia y estados unidos según “TRADE MAP”, siendo México el país que provee con la mayor cantidad de etanol a Colombia, durante el periodo estudiado, entre el 2019 y el 2022 se observa un crecimiento en las toneladas importadas, en el año 2023 las importaciones de

etanol disminuyeron, esto se relaciona con la baja demanda interna que presentó en este año, que según [37] representó el $-18,9\%$, en unidades monetarias son 4,6 miles de millones de USD, sin embargo para el año 2024 Colombia espera un crecimiento financiero del $0,2\%$ en la importaciones, en la tabla 1 se muestra la demanda histórica respecto a las importaciones de etanol que presenta Colombia en el periodo 2019 – 2023.

Tabla 1. Demanda histórica de etanol en Colombia (2019-2023) en toneladas.

Exportadores	2019	2020	2021	2022	2023
México	1 780	2 717	8 549	17 074	11 353
Italia	3 612	3 469	7 115	10 774	7 018
E.E.U.U	100	54	191	291	245
Zona franca	19	13	16	6	27
España	38	21	29	15	22
Argentina	13	8	14	29	19
Reino Unido	2	14	0	0	22
Corea	8	0	12	0	9
Otros	98	54	17	21	0

Fuente: Trade Map (2023)

Análisis de la oferta

Al evaluar los países a los que se les puede extraer participación de mercado se eligieron a Argentina, Zona Franca y Estados Unidos, ya que no comparte frontera y la distancia para el transporte del producto es mayor; Argentina se encuentran en latino América y la inestabilidad política que presenta actualmente juega un rol importante en las ventas hacia el mercado e inversiones exteriores, la inflación lleva a que sus costos de producción son más elevados en función a los del Perú [38], también se considera que Zona Franca y Estados Unidos representan el $0,11\%$ y $1,18\%$ respectivamente, por lo cual representan parte del mercado minorista del que se exporta el producto evaluado hacia Colombia. Al realizar la proyección de oferta de Argentina, Zona Franca y Estados Unidos, se obtuvo como coeficientes de determinación a $0,84$; $0,84$ y $0,8$ respectivamente, que al comparar con el límite de $0,7$ se observa que son mayores al requisito, por lo cual cumplen. En la tabla 2 se presentan las proyecciones desarrolladas en función a la oferta histórica que han presentado los países evaluados.

Tabla 2. Oferta histórica y proyecciones en toneladas

Año	O. histórica			Año	O. Proyectada		
	Argentina	Z. Franca	E. Unidos		Argentina	Z. Franca	E. Unidos
2019	13	19	100	2024	26,5	19	334
2020	8	13	54	2025	29,8	20	387
2021	14	16	191	2026	33,1	21	440
2022	29	6	291	2027	36,4	22	492
2023	19	27	245	2028	39,7	23	545

Fuente: elaboración propia

Demanda insatisfecha (Balance – oferta – demanda)

En el análisis del balance oferta demanda de los países que exportan etanol hacia Colombia, se tiene que la demanda es saturada, lo que significa que la cantidad que exportan de etanol los países hacia Colombia es la demanda total del producto en país, por este motivo se realizó un estudio basado en factores para determinar el porcentaje de participación del mercado que se puede extraer, a partir del resultado encontrado se plantea la demanda del proyecto.

Demanda del proyecto

Considerando el volumen de suero lácteo que se genera del proceso de elaboración de concentrados proteicos en la empresa Comercializadora y Productora de Alimentos El Andino E.I.R.L, en el periodo de estudio se puede obtener alrededor de 27 226 litros de etanol, para realizar la comparación del mercado que puede cubrir con la cantidad de etanol que se puede producir, se realiza el cambio de unidades utilizando como base la densidad del etanol (779 kg/m³), por lo cual se puede obtener 27 226 litros de etanol que equivalen a 21,209 toneladas de etanol.

Considerando como criterio la matriz de guía de participación de mercado [39], en función a la cantidad potencial que se puede obtener de etanol con el residuo lácteo que se tiene en la empresa, se busca extraer participación de mercado a 3 países, para esto se distribuye el total de toneladas en el 10% para el mercado que se le quita Argentina, el 10% para el de Zona Franca y el 80% para el de Estados unidos, la cantidad que corresponde al porcentaje otorgado se presenta en la tabla 3, se observa que la participación del mercado a lo largo de los 5 años proyectados presenta el mismo comportamiento, esto se da porque la empresa que emite el residuo presenta una capacidad de planta por lo cual el suero lácteo depende de la demanda interna de la empresa productora de alimentos.

Tabla 3. Demanda del proyecto en toneladas

Año	E. Unidos	Argentina	Z. Franca
2024	16,97	2,12	2,12
2025	16,97	2,12	2,12
2026	16,97	2,12	2,12
2027	16,97	2,12	2,12
2028	16,97	2,12	2,12

Fuente: elaboración propia

Política de precios

Los precios del etanol importado por Colombia varían de acuerdo con el país que exporta, por lo cual se muestra en la tabla 4 el valor unitario en dólares americanos por cada tonelada para el periodo de estudio 2019 - 2023 y la proyección de los precios para el 2024 - 2028, los

países exportadores que se toman en cuenta para el análisis son Argentina, Estados Unidos y Zona franca.

Tabla 4. Valor unitario (\$/Tn) histórico y proyección

Año	Argentina	Z. Franca	E. Unidos
2019	5 077	2 842	4 800
2020	7 375	3 077	4 981
2021	7 214	2 813	3 874
2022	7 655	4 000	3 763
2023	8 158	3 148	4 322
2024	9 028,4	3 636,5	3 696
2025	9 672,6	3 790,0	3 478
2026	10 316,8	3 943,5	3 261
2027	10 961,0	4 097,0	3 044
2028	11 605,2	4 250,5	2 826

Fuente: Trade Map (2023)

Teniendo en cuenta el precio proyectado referente al país de Argentina, Zona Franca y Estados Unidos se estableció una política de precios, para los precios proyectados en función a los históricos de Argentina y Zona Franca se plante disminuir el 5%, para Estados Unidos el primero año se disminuirá el 5%, los 2 siguientes el 3% y para los años restantes se plantea mantener el precio proyectado, en función a lo propuesto y la cantidad de producción planteada se muestran en la tabla 5 los ingresos totales para el periodo 2024 – 2028.

Tabla 5. Ingresos totales del periodo (2024 – 2028)

AÑO	T. INGRESOS
2024	\$101 028,32
2025	\$107 163,20
2026	\$109 156,57
2027	\$112 118,22
2028	\$114 042,42

Fuente: elaboración propia

Comercialización del producto

La comercialización del producto “220890 Alcohol etílico sin desnaturalizar con un grado alcohólico volumétrico < 80% vol” parte de Perú y se dirige a Colombia, para esto se toma en cuenta los criterios estudiados como los tratados que presenta Perú con Colombia y la distancia existente entre estos, estos factores permiten la rápida comercialización del producto, asimismo se tomará en cuenta la política de precios de acuerdo con al país que se busca recortar el mercado.

Determinar la viabilidad técnico-tecnológica del diseño de una línea de producción de etanol a partir de lactosuero generado en una productora de alimentos, para exportación

Análisis de micro y macro localización

Al plantear una nueva línea de producción buscando aprovechar el residuo lácteo que se genera en el proceso de elaboración de concentrados proteicos, se tiene como fin ubicar la nueva línea al costado de la planta de producción de quesos, por lo cual se realizó la evaluación de la localización macro y micro en función a factores (anexo 8) como materia prima, mano de obra, energía eléctrica, agua potable los que permiten calificar las condiciones de la localización, la evaluación realizada en el anexo 9 muestra que la ubicación exacta (Tongod) presenta un 54,84% de ventajas, debido a que existe una distancia considerable hasta el puerto más cercano, la dificultad de acceso a la zona por presencia de derrumbes y clima poco favorable.

Definición del producto

El etanol menor al 80% que se busca producir tendrá una unidad de venta en litros, la norma técnica colombiana permite en las bebidas alcohólicas un máximo de 300 mg de metanol por cada litro de bebida, esto se menciona en el estudio de [40]

Tabla 6. Propiedades del etanol menor al 80%

Propiedad	Valor
Punto de ebullición	78,3 °C
Punto de fusión	-130 °C
Punto de inflamación	20°C
Índice de refracción (a 20 °C)	1,361
Densidad (a 20 °C)	0,7893 g/ml
Presión de vapor (a 20 °C)	59 mm de Hg
Densidad de vapor	1,59 g/ml
Metanol	< 300 mg/L
Grado alcohólico	< 80%

Fuente: [28]

Capacidad de planta

Considerando la demanda del proyecto, se determina la capacidad necesaria de la planta para la elaboración del producto, para esto se considera un porcentaje adicional del 10% [41], el cual permitirá contrarrestar posibles paradas de la planta para realizar el mantenimiento predictivo con el fin de mantener la vida de la maquinaria y evitar posibles fallas dentro del funcionamiento de la planta, para realizar el cálculo se considera como producción anual a la cantidad potencial de 27 226 litros de lactosuero, por lo cual la capacidad de diseño es de 30 061,9 litros de etanol por año.

Plan de producción

El plan de producción que se muestra en la tabla 7 se programó en función a la demanda del proyecto, se considera un stock de seguridad de 966 litros calculado a partir de la variabilidad de la demanda de importación que tiene Colombia de Argentina, Zona Franca y E.E.U.U en el periodo 2019-2023, el cual se va a producir durante los 10 primeros meses, se realizó la acumulación trimestral para un año y el plan agregado para los 4 años restantes, asimismo en el anexo 11 muestra el índice de consumo por unidad donde se establece utilizar cilindros de 50 L para su almacenamiento y el anexo 12 se muestra el plan de requerimiento de materiales directos e indirectos.

Tabla 7. Plan de producción de etanol para los 5 años pronosticados

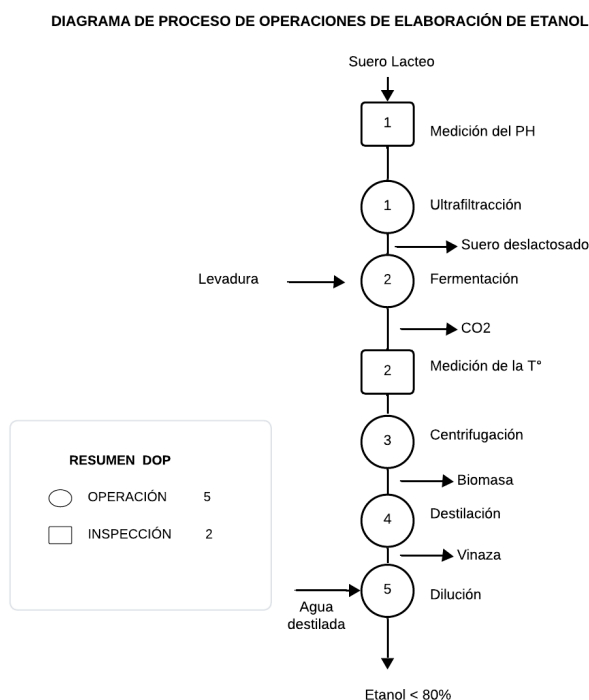
Periodo	I. INICIAL	PRODUCCION	I. TOTAL	VENTAS	I. FINAL
Enero	0	2 365	2 365	2 269	97
Febrero	97	2 365	2 462	2 269	193
Marzo	193	2 365	2 559	2269	290
Q1	0	7 096	7 096	6 807	290
Q2	290	7 096	7 386	6 807	579
Q3	579	7 096	7 676	6 807	869
Q4	869	6 903	7 772	6 807	966
1 año	0	28 192	28 192	27 226	966
2 año	966	27 226	28 192	27 226	966
3 año	966	27 226	28 192	27 226	966
4 año	966	27 226	28 192	27 226	966
5 año	966	27 226	28 192	27 226	966
<i>Stock de seguridad</i>	966				

Fuente: elaboración propia

Descripción del proceso de producción

La elaboración de etanol presenta 5 operaciones que permiten la transformación y la creación del flujo de valor, dentro del cual se consideran 2 inspecciones, el diagrama que se muestra en la imagen 1 se utilizó para llevar una secuencia en los cálculos de balance de materia, lo cuales se realizaron en función al estudio de [17] y se muestra en el anexo [22]

Asimismo para la etapa de fermentación se realizó la compra de 2 fermentadores para que el proceso sea continuo porque según los datos técnicos del estudio se necesita 25 horas para el consumo total de la lactosa, con los resultados finales se calcularon los indicadores de eficiencia por cada área, teniendo como eficiencia de la última etapa que viene a ser la destilación un valor de 12,50%, los resultados que se obtuvieron en balance de materia se utilizaron para la elección de la maquinaria, ya que se tomó como capacidad el volumen de materia que ingresa a cada operación del proceso, la maquinaria elegida se muestra en la tabla 8.

Figura 1. Diagrama de proceso de operaciones de la elaboración de etanol

Fuente: elaboración en base a [17]

Tabla 8. Resumen de maquinaria

Cantidad	Maquina	Marca	Capacidad	Precio (S/)
1	T. almacenamiento	APV	2 500 L	15 570
1	Ultrafiltrador	Tetra pak	3 000 L	70 000
2	Fermentador	The Homebrewer	800 L	21 578
1	Centrifugador	Alfa Laval Brew 20	800 L	5 789
1	Destilador	Inoxi Mexico	800 L	42 687
1	T. almacenameinto	HUILI	5 000 L	30 118

Fuente: elaboración propia

El en proceso de ultrafiltración se obtiene un residuo (suero deslactosado) el cual está conformado por H₂O al 95,86%, lactosa en un 0,04%, grasas en 1,62% y otros componentes, este residuo se eliminará de la misma forma que se realizaba antes de la propuesta, la cual consiste en utilizar la vías municipales para su desecho; en la etapa de centrifugación se elimina del proceso el residuo conocido como biomasa y en la destilación la vinaza que sale a una temperatura de 87,98 °C, estos residuos se almacenaran por el tiempo de 7 días, para esto se hace uso de un tanque de almacenamiento; cada 7 días se realizará el proceso tratamiento de residuos, para el cual se contratará una empresa que realiza el servicio de tratamiento de residuos industriales.

Asimismo en la etapa de fermentación se evidencia en el diagrama de operaciones (Figura 1) que se añade levadura, según el balance de materia realizado en función al estudio de

Benavides y Chauca [17], se debe añadir el 0,005% del porcentaje en peso del suero concentrado, para adquirir el insumo necesario se realizó la proyección de la cantidad necesaria en función al plan de producción, se realizará la compra de los tubos tipo criovial o ampollas liofilizadas que son utilizadas con fines industriales.

La cantidad de envases requeridos fueron establecidos de acuerdo con la capacidad y el plan de producción, para esto se está usando cilindros metálicos de acero inoxidable, el recubrimiento interno es compatible con el etanol y presentan sello hermético. El etiquetado del producto se realiza con plantilla preestablecidas con los datos necesarios para su exportación.

Distribución de la línea

El área del terreno necesario para la nueva línea de producción de etanol necesita de 350 m², los cuales se deben construir, este espacio comprende el área de producción y almacén de producto terminado, asimismo se busca unir el área de producción de etanol con el área de almacén de nuestra materia prima (suero lácteo), que en el proceso anterior es considerado como desecho, en la tabla 9 se presenta un resumen de la distribución de la línea y en el anexo 13 se observa el plano de distribución de la línea.

Tabla 9. Resumen de la distribución de la línea

Área	Superficie (m ²)
Producción	187,1
Almacén de P. terminado	150,8
Total	350

Fuente: elaboración propia

En el plan de producción se establece que el primer mes se deben producir 2 723 litros de etanol, por lo cual la producción diaria debe ser 94,79 litros de etanol por día, con una productividad de 0,034 litros de etanol por cada litro de suero lácteo.

Evaluación Ambiental

Se realizó la evaluación ambiental del proyecto haciendo uso de una matriz de leopold, donde se considera la etapa de construcción de la línea y el proceso de elaboración del etanol, por lo que al valorar la magnitud y la importancia del proceso de fermentación, se tiene que genera un impacto negativo porque en esta etapa se emite dióxido de carbono, mientras que el medio físico que se ve más perjudicado son la calidad de suelos en la etapa de construcción por el proceso en sí, el transporte de material y la eliminación de desechos orgánicos, la evaluación realizada se muestra en el anexo 10.

En el proceso de destilación se genera la vinaza, este residuo se conoce por su poder contaminante, por lo cual se plantea como medida de mitigación la utilización de reactores como lo propone Acosta [42] porque tiene como resultado la eliminación de hasta el 70% del efecto contaminante y como resultado del proceso se tiene la producción de biogás.

Control de calidad

Se realiza evaluación en función al diagrama de flujo (anexo 16), donde se evalúa el nivel de PH con el que llega el suero lácteo proveniente de las tinas de coagulación de la leche, se realiza con el fin de ajustar el nivel para realizar un adecuado proceso, también se debe controlar la cantidad de levadura que debe ingresar al proceso de fermentación, y verificar constantemente la temperatura, mientras que en la el proceso de destilación se debe controlar la cantidad de metanol con el que sale el etanol final, teniendo en cuenta la norma colombiana que menciona la cantidad máxima de 300 mg metanol por litro de etanol. [40]

Requerimiento de mano de obra directa e indirecta

En el proceso de elaboración de etanol se requiere personal promedio, porque el proceso es automatizado y no extenso, por lo cual se requiere 2 operarios en el proceso de producción, 1 operario en almacén, 1 jefe de producción, 1 técnico químico; estos deben trabajar 30 días al mes, 7 días a la semana y 8 horas al día, se realiza de este modo porque en la empresa de lácteos se trabaja de lunes a domingo, ya que la producción de materia prima (leche fresca) es diaria.

Política de inventarios

Al establecer el plan de producción se determinó el stock de seguridad basado en la variabilidad de la demanda que se tiene durante el periodo, con el fin de no sobre dimensionar la maquinaria que se debe comprar se busca producir este inventario en 10 meses de enero a octubre, por lo cual al final del año 1 se debe tener 966 litros de etanol como inventario final.

Política de compras

La empresa se encarga de exportar el etanol a Colombia, por este motivo el ingreso monetario se da cuando el producto se encuentre en el puerto de destino, de modo que se plantea la compra de mercadería o insumos a crédito.

Política de pagos

Los pagos de mercancía o insumos relacionados con el proceso de producción se realizarán al mes de su compra, porque el tiempo promedio en el cual debe llegar el producto a su destino final 30 días, por este motivo los ingresos por ventas se obtienen en el lapso mencionado, los cuales deben cubrir los costos de materiales directos e indirectos

Política de ventas

La política de venta se relaciona con el tipo de acuerdo comercial que se tiene con el cliente, asimismo como se trata de un producto de exportación se espera que los ingresos por las ventas se realicen cuando la mercancía llega al puerto de destino, por lo cual se considera un ingreso a crédito, asimismo el incoterm considerado para la evaluación financiera y del proyecto es el FOB (Free On Board).

Política de comercialización

Se busca establecer relaciones estratégicas que permitan fidelizar a nuestros clientes para lograr la venta de las unidades pronosticadas a producir, a partir del criterio planteado se busca expandir el mercado.

Evaluar la viabilidad económica financiera del diseño de una línea de producción de etanol a partir de lactosuero generado en una productora de alimentos, para exportación.

En la realización de la propuesta de inversión se incurren en diferentes costos para la edificación de la línea de producción y la operatividad de la misma, por lo se presenta en tabla 10 la inversión donde se propone financiar el 33,8% haciendo uso de un préstamo con una TEA del 7,30% por un periodo de 10 años, por lo cual el financiamiento y la cantidad referente al interés y amortiguación de la deuda se muestra en la tabla 11, asimismo el porcentaje restante (66,2%) se obtiene del socio y del promotor del proyecto, siendo el 30,5% y 35,7% respectivamente, lo que representa un total de 352 311,7 soles, dentro de la inversión se considera el capital de trabajo que tiene un valor de 19 986, 81 soles.

Tabla 10. Inversión (S/)

<i>INVERSIÓN</i>				
<i>DESCRIPCIÓN</i>	<i>INVERSIÓN TOTAL</i>	<i>PROMOTOR DEL PROYECTO</i>	<i>SOCIO ESTRATEGICO</i>	<i>FINANCIAMIENTO</i>
CAPITAL DE TRABAJO	19 986,81			19 986,81
<u><i>Inversión tangible</i></u>				
Terrenos	73 500	73 500		
Construcciones	64 050			64 050
Infraestructura industrial	77 400		7 740	69 660
Maquinaria	185 742	92 871	92 871	
Transporte	61 800		61 800	
Total inversión tangible	462 492			
<u><i>Inversión intangible</i></u>				
Estudios	500			500
Gastos Pre Operativos	23 530	23 530		
Total inversión intangible	24 029,7			
<i>Imprevistos 5%</i>	25 325,42			25 325,42
INVERSIÓN TOTAL	531 834	189 900,7	162 411	179 522,24
	100%	35,7%	30,5%	33,8%

Fuente: elaboración propia

Tabla 11. Programa de pagos del préstamo (S/)

	Préstamo LP	Intereses	Amortizaciones	Total
Preoperativo	179 522,24			
1 AÑO	161 570,02	13 105,12	17 952,22	31 057,35
2 AÑO	143 617,79	11 794,61	17 952,22	29 746,84
3 AÑO	125 665,57	10 484,10	17 952,22	28 436,32
4 AÑO	107 713,34	9 173,59	17 952,22	27 125,81
5 AÑO	89 761,12	7 863,07	17 952,22	25 815,30
6 AÑO	71 808,90	6 552,56	17 952,22	24 504,79
7 AÑO	53 856,67	5 242,05	17 952,22	23 194,27
8 AÑO	35 904,45	3 931,54	17 952,22	21 883,76
9 AÑO	17 952,22	2 621,02	17 952,22	20 573,25
10 AÑO	0,00	1 310,51	17 952,22	19 262,74

Fuente: elaboración propia

En la determinación de costos de producción se consideran como materiales directos al etanol y la levadura, en materiales indirectos las etiquetas y los cilindros propuestos en la planificación de la producción, los cuales forman parte de los costos directos de producción, se calcularon los costos indirectos teniendo en cuenta el salarios de los colaboradores, donde se considera a los operarios, técnico industrial y jefe de producción, y se añadieron los costos de energía en función al consumo de energía de la maquinaria comprada, por lo cual al sumar los dos costos se obtuvo el costo total de producción, obteniendo un costo de producción para el año 1 de 211 864 soles, lo cuales se presentan en la tabla 12.

Tabla 12. Costos de producción

ITEMS	1 AÑO	2 AÑO	3 AÑO	4 AÑO	5 AÑO
C.D producción					
Materiales directos	517	517	517	517	517
Materiales indirectos	56 411	54 479	54 479	54 479	54 479
MOD	55 719	55 719	55 719	55 719	55 719
T. C.D de producción	112 647	110 715	110 715	110 715	110 715
C.I de fabricación					
MOI	54 360	54 360	54 360	54 360	54 360
Suministros	34 857	34 857	34 857	34 857	34 857
S. T. Residuos	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000
T.C.I de producción	99 217	99 217	99 217	99 217	99 217
T. C producción	211 864	209 931	209 931	209 931	209 931

Fuente: elaboración propia

Los costos de comercialización se observan en el anexo 17, donde se considera al colaborador para el transporte y dentro de los gastos de distribución se tiene el mantenimiento de la unidad, el costo del combustible y el costo FOB, el cual se muestra a detalle en el anexo 19, con la suma de los ítems se determinó el costo total de comercialización, con el resultado

un resumen total de costos que se muestra en el anexo 18, el cual representa a los costos totales.

Se realizó el flujo de caja para evaluar el retorno de la inversión teniendo, la utilidad acumulada que se muestra en la tabla 13 da a entender que la inversión se logrará recuperar en el tercer año, asimismo se cuenta con un flujo neto de efectivo a partir del primer año, en la tabla 14 se evaluaron los indicadores financieros, en base a los datos que corresponden al corriente de liquidez se calculó el VAN que tuvo como valor a S/ 145 264,56; en función al TMAR y el VAN se determinó el TIR, el cual es de 26,7%, por lo cual al comprar con el valor que se tiene como TMAR se concluye que el proyecto es viable, debido a que el valor del TIR es mayor al TMAR.

Tabla 13. Flujo de caja

ITEM	0	1	2	3	4	5
Capital social	352 312					
Préstamo a CP LP	179 522					
T. Inversión	531 834					
<u>Ingresos</u>						
Cuentas por cobrar		354 694	408 477	417 433	428 468	436 168
Ventas al contado		0	0	0	0	0
T. De ingresos		354 694	408 477	417 433	428 468	436 168
<u>Egresos</u>						
C. Producción		211 864	209 931	209 931	209 931	209 931
G. Comercialización		27 978	26 667	27 280	26 892	27 414
Amortización		17 952	17 952	17 952	17 952	17 952
Total de egresos		257 794	254 551	255 164	254 776	255 298
Saldo bruto		96 900	153 926	162 270	173 692	180 870
Impuesto a la renta 30%		29 070	46 178	48 681	52 108	54 261
Saldo		67 830	107 748	113 589	121 584	126 609
Depreciación		34 475	34 475	34 475	34 475	34 475
Saldo final		102 305	142 224	148 064	156 059	161 085
Utilidad acumulada	-352 312	-250 007	-107 783	40 281	196 341	357 425
C. de liquidez	-352 312	102 305	142 224	148 064	156 059	161 085

Fuente: elaboración propia

Tabla 14. Indicadores financieros

Indicador	Valor
VAN	S/ 145 264,56
TIR	26,7%
TMAR	12,2%

Fuente: elaboración propia

Al realizar los análisis de sensibilidad se observa que el proyecto es sensible al precio ya que al disminuir la cantidad (anexo 20) que se proyecta obtener por cada tonelada que se vende el TIR disminuye evidenciando un variación larga entre el TIR obtenido en el análisis

general, de la misma forma cuando se evalúa la variación de los precios de los materiales indirectos (anexo 21) si estos aumentan el TIR se ve afectado negativamente, si estos suben en un 30% su costo aún se obtiene un TIR mayor al TMAR, pero si estos sigues variando la propuesta no es rentable.

Discusión de resultados

En la determinación de la demanda del etanol, se utilizó un análisis de data histórica de 5 años, también se consideró los acuerdos comerciales entre los países evaluados y Perú, de esta forma, se logró determinar que Colombia será el mercado destino, el cual tiene un coeficiente de crecimiento de la demanda del 27%, se planteó extraer el 8% de participación de mercado a Argentina, el 11% a Zona Franca y el 5,1% a Estados Unidos. En el estudio Rodriguez [18] se establece la cantidad de demanda potencial a la totalidad de barriles de gasohol que se producen a diario en la empresa PETROPERÚ, el proyecto toma como base data de 10 años históricos y plantea cubrir el 16,5% de la demanda potencial, al comparar estos resultados con nuestro estudio se observa que toman mayor participación de mercado, esto se debe a la diferencia de criterios usados en el planteamiento. Moreno et al. [19] tienen como objetivo satisfacer el 6% de la demanda insatisfecha que se presenta en su estudio y la demanda del mercado presenta un crecimiento del 20%, al comparar los resultados de nuestro estudio, presentamos mayor participación de mercado y tasa de crecimiento, asimismo utilizamos diferente criterio respecto a la demanda del proyecto, ya que en nuestro estudio se utiliza una demanda saturada. En el estudio de Santiesteban y Tarrillo [20] se plantea como objetivo cubrir el 5,6% de la demanda insatisfecha del departamento de Lambayeque, asimismo mencionan que la demanda tiene un crecimiento del 20% planificado a un lapso de 10 años, al contrastar el resultado de los estudios de mercado se evidencia que nuestro estudio presenta mayor porcentaje de participación de mercado y tasa de crecimiento de la demanda, este informe al igual que en el estudio de Moreno et al. [19] utilizan la demanda insatisfecha la cual plantean cubrir en un porcentaje con sus proyectos, mientras que en nuestro estudio se plantea la extracción de participación de mercado porque se presenta una demanda saturada, lo mismo se presenta en el estudio de Rodríguez [18]

Durante la evaluación de la parte técnica del proyecto se tomó en cuenta los estudios realizados por Benavides y Chauca [17], por lo cual se tiene que es factible la producción de etanol a partir del suero lácteo utilizando como agente fermentativo a *Kluyveromyces marxianus*, se tiene que el grado de alcohol que se obtiene es menor al 80%, en la evaluación técnica se realizó la determinación de la maquina adecuada para la cantidad de materia prima que se obtiene en la empresa de forma diaria, esto fue considerado como criterio para

establecer el tamaño de la línea de producción, donde se tomó un 10% como colchón de capacidad, teniendo como resultado a 30 061,9 litros al año, según la planificación y la capacidad de maquinaria debe ingresar al proceso 2 305,84 litros de lacto suero y se debe obtener 78,95 litros de etanol por día. Aráuz [8] en su estudio recopila información sobre la fermentación del lactosuero donde hace referencia al uso de la levadura *Kluyveromyces marxianus* porque esta permite fermentar la lactosa, al comparar con los resultados de nuestro estudio se observa que se utiliza el mismo agente fermentativo. Arévalo y Castillo [9] en su estudio logra obtener bioetanol utilizando la levadura *Saccharomyces cerevisiae*, al comparar con nuestro proceso se evidencia el uso de distinto agente fermentativo porque realizan la operación de hidrolización de la lactosa, lo cual permite la descomposición de proteína en glucosa y galactosa, la diferencia se presenta porque no se realiza el mismo proceso de preparación de la materia prima. Flores et al. [10] en su informe utilizan la levadura *Kluyveromyces marxianus*, donde ingresan al proceso 60 000 litros de suero Lácteo y logra obtener 1 920 L/d con un grado de pureza mayor al 99,6%, al comparar el presente estudio con nuestros resultados, se evidencia el uso de la misma levadura, no obstante la cantidad de etanol y el grado de pureza son mayores, esto se debe a que utilizan mayor cantidad de materia prima y mejor tecnología.

Se compararon las inversiones de Benavides y Chauca [17], Rodríguez [18] y Moreno et al. [19] en función a un escalamiento utilizando el factor de Willians, como resultado del estudio en función al tamaño de planta se obtuvo como posibles inversiones a S/ 609 110,38; S/ 220 718,40 y S/ 462 159,21 respectivamente a las fuentes presentadas, al comparar con la inversión real del proyecto que fue de 531 834, el proyección varió en -12,68%, +140% y +15,07% respectivamente, por lo cual la inversión que presentó un valor más cercano al planteado es la que se obtuvo en función al estudio de Benavides y Chauca [17]. En el estudio económico realizado en el presente informe se determinaron los indicadores financieros donde se tiene un valor para el VAN de S/ 145 264,56; un TIR de 26,7% y un TMAR del 12,2% lo que evidencia una viabilidad financiera. En el estudio de Benavides y Chauca [17] los resultados financieros presentaron un VPN de \$ 9 210,07 con un TIR de 11,84% que se comparó con una tasa de descuento del sector productivo emitida por el Banco del Ecuador, por lo cual menciona que su proyecto es rentable; al comparar los resultados del informe detallado con los que se obtienen en nuestro estudio se puede observar que se obtiene un VAN y TIR mayor, estos resultados se presentan porque el valor de la inversión es mayor. El estudio de prefactibilidad realizado por Rodríguez [18] presenta en el apartado de la evaluación económica del proyecto un VAN de \$ 31 787 y un TIR de 13,53%, los cuales al

ser comparados con los resultados obtenidos en la propuesta de estudio se observa que son mayores. Moreno et al. [19] en su informe sobre la instalación de una planta industrial de bioetanol carburante a partir de cascara de plátano, realizaron la evaluación económica donde presentó un VAN de 3 676 095,43; un TIR de 36%, los cuales, al ser comparados con nuestro estudio sobre la instalación de una línea de producción de etanol, se tiene que el informe con el que se compara obtuvo un valor mayor respecto al VAN y TIR.

Conclusiones

Se realizó el estudio a nivel de prefactibilidad donde se concluyó que existe viabilidad en el diseño de una línea de producción de etanol a partir de lactosuero generado en una productora de alimentos para su exportación, asimismo se crea un valor agregado a un subproducto considerado como desecho, generando nuevos empleos y mayores ingresos, para su estudio se evaluó la viabilidad comercial, la viabilidad técnico – tecnológica y la viabilidad económica financiera.

Al realizar el estudio se identificó el mercado que compra y vende el producto “220890 Alcohol etílico sin desnaturalizar con un grado alcohólico volumétrico < 80% vol”, lo cual determinó que existen consumidores a los cuales se le puede vender el etanol que se plantea producir, al realizar el análisis se determinó que el país elegido para la venta del etanol será Colombia porque existen acuerdos comerciales que permiten la negociación, asimismo se obtuvo que a los países a los cuales se les quitará participación de mercado serán Argentina, Zona Franca y Estados Unidos, la cantidad potencial de etanol se determinó por la cantidad de residuo lácteo que se obtiene en la empresa, de esta manera se realizó la proyección de ingresos para los 5 años del estudio; con los resultados que obtuvieron en el estudio de mercado se determina que existe viabilidad comercial.

En el estudio de la localización de la línea de producción de etanol, la cual fue evaluada en función a factores, se determinó la capacidad de la planta teniendo en cuenta la cantidad potencial de etanol que se puede producir con el total de suero lácteo que se emite, se evaluó la compra de maquinaria en función a la cantidad de materia que se debe procesar en cada etapa haciendo uso del balance de materia; se determinó que el área total para la implementación de la línea, asimismo se calcularon los indicadores de producción. Considerando los datos obtenidos en el estudio se determinó que existe viabilidad técnico-tecnológica para la instalación de una línea de producción de etanol a partir de suero lácteo.

Finalmente se realizó la evaluación económica financiera de la propuesta donde se consideró una inversión social y un financiamiento a través de un préstamo, para realizar el estudio se determinaron los costos de directos e indirectos de producción, los costos de

comercialización donde se incluye el costo FOB, luego se determinó el flujo de caja donde se consideraron los ingresos y los costos; en este estado de resultados se observa que la inversión se logra recuperar, asimismo al evaluar los indicadores financieros se obtuvo un VAN positivo y un TIR mayor al TMAR, por lo cual se determina que la propuesta es rentable.

Recomendaciones

Para garantizar un mejor estudio sobre la vinaza que se produce en el proceso de fermentación del lacto suero, se recomienda profundizar sobre su manejo y posibles oportunidades de aprovechamiento que permitan que en el proceso se utilice la economía circular, de esta manera se controla la emisión de residuos nocivos para el medio ambiente.

Con el objetivo de obtener un mayor grado de pureza del etanol, se recomienda que se realicen más estudios técnicos referentes al proceso de destilación, de esta manera se podría buscar mayor mercado para el residuo estudiado, el cual se obtienen en grandes volúmenes en la industria láctea.

Asimismo se propone buscar alternativas tecnológicas relacionadas con la adquisición de maquinaria nacional o alternativas para reducir los costos de la implementación de la línea, de esta forma la inversión se puede recuperar en un periodo más corto.

Referencias

- [1] P. Mukherjee, N. Raj, and Senthilkumar Sivaprakasam, “Harnessing valorization potential of whey permeate for D-lactic acid production using lactic acid bacteria,” ResearchGate, Oct. 27, 2023. https://www.researchgate.net/publication/375048724_Harnessing_valorization_potential_of_whey_permeate_for_D-lactic_acid_production_using_lactic_acid_bacteria [accessed Apr. 27, 2024].
- [2] J. León Carrasco, «Producción nacional de queso alcanzó las 126,685 toneladas en 2021, mostrando un aumento de 9,1%,» AGRARIA. [Online]. Available: <https://www.agraria.pe/noticiaS/produccion-nacional-de-queso-alcanzo-las-126-685-toneladas-e-27412#:~:text=a%20queso%20fresco-Producci%C3%B3n%20nacional%20de%20queso%20alcanz%C3%B3%20las%20126.685%20toneladas%20en,mostrando%20un%20aumento%20de%209.1%25&t>.
- [3] J. C. León Carrasco, “Producción peruana de quesos alcanzó las 158.310 toneladas en 2024,” *Agraria.pe*, 22 mayo 2025. Disponible en: <https://agraria.pe/noticias/produccion-peruana-de-quesos-alcanzo-las-158-310-toneladas-e-39499>
- [4] “Minagri: Perú duplicó consumo per cápita de queso en últimos diez años,” Andina.[Online]. Available: <https://andina.pe/agencia/noticia-minagri-peru-duplico-consumo-per-capita-queso-ultimos-diez-anos-819447.aspx>. [aceee]
- [5] “Laboratorio produce etanol a partir de suero de leche,” Pesquisa. Fapesp, [En línea]. Available: <https://revistapesquisa.fapesp.br/eS/laboratorio-produce-etanol-a-partir-de-suero-de-leche/>. [2023.]
- [6] Tesafaw et al. “Evaluating crude whey for bioethanol production using, *Kluyveromyces marxianus*” 2020. [En línea]. Available: <https://link.springer.com/article/10.1007/s42452-020-03996-1#:~:text=Kluyveromyces%20marxianus%20was%20able%20to,in%20agitated%20culture%20%5B4%5D>.
- [7] X. Vargas, “Evaluación de la producción de etanol a partir de lacto suero a nivel de biorreactor (bioflo 110) utilizando *Kluyveromyces marxianus* Y *Kluyveromyces lactis* como agentes fermentativos,” 2017. [En línea]. Available: <http://bibliotecavirtualoducal.uc.cl/vufind/Record/oai:localhost:10185-21229>
- [8] M. Aráuz, “Fermentación de lactosuero para la obtención de etanol y su uso en cervezas y bebidas saborizadas,” Zamorano, Honduras, 2020.
- [9] R. Arévalo y J. Castillo, “Uso del lactosuero para la producción de bioetanol,” Loja, 2019.

- [10] J. Flores et al. “Estudio económico del residuo quesero en la producción de nata, concentrado proteico y bioetanol,” [En línea]. Available: <https://revistas.lamolina.edu.pe/index.php/ne/article/view/1412/html> 25. [acceso:15 12 2023]
- [11] M. Das et al. “Supply Chain of Bioethanol Production from Whey: A Review,” *Procedia environmental sciences*, vol. 35, pp. 833–846, Jan. 2016, doi: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S187802961630189X?via%3Dihub>
- [12] Tesafaw et al. “Evaluating crude whey for bioethanol production using, *Kluyveromyces marxianus*” 2020. [En línea]. Available: <https://link.springer.com/article/10.1007/s42452-020-03996-1#:~:text=Kluyveromyces%20marxianus%20was%20able%20to,in%20agitated%20culture%20%5B4%5D>.
- [13] D. Vinocunga et al. “Obtención de bioetanol carburante a partir del lactosuero en la provincia de Chimborazo utilizando Super Pro Designer,” ResearchGate, Aug. 10, 2023. [Online] <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/7164/10831> (accessed Apr. 14, 2024).
- [14] K. Montero, “Modelado y simulación de procesos involucrados en la producción de bioetanol a partir de suero de leche.” Accessed: Mar. 26, 2024. [Online]. Available: <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/22382>
- [15] López et al. “Biorrefinería integral, producción de etanol y acetato de isoamilo a partir de lactosuero: una aproximación a su diseño,” Available: <https://goo.su/6yW1WF> 2021.
- [16] R. Betancor, “Permeados concentrados de suero de quesería como medio de fermentación para la producción de etanol alimentario,” Tabasco, Mexico.
- [17] D. Benavides y N. Chauca Izurieta, “Diseño de una planta piloto para producción de etanol a partir de lactosuero proveniente de la industria láctea,” Quito, 2022.
- [18] E. Rodriguez, “Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta productora de etanol a partir de yuca (manihot esculenta),” [Online]. Available: <https://repositorio.ulima.edu.pe/handle/20.500.12724/12024> Accessed: Sep. 08, 2024
- [19] Moreno et al. “Estudio de prefactibilidad para la producción y comercialización de etanol envasado para uso medicinal, elaborado a partir de residuos sólidos de papa, en el mercado de Lima Metropolitana,” [Online]. Available: <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/23597> Accessed: Aug. 30, 2024
- [20] Santiesteban y Tarrillo “Estudio de pre-factibilidad para la instalación de una planta productora de bioetanol a partir de residuos lignocelulosicos en lambayeque” [Online]. Available: <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/9888> Accessed: Aug. 30, 2024.

- [21] E. Poveda , “Suero lácteo, generalidades y potencial uso como fuente de calcio de alta biodisponibilidad,” [Online]. Available: <https://www.scielo.cl/pdf/rchnut/v40n4/art11.pdf>.
- [22] F. Montoya Moreno, “Caracterización fisicoquímica de los diferentes tipos lactosueros producidos en la Cooperativa Colanta LTDA,”
- [23] K. Chuchuca y J. Román, “Aprovechamiento del suero salado lácteo proveniente de la elaboración de queso fresco artesanal,” 2022. [Online]. Available: <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/52455>
- [24] “YINI and WGO, working together for your digestive health,” [Online]. Available: <https://wdhd.worldgastroenterology.org/lactose-digestion-education-campaign>
- [25] C. Asas et al. “El lactosuero: impacto ambiental, usos y aplicaciones vía mecanismos de la biotecnología,” [Online]. Available: <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/agroindscience/article/view/3453/4128>.
- [26] J. Correa, “ Propuesta de producción de bioplástico a partir del suero de leche generado por el clúster de derivados lácteos de Cajamarca.” [Online] Available: https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/4052/1/TL_CorreaBeranalJulia.pdf
- [27] C. Suárez et al. “Levadura *Saccharomyces cerevisiae* y la producción de alcohol,” [Online]. Available: <https://www.redalyc.org/pdf/2231/223148420004.pdf>.
- [28] M. Arroyo y J. Coox, “Dosificación de lactasa en la fermentación con *saccharomyces cerevisiae* para la obtención de alcohol utilizando lactosuero,” [Online]. Available: <https://repositorio.esпам.edu.ec/bitstream/42000/887/1/TTAI6.pdf>.
- [29] “Qué es el etanol y graduaciones disponibles,” Crafted spirits ltd. [Online]. Available: <https://www.crafted-spirits.com/que-es-el-etanol-y-graduaciones-disponibles/>
- [30] “Análisis estructural de la cadena de etanol,” Cadena Agroindustrial [Online]. Available: <https://lc.cx/EQQ4U6> [Accessed: Jun. 28, 2024]
- [31] J. Garcia, “líneas de producción nota técnica,” [Online] Available: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/138801/L%C3%ADneas%20de%20Producci%C3%B3n.pdf>
- [32] F. Martínez, “Apuntes de Investigación Descriptiva y Explicativa,” Available: <https://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/204620/4/IDEE-Apuntes-01.pdf>
- [33] V. Capra, “Alcohol Etilico como Antiséptico y Desinfectante Alcohol Etilico como Antiséptico y Desinfectante,” [Online] Available: <https://lc.cx/frwgUX>
- [34] “Comunidad Andina (CAN),” Servicio Nacional de Aduana del Ecuador. [Online] Available: <https://www.aduana.gob.ec/comunidad-andina->

[can/#:~:text=De%20acuerdo%20a%20%C3%A9l%20los,se%20generaran%20miles%20de%20empleos](#) (accessed Apr. 14, 2024).

[35] “Acuerdo entre el gobierno de la república del Perú y el gobierno de la república de Colombia sobre promoción y protección recíproca de inversiones,” OMPI [online] Available: <https://www.wipo.int/wipolex/eS/treatieS/detailS/810>

[36] I. Ybáñez, “Crisis Perú y Colombia: ¿Qué pasará con las relaciones diplomáticas entre ambos países?,” Infobae. [Online] Available: <https://www.infobae.com/peru/2023/03/31/crisis-peru-y-colombia-que-pasara-con-las-relaciones-diplomaticas-entre-ambos-paiseS/> [accessed Apr. 14, 2024]

[37] “En 2023, las importaciones cayeron un -18,9%, logrando bajar el déficit de la balanza comercial en USD 4,6 MM,” GOV.CO <https://www.dnp.gov.co/publicacioneS/Planeacion/PaginaS/importaciones-colombia-diciembre-2023.aspx> [Online]. Available: (accessed Apr. 28, 2024).

[38] “Inflación en Argentina y su efecto en las empresas,” Biz Latin Hub. [Online], Available: <https://www.bizlatinhub.com/eS/inflacion-en-argentina-y-su-efecto-en-las-empresaS/> [accessed Apr. 27, 2024].

[39] M. Ramírez, «Guía de participación en el mercado,» 2015.

[40] “Vista de determinación de los niveles metanol, etanol y metales pesados en el ñeque elaborado en tres municipios de sucre (COLOMBIA),” *Unam.mx*, 2017. [Online], Available: <https://www.revistascca.unam.mx/rica/index.php/rica/article/view/RICA.2017.33.es.p01.12/46651>.

[41] K. Lee et al. “Administración de operaciones Procesos y cadenas de valor,”.

[42] Y. Acosta et al. “Tratamiento industrial de vinazas de destilerías en reactores UASB,” [Online]. Available: <https://www.redalyc.org/pdf/4455/445543784009.pdf>

Anexos

Anexo 1. Cantidad de leche procesada de Julio 2022 – agosto del 2023

Mes	Leche (l)
Julio - 2022	159 217
Agosto – 2022	168 858
Setiembre – 2022	158 232
Octubre – 2022	164 376
Noviembre – 2022	163 357
Diciembre – 2022	158 633
Enero – 2023	169 939
Febrero – 2023	141 301
Marzo – 2023	159 377
Abril – 2023	164 640
Mayo – 2023	164 647
Junio – 2023	165 664
Julio – 2023	160 729
Agosto - 2023	160 450
Total	2 259 420

Fuente: productora y comercializadora de alimentos El Andino E.I.R.L, elaboración propia

Anexo 2. indicador del aprovechamiento de leche y suero obtenido

	Total de leche (l)	Total de suero (l)
	2 259 420	1 812 753
M. P Aprovechada	446 667	-
M.P Desperdiciada	-	1 812 753
	19,77 %	80,23 %

Fuente: productora y comercializadora de alimentos El Andino E.I.R.L, elaboración propia

Anexo 3. Matriz de operacionalización

Variables	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores
Independiente: Línea de producción de etanol a partir de lactosuero	Es la posibilidad de producir a partir de lactosuero etanol, utilizando la fermentación del azúcar que arrastra el fluido en el proceso de coagulación, para esto se tiene en cuenta microorganismos que realizan el proceso ya que se alimentan del azúcar.	Suero obtenido	Indicador del aprovechamiento de leche y suero obtenido
		Costo del M.P y suero lácteo	Aprovechamiento en soles de la M.P en el periodo de julio 2022 – agosto 2023
		etanol que se puede obtener Importación de etanol	Cantidad potencial de etanol que se puede producir Cantidad de demanda que se puede cubrir % de variación de los ingresos
Dependiente: exportación	Es la generación de flujo monetario adicional a lo que se percibe de forma diaria o mensual por el nivel de ventas	Cantidad de ingresos que se pueden percibir	Cantidad que se puede producir % de demanda que se puede cubrir Contexto fiscal

Fuente: elaboración propia

Anexo 4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Variable	Dimensiones	Sub-Dimensiones	Indicadores	Técnica	Instrumentos	
Línea de producción de etanol a partir de lactosuero	Viabilidad comercial	Demanda histórica	Demanda			
		Demanda proyectada				
		Oferta histórica	Oferta			
	Viabilidad técnico-tecnológica	Oferta proyectada				
		Precio histórico	Precio			
		Precio proyectado				
Exportación	Viabilidad económico financiero	Localización de la planta	Factores de ubicación			
		Tamaño de planta	Indicadore de producción			
		Equipos	capacidad productiva	Análisis documentario	Hoja de análisis documentario	
		Distribución de planta	Equipos/m2			
		Inversión y financiamiento	Inversión fija y diferida			
		Costos y gastos	Costos directo, indirectos y gastos administrativos			
		Evaluación financiera	Tasa de rentabilidad Valor presente neto Relación beneficio/costo Análisis de sensibilidad			

Fuente: elaboración propia

Anexo 5. Cantidad potencial de etanol que se puede producir

Producto	Cantidad	Unidad
Etanol	0,0432	litros
Julio - 2022	1 889	litros
Agosto – 2022	2 054	litros
Setiembre – 2022	1 949	litros
Octubre – 2022	1 975	litros
Noviembre – 2022	1 951	litros
Diciembre – 2022	1 978	litros
Enero – 2023	2 118	litros
Febrero – 2023	1 698	litros
Marzo – 2023	1 915	litros
Abril – 2023	1 953	litros
Mayo – 2023	2 003	litros
Junio – 2023	1 812	litros
Julio – 2023	1 980	litros
Agosto - 2023	1 952	litros
Total de etanol	27 226	litros

Fuente: elaboración propia

Anexo 6. Composición media del suero lácteo en la sierra del Perú

Componente	Concentración (% peso)
Lactosa	4,50
Proteína	0,92
Materia grasa	0,65
Minerales	0,60

Fuente: pesquisa 2023

Anexo 7. Importaciones mundiales de etanol (2019 – 2023)

Importadores	2019	2020	2021	2022	2023
Países Bajos	84 243	102 130	114 892	201 430	105 693
Italia	0	81 880	98 440	167 041	78 318
Brasil	48 419	46 033	83 396	165 404	78 080
Japón	153 227	130 177	136 200	149 747	154 137
Francia	127 704	119 230	134 110	148 820	137 679
Alemania	329 970	115 543	127 495	135 676	121 961
China	120 915	114 213	148 511	127 601	132 850
España	182 118	131 201	104 444	122 935	106 290
Barbados	3 047	2 419	2 288	98 505	0
Filipinas	103 368	53 413	106 158	97 604	0
Reino Unido	0	101 820	104 587	93 431	93 342
Panamá	62 039	47 725	60 947	88 229	0
Singapur	79 083	60 152	62 372	65 541	76 467
Colombia	28 119	30 072	46 570	57 128	36 327
Kazajstán	11 513	18 809	16 338	57 062	0
Sudáfrica	58 641	35 293	45 553	55 029	38 355
Chile	31 104	55 349	74 544	53 728	27 533
Letonia	42 716	43 256	32 008	52 636	27 012
Polonia	40 454	40 224	55 835	51 922	41 127

Fuente: Trade Map (2023)

Anexo 8. Factores de micro localización

F1	Materia prima
F2	Mano de obra
F3	Energía eléctrica
F4	Agua potable
F5	Ubicación del terreno
F7	Facilidad de acceso
F8	Condiciones climáticas
F9	Cercanía a puertos

Fuente: elaboración propia

Anexo 9. Evaluación de la Localización referente al departamento de Cajamarca, provincia de San Miguel y distrito de Tongod

Factor	Ponderación del factor (%)	Cajamarca				San Miguel				Tongod			
		Ventajas		Desventajas		Ventajas		Desventajas		Ventajas		Desventajas	
		C	P	C	P	C	P	C	P	C	P		
F1	16,13	1	16,13	0	0,00	1	16,13	0	0,00	1	16,13	0	0,00
F2	6,45	1	6,45	0	0,00	0	0,00	1	6,45	0	0,00	1	6,45
F3	6,45	1	6,45	0	0,00	1	6,45	0	0,00	1	6,45	0	0,00
F4	16,13	1	16,13	0	0,00	1	16,13	0	0,00	1	16,13	0	0,00
F5	16,13	1	16,13	0	0,00	1	16,13	0	0,00	1	16,13	0	0,00
F6	12,90	1	12,90	0	0,00	1	12,90	0	0,00	0	0,00	1	12,90
F7	16,13	0	0,00	1	16,13	0	0,00	1	16,13	0	0,00	1	16,13
F8	9,68	0	0,00	1	9,68	0	0,00	1	9,68	0	0,00	1	9,68
Total	100,00	6	74,19	2	25,81	5	67,74	3	32,26	4	54,84	4	45,16

Fuente: elaboración propia

Anexo 10: Matriz de Leopold

IMPACTO AMBIENTAL			Eliminación del suero		Evaluación			
			Drenado del suero en vías municipales	Drenado del suero en el entorno	Promedio de negativos	Promedio aritmético	Impacto por componente	Impacto por medio
Medio	Componente	Parámetro						
Medio geográfico	Agua	Superficiales	-6	-9	2	-108	-186	-255
		Subterráneas	-2	-9				
	Suelo	Contaminación	-5	-9	2	-69		
Medio Biótico	Flora	Biodiversidad	-3	-6	2	-42	-42	
			2	6				
	Fauna	Biodiversidad	-1	-5	2	-12	-12	
			2	2				
Ecosistemas	Terrestres	-1	-7	2	-44	-132		
		2	6					
	acuáticos	-8	-8	2	-88			
		6	5					
Factores culturales	Uso del suelo	Pastoral	-4	-6	2	-50	-98	
		5	5					
	agrícola	-3	-7	2	-48	-161		
	Semicónico	Sector primario	-5	-8	2	-63	-63	
			3	6				

Fuente: elaboración propia

Anexo 11. Índice de consumo por unidad de venta

Índice de consumo por unidad de venta		
Insumo	Unidad de compra	Índice de consumo
MATERIAL ES DIRECTO		
Etanol	L	50
MATERIAL ES INDIRECTO		
Cilindros metálicos (50L)	Unidad	1
Etiqueta	Unidad	1

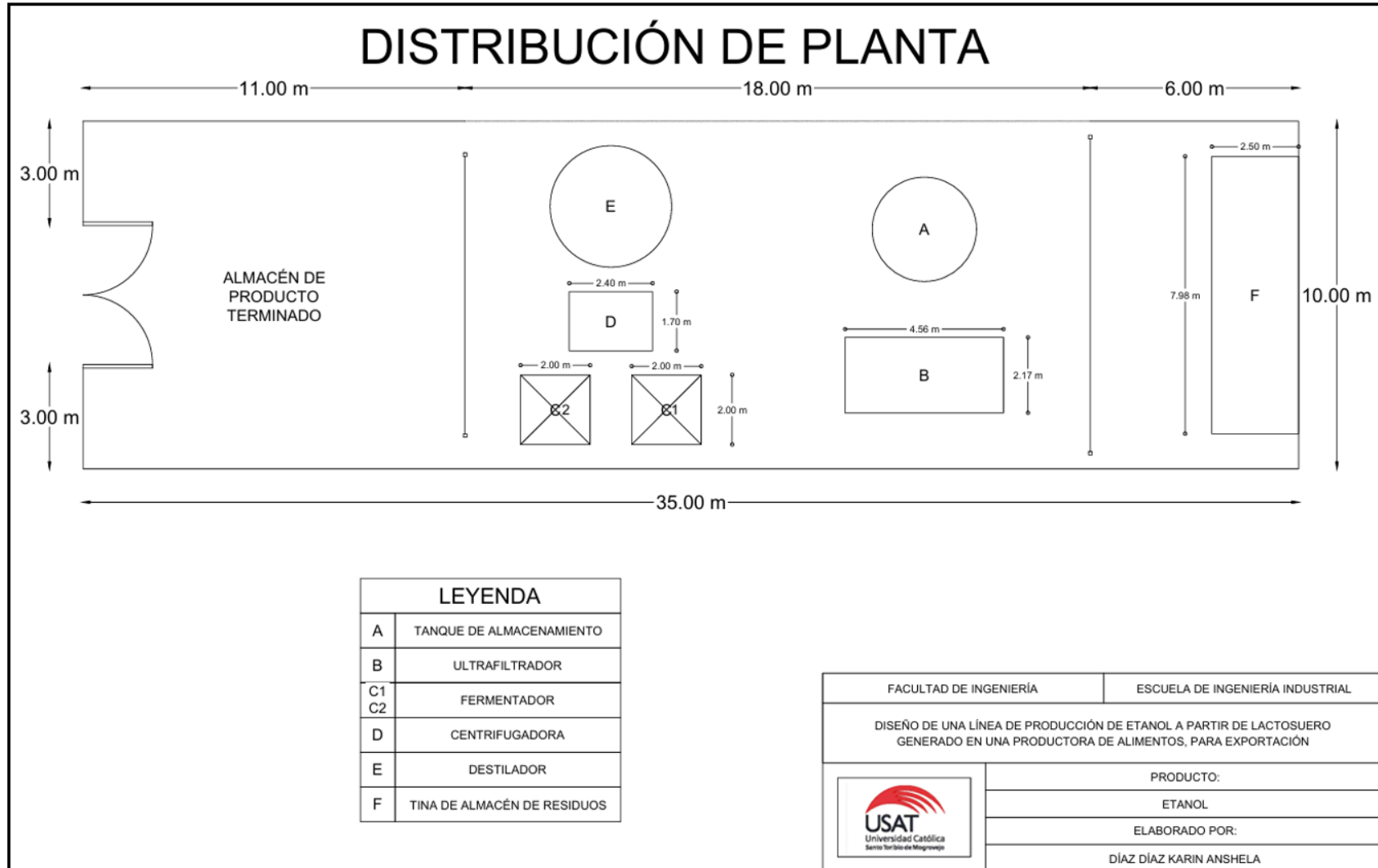
Fuente: elaboración propia

Anexo 12. Requerimiento de materiales

		M. Directos		M. Indirectos	
		Etanol	Cilindros	Etiquetas	
MES	Enero	2 365,39	47,31	47,31	
	Febrero	2 365,39	47,31	47,31	
	Marzo	2 365,39	47,31	47,31	
	Abril	2 365,39	47,31	47,31	
	Mayo	2 365,39	47,31	47,31	
	Junio	2 365,39	47,31	47,31	
	Julio	2 365,39	47,31	47,31	
	Agosto	2 365,39	47,31	47,31	
	Setiembre	2 365,39	47,31	47,31	
	Octubre	2 365,39	47,31	47,31	
	Noviembre	2 268,83	45,38	45,38	
	Diciembre	2 268,83	45,38	45,38	
TRIMESTRE	Primero	7 096,17	141,92	141,92	
	Segundo	7 096,17	141,92	141,92	
	Tercero	7 096,17	141,92	141,92	
	Cuarto	6 903,06	138,06	138,06	
AÑO	Primero	28 191,57	563,83	563,83	
	Segundo	27 226,00	544,52	544,52	
	Tercero	27 226,00	544,52	544,52	
	Cuarto	27 226,00	544,52	544,52	
	Quinto	27 226,00	544,52	544,52	

Fuente: elaboración propia

Anexo 13. Plano de distribución de la línea.



Fuente: elaboración propia

Anexo 14. Cálculo del área de producción

ÁREA DE PRODUCCIÓN										
<i>Descripción</i>	<i>Largo (L)</i>	<i>Ancho (A)</i>	<i>Alto (h)</i>	<i>Cantidad (n)</i>	<i>Lados a utilizar (N)</i>	<i>Superficie estática (LxA)</i>	<i>Superficie gravitacional (Ss x N)</i>	<i>Superficie evolutiva (Ss+Sg)k</i>	<i>Superficie total n(Ss+Sg+Se)</i>	<i>Tipo de elemento</i>
T. Almacenamiento	3	3	1.85	1	1	9.00	9.00	7.92	25.9	Estático
Ultrafiltrador	4.6	2.17	2.27	1	1	9.98	9.98	8.78	28.7	Estático
Fermentador	2	2	1.5	2	1	4.00	4.00	3.52	23.0	Estático
Centrifugadora	2.4	1.7	1.96	1	1	4.08	4.08	3.59	11.7	Estático
Destilador	3.5	3.5	1.8	1	1	12.25	12.25	10.77	35.3	Estático
Operarios			1.65	4						Móvil
T. Almacenamiento	7.98	1.81	1.85	1	2	14.44	28.89	19.06	62.4	Estático
Total									187.1	

Fuente: elaboración propia

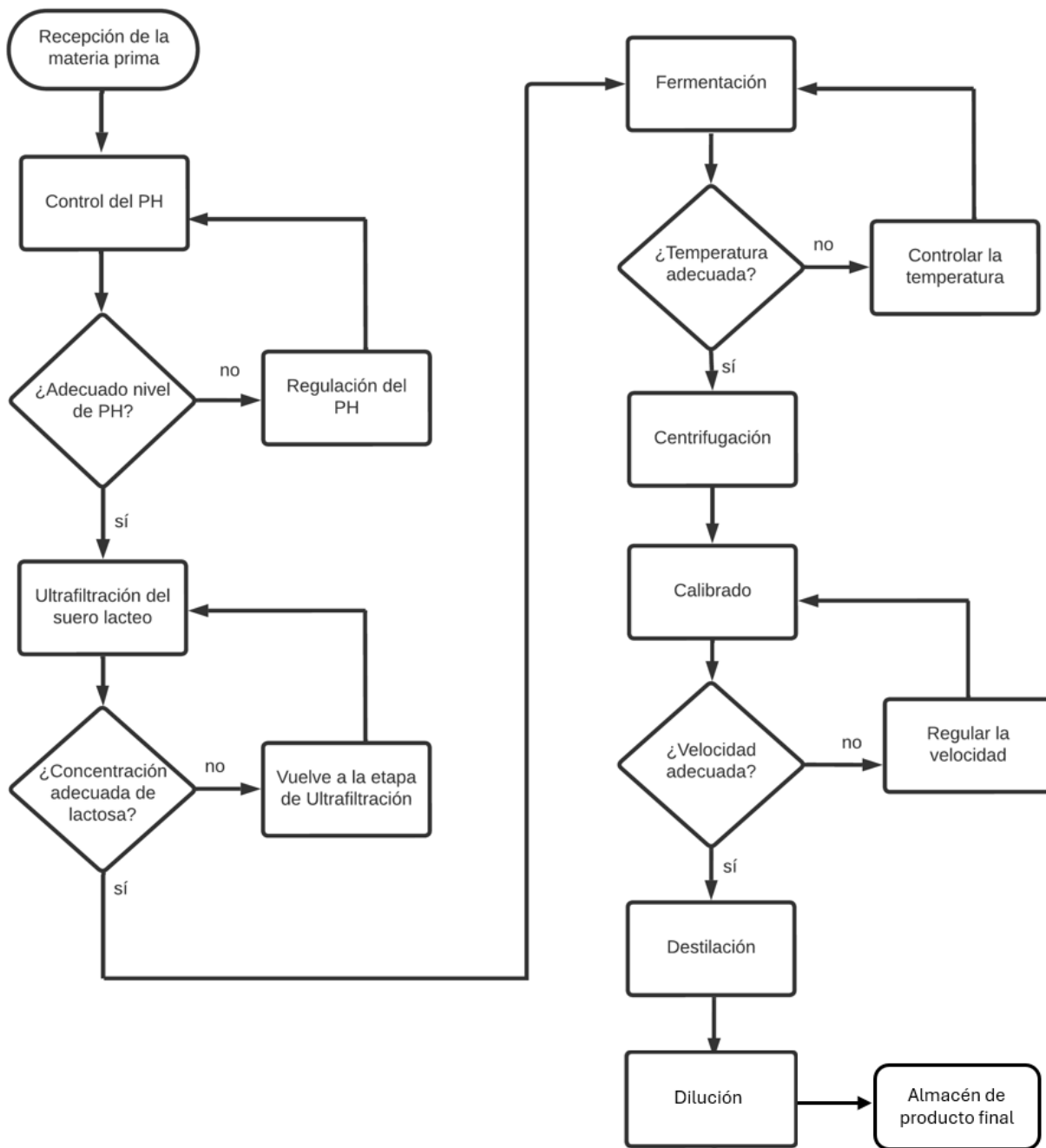
Anexo 15. Cálculo del área de almacén

ÁREA DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTO FINAL										
<i>Descripción</i>	<i>Largo (L)</i>	<i>Ancho (A)</i>	<i>Alto (h)</i>	<i>Cantidad (n)</i>	<i>Lados a utilizar (N)</i>	<i>Superficie estática (LxA)</i>	<i>Superficie gravitacional (Ss x N)</i>	<i>Superficie evolutiva (Ss+Sg)k</i>	<i>Superficie total n(Ss+Sg+Se)</i>	<i>Tipo de elemento</i>
Cilindro (50 L)	0.408	0.408	0.53	18.33	1	0.2	3.1	5.0	150.8	Estático
Operarios			1.65	1						Móvil
Total									150.8	

Fuente: elaboración propia

Anexo 16. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de etanol

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE ETANOL



Fuente: elaboración propia

Anexo 17. Costos de comercialización

	1 AÑO	2 AÑO	3 AÑO	4 AÑO	5 AÑO
<u>Sueldo de colaboradores de comercialización</u>	18 573	18 573	18 573	18 573	18 573
<u>Gastos de distribución</u>					
Trasporte Paita	3 000	3 000	3 000	3 000	3 000
Mantenimiento	1 500	1 500	1 500	1 500	1 500
FOB	4 905	3 594	4 207	3 819	4 341
<i>Total</i>	9 405	8 094	8 707	8 319	8 841
<u>Gastos totales de comercialización</u>	27 978	26 667	27 280	26 892	27 414

Fuente: elaboración propia

Anexo 18. Costos totales

	1 AÑO	2 AÑO	3 AÑO	4 AÑO	5 AÑO
<u>Costos de producción</u>					
Materiales Directos	517	517	517	517	517
Materiales indirectos	56 411	54 479	54 479	54 479	54 479
Mano de obra directa	55 719	55 719	55 719	55 719	55 719
Gastos generales de fabricación	99 217	99 217	99 217	99 217	99 217
<u>Costo variable total</u>	211 864	209 931	209 931	209 931	209 931
<u>Gastos de operaciones</u>					
Gastos de comercialización	27 978	26 667	27 280	26 892	27 414
Gastos financieros	31 057	29 747	28 436	27 126	25 815
<u>Costo fijo total</u>	58 494	55 895	55 220	53 545	52 779
<u>Costos Totales</u>	270 899	266 345	265 648	263 949	263 161

Fuente: elaboración propia

Anexo 19. Gastos de exportación

A. Gastos de Exportación:	Precio Unit.	1 AÑO		2 AÑO		3 AÑO		4 AÑO		5 AÑO	
		Cantidad	Total S/	Cantidad	Total S/	Cantidad	Total S/	Cantidad	Total S/	Cantidad	Total S/
1. Acopio.		14 349,19		37 743,15		48 495,36		60 167,48		65 519,69	
Etanol (50 litros)		28 191,6	0,00	27 226,0	0,00	27 226,0	0,00	27 226,0	0,00	27 226,0	0,00
Palets	16,00	144	2 304,00	144	2 304,00	144	2 304,00	144	2 304,00	144	2 304,00
Movilidad compra palets	25,00	1	25,00	1	25,00	3	75,00	4	100,00	5	125,00
Transporte palets al terminal, I+V	50,00	1	50,00	1	50,00	3	150,00	4	200,00	5	250,00
Llamadas	6,25	1	6,25	1	6,25	1	6,25	1	6,25	1	6,25
Subtotal:			S/ 2.385,25		S/ 2.385,25		S/ 2.535,25		S/ 2.610,25		S/ 2.685,25
2. Recepción, Manejo y Empaque.											
Facturas + Guías	43,75	100	0,88	100	0,88	100	0,88	100	0,88	100	0,88
Etiquetas de Exportación	0,31	564	22,03	545	21,29	545	21,29	545	21,29	144	5,63
Personal por 15 días.	117,19	1	58,59	1	58,59	1	58,59	1	58,59	1	58,59
Selección, 6 días hombre	7,81	6	703,13	6	703,13	6	703,13	6	703,13	6	703,13
Subtotal:			S/ 784,63		S/ 783,88		S/ 783,88		S/ 783,88		S/ 768,22
3. Exportación											
Autorización Depósito Com.-2 años	108,00	1	108,00	1	108,00	1	108,00	1	108,00	1	108,00
Registro de Exportador-2 años	462,76	1	462,76	1	462,76	1	462,76	1	462,76	1	462,76
Permiso. Expo. (Por embarque).	31,88	12	382,50	1	31,88	1	31,88	1	31,88	1	31,88
Movilidad-Gas											
TrámiteS/compras	46,88	1	46,88	1	46,88	1	46,88	1	46,88	1	46,88
Transporte palets al terminal Paíta	0,69	144	99,00	144	99,00	144	99,00	144	99,00	144	99,00
Transferencia Bancaria	22,14	1	22,14	1	22,14	1	22,14	1	22,14	1	22,14
Agente. Aduana (por embarque)	45,18	12	542,10	1	45,18	1	45,18	1	45,18	1	45,18
Certificado de Origen (180 días)	72,00	1	72,00	1	72,00	1	72,00	1	72,00	1	72,00
Seguro Crédito 2% FOB											
Subtotal FOB:			S/ 1 735,37		S/ 425,06		S/ 887,82		S/ 425,06		S/ 887,82
TOTAL FOB:			S/ 4 905,25		S/ 3 594,20		S/ 4 206,96		S/ 3 819,20		S/ 4 341,29
TOTAL FOB X KG.			S/ 0,34		S/ 0,10		S/ 0,09		S/ 0,06		S/ 0,07

Fuente: elaboración propia

Anexo 20. Análisis de sensibilidad respecto al precio de venta

ÍTEMS	AÑO 0	1 AÑO	2 AÑO	3 AÑO	4 AÑO	5 AÑO		
INGRESOS		354 693,61	408 477,00	417 433,43	428 467,52	436 168,35		
1%		351 146,67	404 392,23	413 259,10	424 182,85	431 806,66		
2%		344 123,74	396 304,39	404 993,92	415 699,19	423 170,53		
3%		333 800,03	384 415,26	392 844,10	403 228,21	410 475,41		
EGRESOS		257 793,98	254 550,83	255 163,59	254 775,83	255 297,92		
SALDO		96 899,62	153 926,18	162 269,85	173 691,70	180 870,42		
SALDO 1		93 352,69	149 841,41	158 095,51	169 407,02	176 508,74		
SALDO 2		86 329,75	141 753,56	149 830,33	160 923,36	167 872,61		
SALDO 3		76 006,04	129 864,43	137 680,51	148 452,39	155 177,49		
IMPUESTO 0		28 585,39	45 408,22	47 869,61	51 239,05	53 356,78		
IMPUESTO 1		28 005,81	44 952,42	47 428,65	50 822,11	52 952,62		
IMPUESTO 2		25 898,93	42 526,07	44 949,10	48 277,01	50 361,78		
IMPUESTO 3		22 801,81	38 959,33	41 304,15	44 535,72	46 553,25		
DEPRECIACIÓN		34 475,27	34 475,27	34 475,27	34 475,27	34 475,27		
FNE	-352311,70	102 789,51	142 993,23	148 875,51	156 927,92	161 988,92	TIR	26,66%
FNE 1	-352311,70	99 822,15	139 364,26	145 142,13	153 060,19	158 031,39	TIR 1	25,7%
FNE 2	-352311,70	94 906,10	133 702,76	139 356,50	147 121,63	151 986,10	TIR 2	23,8%

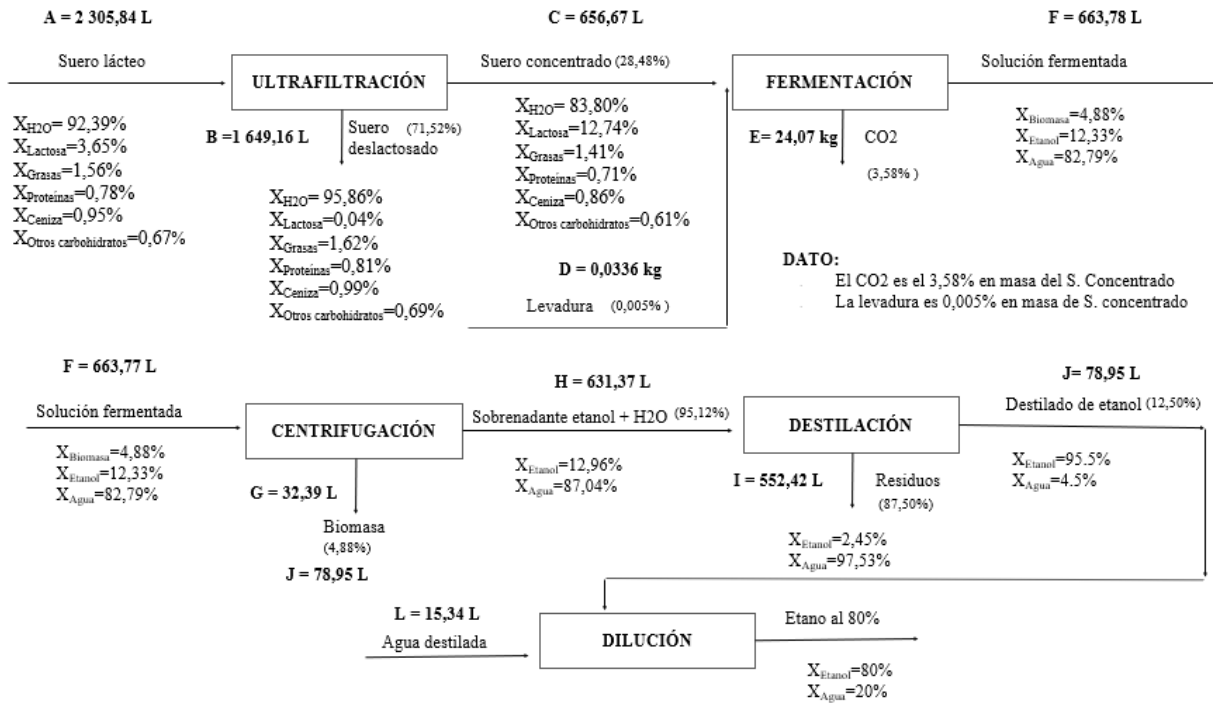
Fuente: elaboración propia

Anexo 21. Análisis de sensibilidad respecto a los materiales indirectos

ÍTEM	AÑO 0	1 AÑO	2 AÑO	3 AÑO	4 AÑO	5 AÑO		
INGRESOS		386 938,5	410 435,0	418 069,6	429 412,8	436 782,5		
50%		73 335	70 823	70 823	70 823	70 823		
100%		112 823	108 958	108 958	108 958	108 958		
500%		338 468	326 875	326 875	326 875	326 875		
MAT.INDIRECTOS		56 411	54 479	54 479	54 479	54 479		
EGRESOS 1		322 298	317 164	316 467	314 768	313 980		
EGRESOS 2		361 786	355 300	354 602	352 904	352 115		
EGRESOS 3		587 431	573 217	572 519	570 821	570 032		
EGRESOS		270 899,11	266 345,44	265 647,68	263 949,41	263 161,00		
SALDO		116 039,37	144 089,61	152 421,97	165 463,37	173 621,49		
SALDO 1		64 641	93 271	101 603	114 644	122 802		
SALDO 2		25 153	55 135	63 467	76 509	84 667		
SALDO 3		-200 493	-162 782	-154 449	-141 408	-133 250		
IMPUESTO		34 811,81	43 226,88	45 726,59	49 639,01	52 086,45		
IMPUESTO 1		19 392,21	27 981,17	30 480,88	34 393,30	36 840,74		
IMPUESTO 2		7 545,83	16 540,53	19 040,24	22 952,66	25 400,10		
IMPUESTO 3								
DEPRECIACIÓN		34 475,27	34 475,27	34 475,27	34 475,27	34 475,27		
FLUJO NETO								
EFACT.	-352 312	115 703	135 338	141 171	150 300	156 010	TIR	26,66%
FNE 1	-352 312	79 724	99 765	105 597	114 726	120 437	TIR 1	13,6%
FNE 2	-352 312	52 082	73 070	78 902	88 031	93 742	TIR 2	2,9%
FNE 3	-352 312	-166 017	-128 307	-119 974	-106 933	-98 775	TIR 3	

Fuente: elaboración propia

Anexo 22: Balance de materia



Fuente: elaborado a partir de [17]