

**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO
USFQ**

Colegio de Ciencias e Ingeniería

Producción de ácido láctico, a través de la fermentación de melaza tipo C por *Bacillus subtilis MUR 1* para abastecer a las industrias cosmetológica y alimentaria nacional

Karla Alejandra Cadena Cortés

Ingeniería Química

Trabajo de fin de carrera presentado como requisito
para la obtención del título de
Ingeniera Química

Quito, 21 de diciembre de 2020

**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO
USFQ**

Colegio de Ciencias e Ingeniería

**HOJA DE CALIFICACIÓN
DE TRABAJO DE FIN DE CARRERA**

**Producción de ácido láctico, a través de la fermentación de melaza tipo
C por *Bacillus subtilis* MUR 1 para abastecer a las industrias
cosmetológica y alimentaria nacional**

Karla Alejandra Cadena Cortés

Nombre del profesor, Título académico

José Álvarez, Ph.D.

Nombre del profesor, Título académico

Juan Diego Fonseca, Ph.D.

Quito, 21 de diciembre de 2020

© DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en la Ley Orgánica de Educación Superior del Ecuador.

Nombres y apellidos: Karla Alejandra Cadena Cortés

Código: 00118061

Cédula de identidad: 1716996427

Lugar y fecha: Quito, 21 de diciembre de 2020

ACLARACIÓN PARA PUBLICACIÓN

Nota: El presente trabajo, en su totalidad o cualquiera de sus partes, no debe ser considerado como una publicación, incluso a pesar de estar disponible sin restricciones a través de un repositorio institucional. Esta declaración se alinea con las prácticas y recomendaciones presentadas por el Committee on Publication Ethics COPE descritas por Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing, disponible en <http://bit.ly/COPETHeses>.

UNPUBLISHED DOCUMENT

Note: The following capstone project is available through Universidad San Francisco de Quito USFQ institutional repository. Nonetheless, this project – in whole or in part – should not be considered a publication. This statement follows the recommendations presented by the Committee on Publication Ethics COPE described by Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing available on <http://bit.ly/COPETHeses>.

RESUMEN

El ácido láctico, es un ácido orgánico altamente valorado por su aplicación en diferentes industrias. En este proyecto se diseñó una planta de producción de ácido láctico de grado farmacéutico y alimenticio utilizando como materias primas *Bacillus subtilis MUR 1* y melaza tipo C, residuo de los ingenios azucareros. El caudal de producción de la planta se definió como 36.43 kilogramos de ácido láctico al día, lo que suplirá la demanda de las industrias cosmetológicas y alimentarias del Ecuador. El proceso consiste en la fermentación ácido láctica del *B. subtilis*, con etapas adicionales como filtración, precipitación, evaporación-cristalización, blanqueamiento con carbón activado y evaporación. A partir de los balances de masa y energía, y utilizando la metodología específica, se realizó la selección y dimensionamiento de equipos para cada operación unitaria del proceso. Adicionalmente se realizó un análisis económico para verificar la factibilidad del proyecto. El tiempo de recuperación de la inversión para la planta, considerando el cálculo de costos teóricos, se estimó en 5 años; por otra parte, con el cálculo basado en equipos disponibles la recuperación se estimó en 2 años. La implementación de la planta contribuiría a la sustitución de importaciones de ácido láctico en el Ecuador, y también aportaría nuevas plazas de trabajo.

Palabras clave: ácido láctico, *Bacillus subtilis MUR 1*, melaza tipo C, fermentación.

ABSTRACT

Lactic acid is a highly valued organic acid due to its application in different industries. This Project consists in the design of a lactic acid production plant that uses *Bacillus subtilis MUR 1* and type C molasses, a waste from sugar mills, as its raw materials. The plant is designed to produce 36.43 kilograms of lactic acid per day, to fulfil the demand of the cosmetic and food industries in Ecuador. The process consists of the lactic acid fermentation of *B. subtilis*, and additional steps such as filtration, precipitation, evaporation-crystallization, bleaching with activated carbon and evaporation. Based on the material and energy balances, and using specific methodology, the selection and sizing of equipment was carried out for each unit operation. Additionally, an economic analysis was carried out to verify the project's feasibility. The return of investment of the plant was estimated as 5 years, when considering theoretical costs, while it was estimated as 2 years with calculations based on costs for equipment currently available in the market. The implementation of the plant would contribute to the substitution of lactic acid imports in Ecuador and employment generation.

Key words: lactic acid, *Bacillus subtilis MUR 1*, type C molasses, fermentation.

TABLA DE CONTENIDO

1	Introducción.....	15
1.1	Antecedentes.....	15
1.1.1	Ácido láctico	15
1.1.2	Aplicaciones del ácido láctico.....	17
1.2	Justificación.....	18
1.3	Objetivo general:	18
1.4	Resultados esperados.....	19
1.4.1	Resultado económicos.....	19
1.4.2	Resultado Plan Toda una Vida del Gobierno Nacional	19
2	Bases del diseño.....	20
2.1	Descripción del producto.....	20
2.1.1	Definición de la unidad de producción	20
2.2	Materias primas	20
2.2.1	Medio del inóculo	20
2.2.2	Medio de fermentación	20
2.2.3	Materias primas para la purificación del ácido láctico.....	20
2.3	Selección del proceso	21
2.4	Ubicación de la planta	25
2.5	Limitación y normas.....	25
2.5.1	Efluentes.....	25
2.5.2	Patentes internacionales	25

2.6 Normas y legislaciones.....	25
2.6.1 Legislación urbana	25
2.6.2 Marco legal.....	26
2.7 Terminología especializada	26
3 Diseño del proceso.....	28
3.1 Determinación del caudal de producción de ácido láctico	28
3.2 Modo de operación.....	28
3.3 Balance de masa	31
3.4 Balance de energía.....	33
4 Diseño de la planta	34
4.1 Selección de equipos	34
4.1.1 Tipos de biorreactores	34
4.1.2 Tipos de filtros	34
4.1.3 Tipos de agitadores	34
4.1.4 Tipos de bombas	35
4.2 Diseño de los equipos principales	35
4.3 Dimensionamiento de equipos secundarios.....	36
5 Análisis económico.....	38
5.1 Análisis de costos e ingresos del proyecto	38
5.2 Rentabilidad del proyecto.....	40
6 Conclusiones y recomendaciones	42
7 Referencias	44

8	ANEXOS	48
8.1	Anexo A – Metodologías.....	48
8.1.1	Objetivo específico 1: Definir el proceso de producción de ácido láctico a través de la fermentación de melaza tipo C por <i>B. subtilis</i>	48
8.1.2	Objetivo específico 2: Realizar la selección y dimensionamiento de los equipos .	49
8.1.3	Objetivo específico 3: Determinar la factibilidad económica de la planta	54
8.2	Anexo B - Marco legal	58
8.2.1	Patentes	58
8.2.2	Leyes	59
8.3	Anexo C – Cálculos y resultados.....	61
8.3.1	Pérdidas de masa en operaciones unitarias	61
8.3.2	Dimensionamiento biorreactor de inóculo	61
8.3.3	Dimensionamiento biorreactor de inóculo	62
8.3.4	Dimensionamiento del tanque de precipitación	62
8.3.5	Dimensionamiento del reactor de blanqueamiento	63
8.3.6	Dimensionamiento de las bombas.....	63
8.3.7	Dimensionamiento de filtros	64
8.3.8	Dimensionamiento del evaporador-cristalizador	64
8.3.9	Dimensionamiento del evaporador.	64
8.3.10	Dimensionamiento de los tanques de almacenamiento	65
8.4	Anexo D – Cotizaciones Equipos.....	66
8.4.1	Bomba de doble diafragma.	66

	10
8.4.2 Filtro de prensa.....	67
8.5 Anexo E – Cálculos del análisis económico.....	68
8.5.1 Método de Lang	68
8.5.2 Método de Hand.....	68
8.5.3 Método factorial detallado	69
8.5.4 Capital fijo.....	69
8.5.5 Capital de trabajo	70
8.5.6 Costo de materias primas	70
8.5.7 Valor de producto.....	70
8.5.8 Ingresos	71
8.6 Anexo F – Fichas de seguridad de las materias primas.....	72
8.6.1 Medio inóculo	72
8.6.2 Solución micronutrientes	74
8.6.3 Ácido bórico.....	76
8.6.4 Ácido clorhídrico	76
8.6.5 <i>Bacillus Subtilis MUR 1</i>	77
8.6.6 Medio de fermentación	78
8.6.7 Melaza tipo C	79
8.6.8 Hidróxido de calcio	80
8.6.9 Ácido sulfúrico.....	81
8.6.10 Carbón activado	82

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Proveedores y costos de las materias primas para la producción de ácido láctico.	21
Tabla 2. Matriz de decisión. Siendo 1: No favorable, 2: Menos favorable, 3: Relativamente favorable, 4: Favorable y 5: Muy favorable.....	22
Tabla 3. Simbología de equipos del diagrama de flujo.	31
Tabla 4. Balances de masa de la planta.	32
Tabla 5. Balance y consumo de energía semanal de equipos.	33
Tabla 6. Especificaciones de Tanque de precipitación y reactor de blanqueado.....	36
Tabla 7. Especificaciones de filtros.	36
Tabla 8. Especificaciones de las bombas.....	37
Tabla 9. Costos de la planta teóricos.	38
Tabla 10. Costos de la planta mediante cotizaciones.	39
Tabla 11. Inversión de capital fijo.	39
Tabla 12. Costos de producción.....	40
Tabla 13. Inversión de capital de trabajo.....	40
Tabla 14. Estimación de ingresos anual.	40
Tabla 15. Rentabilidad de la planta.	41

ÍNDICE DE TABLAS EN ANEXOS

Tabla A- 1. Constantes KL y KT para el cálculo de la potencia.	51
Tabla A- 2. Pérdidas de masa en las operaciones unitarias seleccionadas.	61
Tabla A- 3. Cálculos del dimensionamiento del biorreactor de inóculo.	61
Tabla A- 4. Cálculos del dimensionamiento del biorreactor de fermentación.	62
Tabla A- 5. Cálculos del dimensionamiento del tanque de precipitación.	62
Tabla A- 6. Cálculos del dimensionamiento del reactor de blanqueamiento.	63
Tabla A- 7. Cálculos del dimensionamiento de las bombas.	63
Tabla A- 8. Cálculos del dimensionamiento de los filtros.	64
Tabla A- 9. Cálculos del dimensionamiento del evaporador-cristalizador.	64
Tabla A- 10. Cálculos del dimensionamiento del evaporador.	64
Tabla A- 11. Cálculos del dimensionamiento de los tanques de almacenamiento.	65
Tabla A- 12. Resumen de costo Lang.	68
Tabla A- 13. Resumen de costos Hand.	68
Tabla A- 14. Resumen de costos MFD.	69
Tabla A- 15. Inversión de capital fijo.	69
Tabla A- 16. Inversión de capital de trabajo.	70
Tabla A- 17. Costo de materias primas anual.	70
Tabla A- 18. Precio de venta del producto.	70
Tabla A- 19. Resumen de cálculos ingresos.	71
Tabla A- 20. Resumen análisis económico teórico.	71
Tabla A- 21. Resumen Análisis económico en base a cotizaciones.	71
Tabla A- 22. Ficha de seguridad medio de inóculo.	72
Tabla A- 23. Ficha de seguridad solución de micronutrientes.	74
Tabla A- 24. Ficha de seguridad ácido bórico.	76

Tabla A- 25. Ficha de seguridad ácido clorhídrico.....	76
Tabla A- 26. Ficha de seguridad medio de fermentación.....	78
Tabla A- 27. Ficha de seguridad melaza tipo C.....	79

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de bloque de la producción de ácido láctico por síntesis química. 23	23
Figura 2. Diagrama de bloque de la producción de ácido láctico vía biológica..... 24	24
Figura 3. Diagrama de flujo del proceso. 30	30

ÍNDICE DE FIGURAS EN ANEXOS

Figura A - 1. Patente de la producción de ácido láctico [35]. 58	58
Figura A - 2. Patente de purificación por cristalización de ácido láctico [36]. 58	58
Figura A - 3. Ficha de seguridad Bacillus subtilis..... 77	77
Figura A - 4. Ficha de seguridad hidróxido de calcio. 80	80
Figura A - 5. Ficha de seguridad ácido sulfúrico. 81	81
Figura A - 6. Ficha de seguridad carbón activado..... 82	82

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

1.1.1 Ácido láctico

El ácido láctico fue encontrado por primera vez por el químico sueco Karl Wilhelm Scheele en 1780, cuando este estaba analizando la leche agria [1]. El ácido láctico, o ácido 2-hidroxipropanoico ($C_3H_6O_3$), es un compuesto orgánico con dos formas óptica activas, D- (-) y L- (+) o la racémica de ácido D/L. Los dos isómeros tienen las mismas propiedades físicas y químicas, excepto cuando se trata de reacciones en las que están presentes otros compuestos con actividad óptica. De estas, solo la configuración de L- (+) es metabolizada por el organismo humano [2]. Este ácido pertenece al grupo de ácidos carboxílicos y, tiene una forma ionizada que se conoce como lactato, el cual es producido por el cuerpo mediante la actividad metabólica, especialmente durante el ejercicio; este se produce naturalmente en las células musculares y en los glóbulos rojos durante el esfuerzo [2].

El ácido láctico es altamente valorado por su aplicación en la industria cosmética como exfoliante y humectante; en la industria química como solubilizador y agente controlador de pH; en la industria de polímeros como precursor del ácido poliláctico (PLA); en la medicina se utiliza como fluido intravenoso que funciona como isotónico para la reanimación después de que se produce una pérdida de sangre; y en la industria alimentaria es utilizado como conservante, aromatizante y descontaminante en la elaboración de los productos cárnicos [3].

Según investigaciones, existen diferentes maneras de obtención de ácido láctico. El primer método de obtención es la síntesis química, la cual es una reacción de acetaldehído con ácido cianhídrico para formar lactonitrilo que, a su vez, es hidrolizado; otra reacción para su síntesis química es la de acetaldehído con monóxido de carbono y

agua en presencia de ácido sulfúrico como catalizador; esta segunda reacción requiere de condiciones altas de presión. El segundo método de obtención de ácido láctico es la producción biotecnológica, que se basa en la fermentación de sustratos ricos en carbohidratos por bacterias u hongos. Una de las mayores características que poseen los microorganismos industriales de ácido láctico, es la fermentación rápida con baja generación de subproductos. En las industrias se han utilizado diferentes sustratos puros, como la glucosa, lactosa, almidón y celulosa; sin embargo, estos tienen un costo desfavorable debido a que se requiere de la adición de fuentes nitrogenadas complejas para elaborar el ácido láctico en un rango de tiempo, además, requiere, de un pretratamiento de los polisacáridos naturales para poder fermentarlos [4].

Para la producción biotecnológica de ácido láctico se utiliza diferentes medios de fermentación, entre los cuales se destacan los mostos de frutas altas en azúcar y la melaza tipo C. Este último es de gran atractivo para la producción de ácido láctico debido a que es un desecho de los ingenios azucareros, según el Centro de Investigación de la Caña de Azúcar del Ecuador, el área de cultivo de caña en el país fue 88,000 hectáreas [5] de las cuales 7,000 se destinan a la producción de melaza [6].

Uno de los métodos de producción de ácido láctico más eficientes y menos costosos es la utilización de bacterias tipo termófilas, es decir, de fermentación rápida a temperaturas superiores a la del ambiente. Entre este tipo de bacterias destacan las de los géneros *Lactobacillus*, *Enterococcus*, *Streptococcus*, *Lactococcus*, entre otras. Estos géneros tienen una alta tolerancia a pH inferiores a 5, y la temperatura óptima de crecimiento oscila entre los 20° y 45° C; estas características les dan ventaja sobre otras bacterias [4]. Estudios recientes destacan las ventajas del *B. subtilis* por su alta productividad, y condiciones aerobias de crecimientos, que facilitan su aplicación industrial [7].

En Ecuador no existe una producción de ácido láctico que satisfaga a la industria cosmetológica y alimentaria [8], por lo que es un país importador; con un promedio de 58-70 TM de importación por año, principalmente de China, Brasil y Bélgica [9].

En una etapa temprana de su desarrollo, este estudio contemplaba la producción nacional de ácido láctico para abastecer la demanda de la industria cosmética; sin embargo, al analizar esta demanda se encontró que solo el 13% de lo importado se lo utiliza en este campo. El implementar una planta de producción de ácido láctico en esta proporción no iba a tener un buen nivel de rentabilidad: es por esto que se recomendó optar por la producción inclusive para la industria alimenticia; el porcentaje de utilización de las dos sería de 48%, nivel que representaría un adecuado margen de utilidad, como será demostrado más adelante [10]

1.1.2 Aplicaciones del ácido láctico

En la industria cosmética el ácido láctico es efectivo para el tratamiento de lesiones pigmentarias que incluyen melasmas, lentigos, e hiperpigmentación post inflamatoria; por otro lado, la aplicación tópica del mismo modula la secreción de citocinas por queratinocitos, la cual contribuye a efectos como el envejecimiento [11]. Se utiliza como tratamiento de diversas infecciones cutáneas (Psoriasis). A dosis bajas actúa hidratando y acidificando, favoreciendo la elasticidad de la piel; por otra parte, en altas concentraciones se utiliza como peeling de renovación celular [12]. El ácido láctico también es comúnmente utilizado en exfoliantes ya que al ser un ácido α -hidroxi, estimula la piel para el desprendimiento de las células muertas, y ayuda a disminuir la aparición de cicatrices, manchas y arrugas. Se utiliza para la elaboración de labiales puesto que posee propiedades humectantes [13] y también es utilizado para la elaboración de lociones alcohólicas para antes del afeitado. Estas lociones pueden ser astringentes u

oleosas, donde la función de los astringentes es dar una mayor visibilidad del vello facial y para que la loción sea más eficiente se añade ácido láctico [14]

En la industria alimenticia el ácido láctico es utilizado como conservante ya que regula el pH; cuando se mantiene un pH bajo en los alimentos, estos tienen menor posibilidad de contaminarse [15]. El ácido láctico también es un agente antimicrobiano que se utiliza como descontaminante durante el procesamiento de la carne [16]. También se añade a los alimentos para darles un sabor ácido que es relativamente suave y agradable; además, se utiliza como aromatizante, no solo por aportar acidez, sino como parte de los sabores que tiene los productos fermentados. [17]

1.2 Justificación

La principal justificación del proyecto se encuentra en disminuir la importación de ácido láctico, que, en el 2019, fue un total de 58 TM desde Bélgica [9]. De esta manera se generaría nuevas fuentes de empleo, ayudando a la economía del país.

El costo de producción por 36.46 kilogramos de ácido láctico de grado farmacéutico y alimenticio al 80% de pureza es de USD \$10.48. Considerando que el precio actual en el mercado de ácido láctico es de USD \$25, la ganancia es de USD \$14.52 por día. De esta manera, se estima un margen bruto del 58.08% de ganancia.

1.3 Objetivo general:

Estudiar la factibilidad de una planta de producción de ácido láctico a través de la fermentación de melaza tipo C por *Bacillus subtilis MUR 1* para abastecer a las industrias cosmetológica y alimentaria nacional.

Para cumplir con este objetivo se deben llevar a cabo los siguientes objetivos específicos que encontrarán detallados en los capítulos 1,2 y 3:

1. Definir el proceso de producción de ácido láctico a través de la fermentación de melaza tipo C por *B. subtilis MUR 1*.

2. Realizar la selección y dimensionamiento de los equipos.
3. Determinar la factibilidad económica de la planta de producción.

1.4 Resultados esperados

1.4.1 Resultado económicos

La producción de ácido láctico con 80% de pureza se implementaría como un nuevo proceso en el Ecuador, debido a que no existe una planta productora de ácido láctico. Esto aportará de manera significativa con la economía del país; disminuyendo los impuestos de importación para este producto, y generando nuevas fuentes de empleos.

1.4.2 Resultado Plan Toda una Vida del Gobierno Nacional

Contribuirá con este plan del gobierno, el cual tiene como objetivo modificar las condiciones estructurales de desigualdad y pobreza en el Ecuador, avanzar hacia una sociedad más justa, equitativa y solidaria; que reconozca a las personas como sujetos de derechos a lo largo de su vida, y busca transformar las condiciones de vida de la población a través de un trabajo sostenido en la reducción de factores de riesgo, además del fortalecimiento de capacidades y la generación de oportunidades. [18]

2 BASES DEL DISEÑO

2.1 Descripción del producto

2.1.1 Definición de la unidad de producción

El producto se venderá en una presentación de bolsas plásticas de 1 kilogramo que contiene ácido láctico, en polvo, al 80% de pureza, a un costo de USD \$21 y se transportará a temperatura ambiente.

2.2 Materias primas

2.2.1 Medio del inóculo

El medio del inóculo más apropiado y económico para la preparación del inóculo con el microorganismo *B. subtilis MUR 1* propuesto por Gao et al en el 2012, está compuesto de: glucosa, marcona, sulfato de magnesio heptahidratado, sulfato de amonio, fosfato diácido de potasio, fosfato ácido de potasio, cloruro de magnesio, una solución de micronutrientes, ácido bórico, ácido clorhídrico y el microorganismo *B. subtilis MUR 1* [7]. El ácido clorhídrico es un compuesto regulado por el Ministerio de Gobierno de Ecuador, por lo tanto, se debe obtener un permiso para la obtención del mismo. Las fichas de seguridad se encuentran en el Anexo F 8.6.1, 8.6.2, 8.6.3, 8.6.4 y 8.6.5 respectivamente

2.2.2 Medio de fermentación

Según Gao et al en el 2012 el medio de fermentación más adecuado para producir ácido láctico está elaborado con: peptona, extracto de levadura, Agar-Agar y melaza tipo C (Ver Anexo F 8.6.6) [7]. La melaza tipo C debe ser almacenada a temperatura ambiente, la ficha de seguridad esta detallada en Anexo F 8.6.7.

2.2.3 Materias primas para la purificación del ácido láctico

En este proceso de purificación se necesita precipitar el caldo de fermentación con hidróxido de calcio para mantener un pH entre 5.5 y 6.5, debido a que a valores bajos de pH se disminuye el rendimiento de producción de ácido láctico [19] (Ver Anexo F 8.6.8), se utiliza ácido sulfúrico para acidificar la solución de lactato de calcio y convertir en

ácido láctico concentrado y sulfato de calcio insoluble. El ácido sulfúrico (Ver Anexo F 8.6.9) es un compuesto regulado por el Ministerio de Gobierno del Ecuador, por lo tanto, se debe obtener un permiso para este. Para la purificación del ácido láctico concentrado se utiliza carbón activado (Ver Anexo F 8.6.10), el cual va a remover todas las impurezas.

Tabla 1. Proveedores y costos de las materias primas para la producción de ácido láctico.

Materia Prima	Proveedor	Cantidad anual (kg)	Costo Anual (USD \$)
Glucosa	Relubquim	6.72	7.06
Martona	Alibaba	10.08	14.65
Sulfato de amonio	Novachem	2.02	0.30
Fosfato ácido de potasio	Alibaba	0.50	1.51
Fosfato diácido de potasio	Alibaba	0.50	2.52
Cloruro de magnesio	Novachem	0.01	0.00
Sulfato de magnesio heptahidratado	Novachem	0.03	0.00
Óxido de magnesio	La casa de los químicos	3.61	7.95
Carbonato de calcio	Relubquim	0.67	0.11
Sulfato ferroso heptahidratado	Novachem	1.51	0.76
Sulfato de zinc heptahidratado	Alibaba	0.48	0.05
Sulfato de manganeso heptahidratado	Alibaba	0.38	0.00
Sulfato de cobre heptahidratado	Novachem	0.08	0.13
Sulfato de cobalto monohidratado	Alibaba	0.09	0.19
Ácido bórico	Novachem	0.02	0.06
Ácido clorhídrico concentrado	Novachem	17.24	51.71
<i>B. subtilis MURI</i>	Alibaba	18.55	0.13
Peptona	Novachem	1.68	0.84
Agar Agar	Novachem	5.04	60.48
Extracto de levadura	Novachem	1.01	4.03
Melaza tipo C	Ingenios azucareros	12.77	0.36
Hidróxido de calcio	La casa de los químicos	981.62	981.62
Ácido sulfurico	Novachem	18877.26	717.34
Carbón activado	Relubquim	4175.67	1670.27
Total			3,522.06

2.3 Selección del proceso

Para la producción de ácido láctico existen dos procesos potenciales; el primero es la síntesis química y el segundo la producción biotecnológica (Ver Tabla 2). La síntesis química es un proceso de una reacción en fase líquida a presión atmosférica de cianuro de hidrógeno y acetaldehído, la cual es catalizada con un base para formar lactonitrilo; es recuperado por destilación o hidrólisis usando HCl o H₂SO₄ para producir ácido láctico crudo y sal de amonio; posteriormente es esterificado con metanol, produciendo lasto de metilo, que es recuperado y purificado por una segunda destilación o hidrólisis con agua bajo un catalizado ácido produciendo ácido láctico puro y metanol que es recirculado

(Ver Figura 1) [20]. Las principales variables que desfavorecen a este proceso es la alta producción de productos y subproductos altamente explosivos, ocasionando problemas en la salud y un impacto ambiental alto, por otra parte, los costos de producción son significativos por la utilización de métodos de purificación costosos. La producción biológica de ácido láctico (Ver Figura 2) consiste en la fermentación del microorganismo *B. subtilis MUR 1* con una fuente de azúcar. Posteriormente se realiza una precipitación con hidróxido de calcio para neutralizar la mezcla y obtener lactato de calcio; se acidifica con H_2SO_4 convirtiendo la sal en ácido láctico y sulfato de calcio. Para obtener un producto puro se blanquea con carbón activado y finalmente se evapora obteniendo ácido láctico al 80% de pureza [20]. Se seleccionó la producción biológica, de acuerdo con la matriz de decisión mostrada en la Tabla 2, ya que no genera problemas de salud, ni impactos ambientales, además se obtiene la forma óptica L(+), la cual es la necesaria para la industrias cosmetológicas y alimentarias [2].

Tabla 2. Matriz de decisión. Siendo 1: No favorable, 2: Menos favorable, 3: Relativamente favorable, 4: Favorable y 5: Muy favorable.

Criterios de evaluación /5	Síntesis Química	Producción Biotecnológica
Productos y subproductos peligrosos	2	5
Costos de producción	2	3
Problemas de salud	1	5
Impacto ambiental	1	5
Complejidad del proceso	2	3
Total /25	8	21

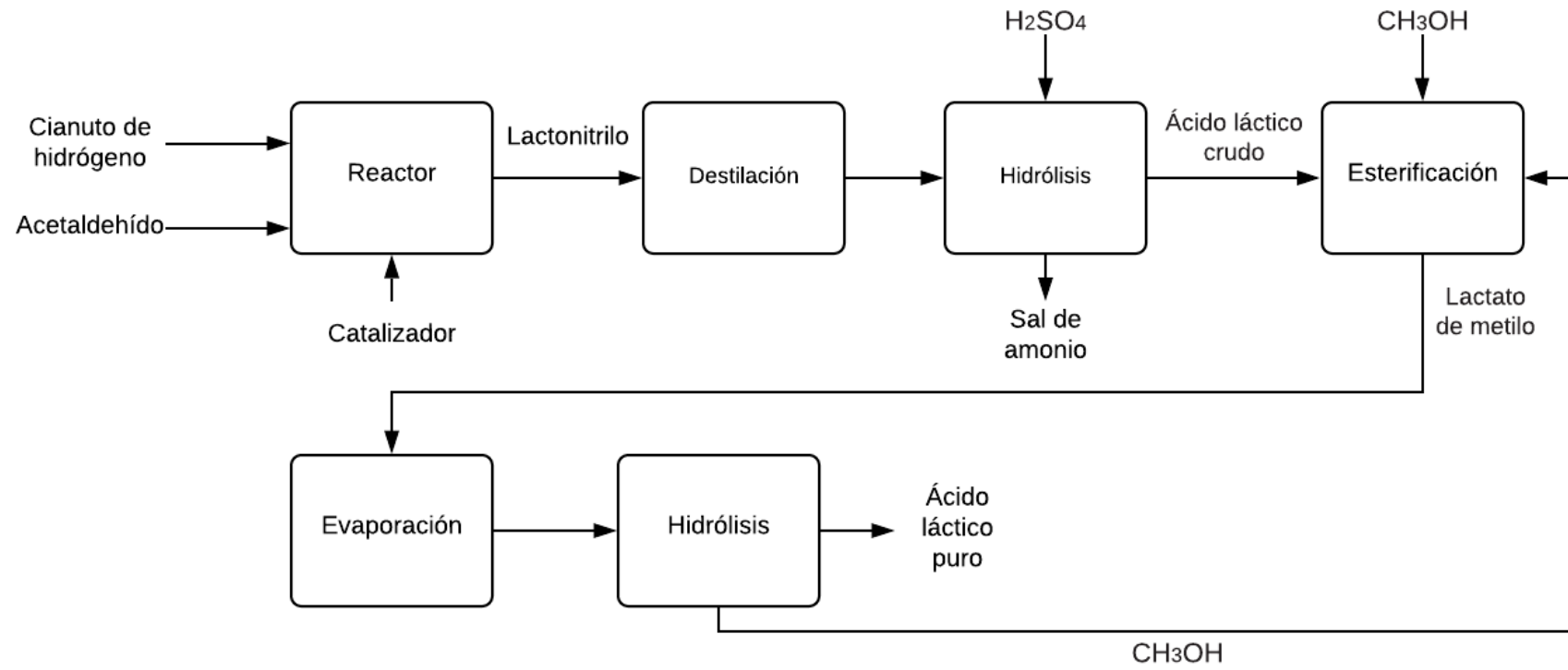


Figura 1. Diagrama de bloque de la producción de ácido láctico por síntesis química [20].

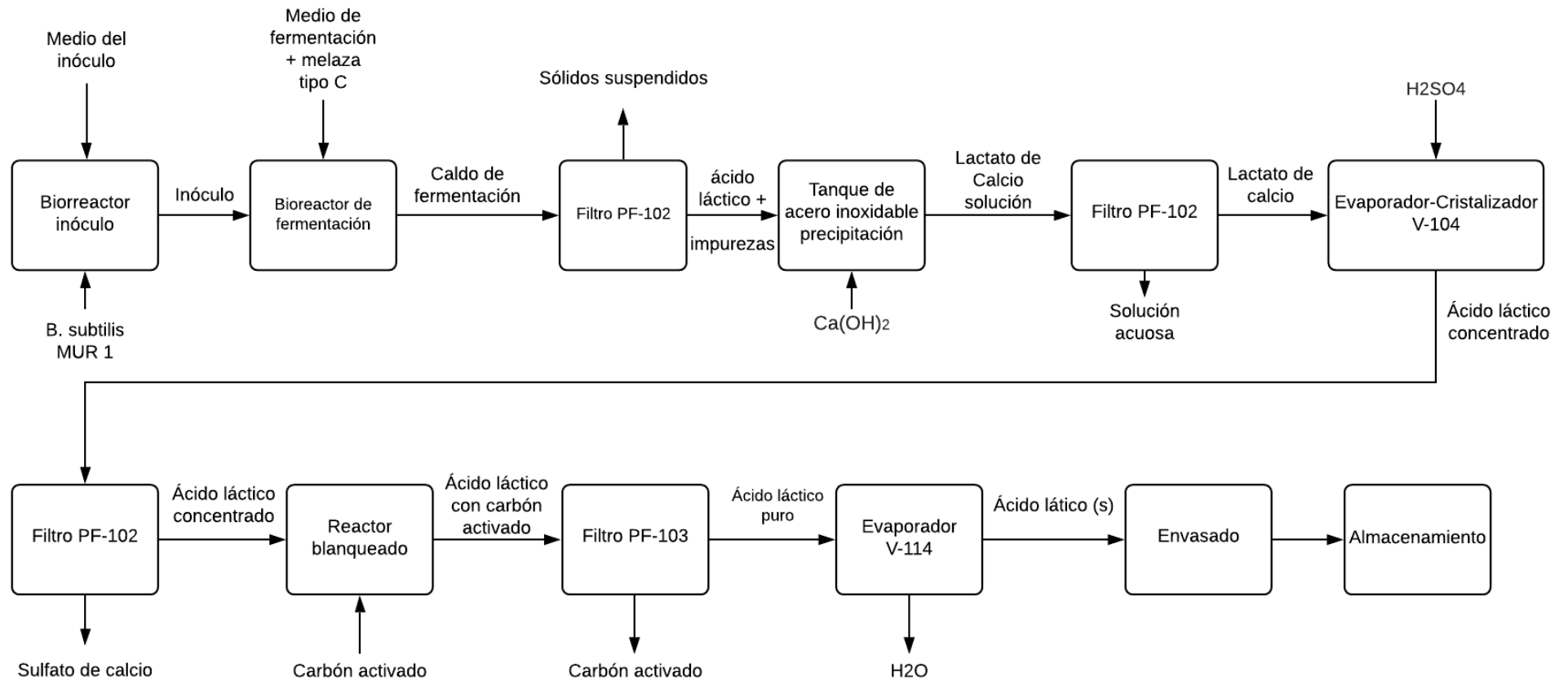


Figura 2. Diagrama de bloque de la producción de ácido láctico vía biológica.

2.4 Ubicación de la planta

La planta se situará en la Provincia del Guayas porque es la primera provincia en donde se encuentran la mayor cantidad de industrias cosméticas y alimenticias del país [21] [22]. Se eligió el parque industrial “El Sauce” porque tiene vías de acceso en buen estado y medios de transporte disponible hacia el resto de las provincias de la Costa. La planta se encontrará cercana a los ingenios azucareros: Compañía azucarera Valdez S.A e Ingenio San Carlos, los cuales serán los proveedores de la melaza tipo C.

2.5 Limitación y normas

2.5.1 Efluentes

En la producción de ácido láctico una consideración importante a tener en cuenta es el manejo de los efluentes producidos en el proceso, entre los cuales se encuentra la formación de carbonato de calcio; este necesita un vertedero de almacenamiento para que posteriormente una empresa externa se encargue de su manejo [23].

2.5.2 Patentes internacionales

Para la producción biológica y purificación del ácido láctico se debe cumplir con dos patentes internacionales, en donde se indica los pasos a seguir y las sustancias más adecuadas para la correcta purificación del ácido láctico al 80% de pureza[24]. (Ver Anexo B Figura A-1 y A-2)

2.6 Normas y legislaciones

2.6.1 Legislación urbana

Se necesitan los permisos de funcionamiento municipales que se muestran a continuación [25]:

- Patente Municipal
- Tasa de habilitación
- Permiso de uso de suelo
- Permiso del Cuerpo de Bomberos

- Ministerio de Salud Pública. MSP
- Ministerio de Industrias y Productividad – MIPRO. Categorización de empresas
- Autoridad Sanitaria Nacional mediante la Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria – ARCSA y Direcciones Provinciales de Salud
- Subsecretaría de calidad ambiental – Permiso Ambiental

Para la producción de ácido láctico se utiliza ácido sulfúrico, el cual es una sustancia sujeta a fiscalización y, por tanto, su uso y control debe cumplir con las disposiciones legales emitidas por el Ministerio de Gobierno del Ecuador.

2.6.2 Marco legal

Todas las actividades industriales, comerciales, desarrolladas dentro del territorio ecuatoriano que impliquen un impacto ambiental están regidas por el marco legal detallado en el Anexo B 8.2.2 [25].

2.7 Terminología especializada

Inóculo: Organismos simbióticos o patógenos transferidos por cultivo, suspensión de microorganismos vivos que se han adaptado para reproducirse en un medio específico. [26]

Biorreactor: Dispositivo para generar productos usando la capacidad de conversión sintética o química de un sistema biológico. Pueden ser fermentadores clásicos, sistemas de perfusión de cultivo celular, o biorreactores enzimáticos. [27]

***Bacillus subtilis*:** Es una bacteria catalasa positiva aeróbica que también puede crecer bajo condiciones no aireadas. [28]

***Bacillus subtilis MUR 1*:** Es una bacteria que se obtiene exponiendo *B. subtilis* 1A304 a irradiación UV a 254 nm. [7]

Fermentación: Degradación por acción enzimática, dando lugar a productos sencillos, como el alcohol etílico. [27]

Melaza tipo C: Líquido denso y viscoso de color oscuro, dulce y olor más o menos agradable que queda como residuo de la fabricación o refinación de la sacarosa procedente de la caña de azúcar, también conocida como miel final. [29]

3 DISEÑO DEL PROCESO

El diseño del proceso de producción de ácido láctico está basado en la producción biotecnológica explicada en la sección 2.3. Se puede observar el proceso detallado en el diagrama de la planta en la Figura 3. En este capítulo se indicará la elección de la base de producción, caudales y composición de las corrientes con sus respectivas operaciones unitarias, y condiciones de operación.

3.1 Determinación del caudal de producción de ácido láctico

Como se detalla en la sección 1.1, en Ecuador no se registra una producción de ácido láctico que satisfaga la demanda combinada de los mercados alimenticio y cosmético. Actualmente, se importan entre 58 a 70 TM de ácido láctico anuales desde China, Brasil y Bélgica [9]. Se estima que un 13% (7,540 kg/año) de las importaciones se utilizan en aplicaciones cosméticas y un 35% (20,300 kg/año) de las importaciones en la industria alimenticia[24]. Para la base de producción, considerando 28 días laborales mensuales, se propone una producción de 12,240.48 kg de ácido láctico anuales para cubrir el 50% de demanda nacional de ácido láctico en las industrias alimenticias y cosméticas.

3.2 Modo de operación

El proceso de producción diseñado está dividido en dos secciones. La primera sección es la preparación del inóculo representado por la corriente 1 y la fermentación del inóculo con la melaza tipo C, representada por la corriente 2 /Ver Figura 3. La segunda sección es el tratamiento del caldo de fermentación para la producción de ácido láctico.

La primera sección opera en base una vez a la semana y representa las corrientes 1-5. El medio del inóculo entra en el biorreactor de inóculo (BR-01), una vez transcurridas las 87 horas de operación en BR-01 se mezcla el medio del inóculo con el medio de fermentación en el biorreactor de fermentación (BR-02).

La segunda sección está representada por las corriente 6-24. El caldo de fermentación proveniente de BR-02 es filtrado (F-01) para una separación de los sólidos suspendidos y, se precipita con hidróxido de calcio (T-03) para obtener una solución de lactato de calcio; se realiza una segunda filtración (F-02) y, se acidifica con ácido sulfúrico al 98% de pureza; convirtiendo el lactato de calcio en ácido láctico concentrado y sulfato de calcio (E-01). Posteriormente, se filtra, obteniendo ácido láctico con impurezas (F-03), el sulfato de calcio es almacenado para posteriormente ser tratado por una empresa externa. Para eliminar las impurezas se realiza un blanqueamiento con carbón activado (R-01); pasa a una última filtración en donde se separa el carbón activado. Finalmente se evapora el agua existente en el ácido láctico (E-02) para obtener ácido láctico al 80% de pureza.

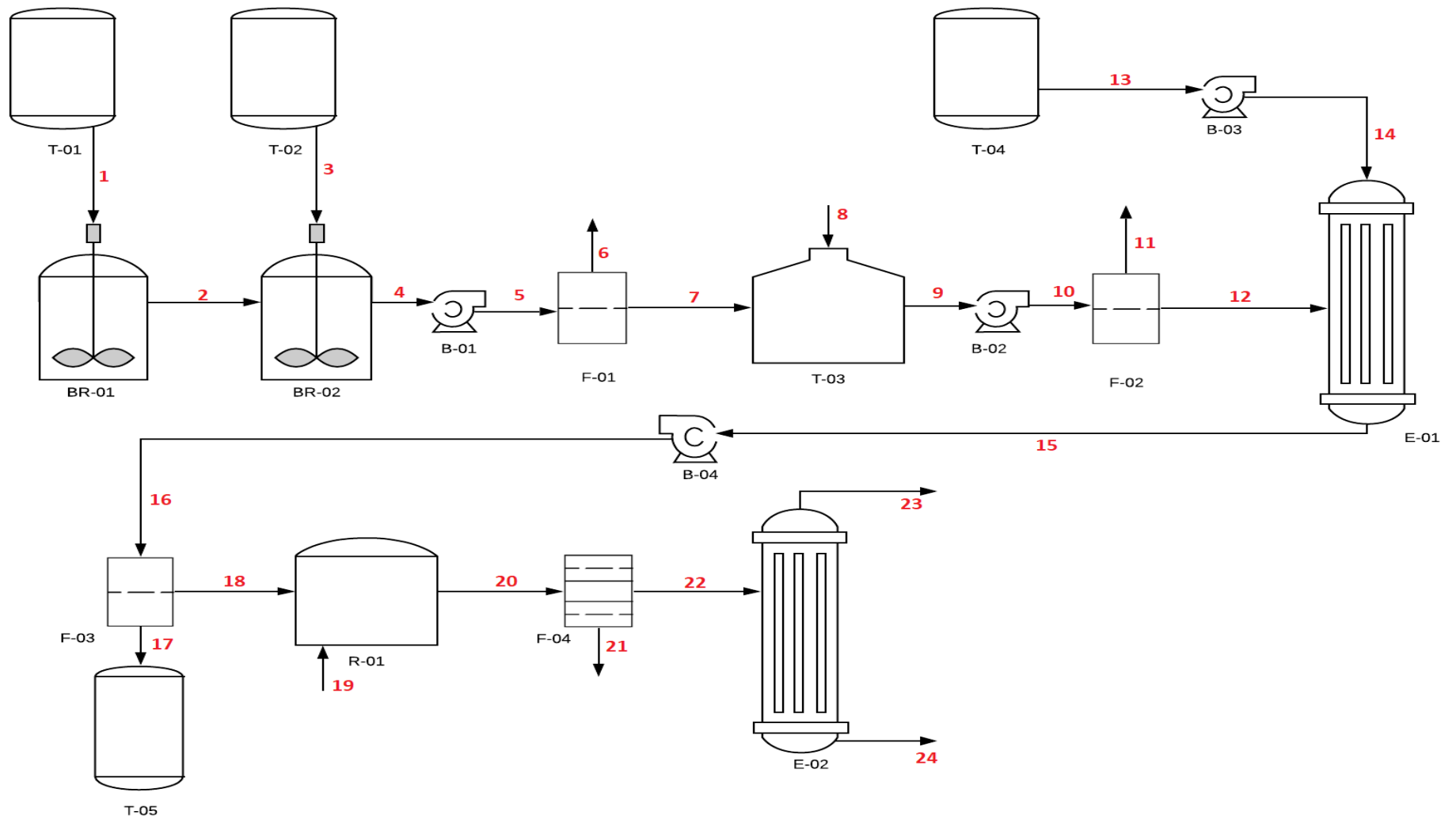


Figura 3. Diagrama de flujo del proceso.

Tabla 3. Simbología de equipos del diagrama de flujo.

Num	Equipo
T-01	Tanque de almacenamiento medio inóculo
T-02	Tanque de almacenamiento medio fermentación
T-03	Tanque de precipitación
T-04	Tanque de almacenamiento de ácido sulfúrico
T-04	Tanque de almacenamiento sulfato de calcio
B-01	Bomba de sólidos
B-02	Bomba de sólidos
B-03	Bomba de ácido sulfúrico
B-04	Bomba de sólidos
BR-01	Biorreactor inóculo
BR-02	Biorreactor de fermentación
F-01	Filtro PF-102
F-02	Filtro PF-102
F-03	Filtro PF-102
F-04	Filtro PF-103
E-01	Evaporador-cristalizador
E-02	Evaporador
R-01	Reactor de blanqueado

3.3 Balance de masa

Se realizaron los balances de masa para el proceso batch, basado en el caudal de producción mensual de ácido láctico requerido; para saber la cantidad necesaria en cada una de las corrientes se empezó desde la corriente 24, la cual es una cantidad conocida explicada en la sección 3.1. Durante todo el proceso, se tomó en cuenta las pérdidas de masa existentes en las diferentes operaciones unitarias (Ver Anexo C Tabla A-2). En la Tabla 4 se detalla el balance de masa para cada una de las corrientes del proceso de producción de ácido láctico.

Tabla 4. Balances de masa de la planta.

Corriente [kg]	1	2	3	4	5
Medio inóculo	8.42	-	-	-	-
Solución de micronutrientes	2.90	-	-	-	-
Ácido bórico	0.01	-	-	-	-
HCl concentrado	7.30	-	-	-	-
<i>Bacillus Subtilis MURI</i>	7.86	-	-	-	-
Medio fermentación	-	-	27.43	-	-
Melaza tipo C	-	-	40.00	-	-
Inóculo	-	37.37	-	-	-
Caldo de fermentación	-	-	-	63.81	63.81
Agua	10.89	10.47	-	9.97	9.97
Total	37.37	47.84	67.43	73.77	73.77

Corriente [kg]	6	7	8	9	10
Ácido láctico con impurezas	-	61.35	-	-	-
Sólidos suspendidos	2.45	-	-	-	-
Agua	-	9.59	-	9.13	9.13
Hidróxido de calcio	-	-	2.92	-	-
Lactato de calcio solución	-	-	-	58.43	58.43
Impurezas				0.058	0.058
Total	2.45	70.94	2.92	67.56	67.56

Corriente [kg]	11	12	13	14	15
Lactato de calcio	0.45	56.18	-	-	-
Agua	1.80	8.78	-	-	8.52
Ácido sulfúrico	-	-	56.18	56.18	-
Ácido láctico concentrado	-	-	-	-	54.55
Sulfato de calcio	-	-	-	-	31.26
Impurezas		0.06			0.05
Total	2.25	64.96	56.18	56.18	94.33

Corriente [kg]	16	17	18	19	20
Ácido láctico concentrado	54.55	-	52.45	-	49.95
Sulfato de calcio	31.26	30.06	-	-	-
Agua	8.52	-	8.20	-	7.80
Carbón activado	-	-	-	13.57	-
Impurezas	0.05		0.05		-
Total	94.33	30.06	60.64	13.57	57.76

Corriente [kg]	21	22	23	24
Ácido láctico puro	-	37.52	-	36.43
Agua	-	7.50	7.29	-
Carbón activado	12.43	-	-	-
Total	0.00	45.03	7.29	36.43

3.4 Balance de energía

Se calculó el consumo de energía individual de cada equipo y se multiplicó por el número de horas a la semana durante las cuales cada equipo estará en funcionamiento.

Los resultados se observan a continuación.

Tabla 5. Balance y consumo de energía semanal de equipos.

Equipos	Potencia (kW)	kW/semana
Biorreactor inóculo	0.01	1.24
Biorreactor fermentación	0.66	5.29
Filtro 1	1.5	18.00
Filtro 2	1.5	18.00
Filtro 3	1.5	18.00
Filtro 4	1.5	18.00
Evaporador-cristalizador	1.97	29.53
Evaporador	4.8	72.08
Bomba 1	6.3	12.57
Bomba 2	16.6	33.23
Bomba 3	7.2	14.35
Bomba 4	11.1	22.15
Total	54.6	262.4

4 DISEÑO DE LA PLANTA

4.1 Selección de equipos

Una vez definidas las operaciones unitarias en el capítulo anterior se realiza la selección y dimensionamiento de los equipos para cada operación. La metodología de dimensionamiento se detalla en el Anexo A.

4.1.1 Tipos de biorreactores

Un biorreactor es un recipiente que mantiene un ambiente biológicamente activo mediante el control de pH, temperatura, presión, etc. Se clasifican en biorreactores de tanque agitado, con air lift, y de lecho fijo [30]. El biorreactor más utilizado es el de tanque agitado; tiene un agitador mecánico de turbina o disco y logra una mezcla homogénea. Por otra parte, el biorreactor de air lift tiene una alimentación de gas para las operaciones que requieren y para la mejor circulación del líquido. Por último, el biorreactor de lecho fijo inmoviliza los microorganismos en matrices [30]. Se eligió el biorreactor de tanque agitado debido al mezclado homogéneo y su fácil mantenimiento.

4.1.2 Tipos de filtros

Los filtros son equipos que separan sólidos suspendidos y se clasifican de acuerdo al filtrado o a la torta. El filtro prensa tiene unas placas alternadas con una tela filtrante a cada lado de éstas; por lo que, su mantenimiento y manejo es sencillo [31]. También se recomienda el uso de estos filtros en procesos batch, ya que son de operación flexible y versátiles. El lecho de filtración se usa para separar pequeñas cantidades de sólidos suspendidos. Sin embargo, las partículas filtradas obstruyen el lecho de arena por lo que la velocidad de flujo baja [31]. Se eligió filtros de prensa por su fácil mantenimiento y manejo.

4.1.3 Tipos de agitadores

Los agitadores son equipos para la mezcla de sustancias en tanques facilitando la transferencia de oxígeno y manteniendo una fermentación homogénea. Es la operación

que crea o que acelera el contacto entre dos o varias fases [31]. Existen tres tipos de agitación que se utilizan en las fermentaciones: agitadores rotativos, los cuales tienen un sistema interno mecánico de agitación. Columnas de burbujas, la agitación se realiza mediante la introducción de aire a sobrepresión. Sistema air lift, la mezcla y la circulación de los fluidos son el resultado de las corrientes de aire introducido, las cuales causan diferencias en la densidad dentro de las diferentes partes del fermentador [30]. Se eligió el agitador rotativo por su flexibilidad en las condiciones de operación y provee una eficiente transferencia de gases a los microorganismos.

4.1.4 Tipos de bombas

Las bombas son máquinas en las cuales se produce una transformación de la energía mecánica en energía hidráulica [32]; existen dos tipos de bombas a utilizar en este proceso, una bomba neumática de doble diafragma; la cual se utiliza para transportar el ácido sulfúrico al evaporador-cristal y tres bombas horizontales EDDY.

4.2 Diseño de los equipos principales

Para la primera operación unitaria, se diseñó un biorreactor de tanque agitado y fed-batch que permite un contacto óptimo de la bacteria con una solución de nutrientes (Ver sección 2.2.1), para cumplir con la producción de 36.43 kilogramos diarios de ácido láctico; en este equipo la bacteria se desarrolla debido a que está presente su alimento (medio de inóculo) (Ver Anexo F Tabla A-22). Este biorreactor tiene un volumen de 40 litros, un diámetro y altura de 0.50 m y 0.33 m respectivamente. Debido a que es un biorreactor de tanque agitado, se eligió la turbina Rushton de 6 palas, ya que es la mejor para trabajar con microorganismos [30]. Se determinó una velocidad de 50 rpm y una potencia de 0.18 W.

Para la segunda operación unitaria, se diseñó un biorreactor de tanque agitado y fed-batch que permite el contacto óptimo del inóculo y del medio de fermentación (Ver sección 2.2.2). Este biorreactor tiene un volumen de 440 litros, un diámetro y altura de

1.08 m y 0.72 m respectivamente. Debido a que es un biorreactor de tanque agitado, se eligió las turbina Rushton de 6 palas, ya que es la mejor para trabajar con microorganismos. Se determinó una velocidad de 50 rpm y una potencia de 8.13 W.

4.3 Dimensionamiento de equipos secundarios

Los equipos secundarios son el tanque de almacenamiento, tanque de precipitación, filtros, bombas, evaporador-cristalizador, reactor de blanqueado y evaporador (Ver Anexo A).

Tabla 6. Especificaciones de Tanque de precipitación y reactor de blanqueado.

Tanque de precipitación	Dimensión
Volumen físico %20 (m^3)	0.67
h (m)	1.25
D (m)	0.83
Reactor de blanqueamiento	
Volumen físico %20 (m^3)	0.59
h (m)	1.19
D (m)	0.80

Tabla 7. Especificaciones de filtros.

Parámetros	F-01	F-02	F-03	F-04
Tamaño de malla (mm)	0.5	0.5	0.5	0.5
Tamaño de partícula (μm)	30	30	30	30
Caudal ($m^3/día$)	0.05	0.14	0.09	0.06
Potencia (kW)	0.01	1.2	0.5	0.2
Modelo	FPA 47	FPSA 47	FPA 47	FPSA 47
Tamaño	1470 x 1170 x 1370	1300 x 1120 x 1270	1470 x 1170 x 1370	1300 x 1120 x 1270

Tabla 8. Especificaciones de las bombas.

Bomba B-01	Datos
Fluido	Caldo de fermentación
Potencia [HP]	8.43
Bomba B-02	
Fluido	Lactato de calcio
Potencia [HP]	22.28
Bomba B-03	
Fluido	Ácido Sulfurico (98%)
Potencia [HP]	9.62
Bomba B-04	
Fluido	Ácido láctico concentrado
Potencia [HP]	14.85

5 ANÁLISIS ECONÓMICO

En este capítulo se indicarán los resultados de la estimación del costo de la planta en base a los métodos de estimación que utilizan los factores de instalación de Lang, Hand y el Método Factorial Detallado.

5.1 Análisis de costos e ingresos del proyecto

Se requiere determinar la rentabilidad del proyecto para conocer si se tendrá un beneficio económico (Ver Anexo E). Se realizó una comparación entre los costos obtenidos teóricamente y mediante cotizaciones; para obtener el valor teórico se utilizó tres métodos: Lang, Hand y método factorial detallado (MFD). Para el cálculo de cotizaciones se investigaron los costos de los equipos en una plataforma online y se tomó en cuenta un incremento del 40% relacionado a los costos de importación. Se presenta a continuación un resumen de los costos teóricos y cotizaciones en las Tabla 9 y Tabla 10.

Tabla 9. Costos de la planta teóricos.

Métodos utilizados	Costo de la planta (USD \$)
Método Lang	\$ 444,596.29
Método Hand	\$ 1,215,779.78
MFD	\$ 1,746,026.27

Tabla 10. Costos de la planta mediante cotizaciones.

Equipo	Cantidad	Distribuidor	Costo
Biorreactores	2	-	\$ 803,727.53
Filtro de prensa	1	SAN TAI	\$ 19,880.00
Filtro Nutsche	2	De Dietrich	\$ 238,400.00
Filtro de polvo ciclón	1	Shandong DOM Machinery Equipment Co., Limited	\$ 6,080.00
Tanque de precipitación SS 304	1	Shanghai Pharmaceutical Machinery Co., Ltd.	\$ 12,000.00
Evaporador-cristalizador	1	Shanghai Sepsed Machinery Co., Ltd.	\$ 160,000.00
Reactor de blanqueado	1	Hebei Jupai Import And Export Trade Co., Ltd.	\$ 16,000.00
Evaporador	1	Zhejiang Zhongbo Mechanical Technology Co., Ltd.	\$ 80,000.00
Bombas horizontales EDDY	3	EDDY Pump	\$ 18,000.00
Bomba neumatica de doble diafragma	1	Columbec	\$ 6,212.40
Tanques de almacenamiento SS 304	2	Nanjing Jinri Light Industry Technological Development Co., Ltd.	\$ 8,000.00
Tanque de almacenamiento acero al carbono	1	ISUSA	\$ 8,000.00
Total			\$ 1,376,299.93

Se calculó el capital fijo, que representa el costo total del diseño, construcción, instalación de la planta, más costos de modificación del lugar. Se determinó el valor de capital fijo mediante el costo ISBL obtenido de los costos teóricos y cotizaciones. [33]

Tabla 11. Inversión de capital fijo.

Parámetro	Costo teórico	Costo Cotizaciones
ISBL	\$ 1,401,366.05	\$ 1,376,299.93
OSBL	\$ 560,546.42	\$ 550,519.97
Costo de ingeniería	\$ 588,573.74	\$ 578,045.97
Gastos imprevistos	\$ 196,191.25	\$ 192,681.99
Total	\$ 2,746,677.46	\$ 2,697,547.86

El costo de producción es una variedad de costos definidos mediante el proceso del producto; y, por eso incluye los salarios de los operadores, materias primas, transporte, mantenimiento y servicios básicos. Los resultados se muestran a continuación.

Tabla 12. Costos de producción.

Costos	Costo teórico	Costo Cotizaciones
Variables	\$ 1,228.16	\$ 1,228.16
Fijos	\$ 132,951.09	\$ 125,246.19
Total	\$ 134,179.25	\$ 126,474.36

El capital de trabajo es el rubro adicional a la construcción de la planta, es decir, los costos de inversión al poner en marcha la planta y hasta empezar a generar ingresos. El resultado de cada uno de los seis se muestran a continuación [33].

Tabla 13. Inversión de capital de trabajo.

Costo	Valor (USD \$)
Valor materias primas	\$ 146.75
Valor de inventario	\$ 5,160.74
Efectivo en Caja	\$ 2,580.37
Cuentas a Cobrar	\$ 11,181.60
Créditos Cuentas Pendientes	\$ 1,189.10
Inventario Repuestos	\$ 1,961.91
Total	\$ 22,220.48

Los ingresos son principalmente obtenidos por la venta de productos. Se calculó el margen bruto que es la diferencia de la venta de producto y el costo de materias primas. El beneficio bruto es la diferencia de los ingresos por venta menos el costo de producción. El beneficio neto es la diferencia del beneficio bruto y los impuestos. Se detallan los valores en la siguiente tabla [33].

Tabla 14. Estimación de ingresos anual.

Ingresos	Teórico	Cotizaciones
Margen producción bruto	339,211.38	\$ 339,211.38
Costo de producción	134,179.25	\$ 126,474.36
Beneficio Bruto	208,554.19	\$ 216,259.08
Beneficio Neto	208,554.07	\$ 216,258.96

5.2 Rentabilidad del proyecto

Se determinó la rentabilidad del proyecto mediante el cálculo del valor actual neto (VAN), tasa interna de retorno (TIR) y el tiempo de recuperación de la inversión. El VAN indica la cantidad que el inversionista gana versus el haber invertido. El TIR es el interés

al cual el VAN es cero, es decir, el nivel mínimo que permite la viabilidad del proyecto. Para determinar si el proyecto es rentable se debe comparar el TIR con la tasa de interés de los bancos, es decir, si el TIR es mayor que la tasa de interés, el proyecto es rentable. Se uso una tasa de interés del 10% y a continuación se muestran los resultados en la Tabla 15.

Tabla 15. Rentabilidad de la planta.

Resumen	Teórico	Cotizaciones
Tasa de interés (%)	10	10
VAN	\$988,554.69	\$1,493,205.33
TIR (%)	25	22
Tiempo de recuperación (años)	5	2

Se concluye que el proyecto es económicamente rentable puesto que el porcentaje del TIR es mayor que la tasa de interés del banco y a futuro se observan ganancias.

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este proyecto se ha realizado un estudio de factibilidad de la implementación de una planta de ácido láctico de grado farmacéutico y alimenticio para ser utilizado como materia prima en diversos procesos de las industrias cosmetológicas y alimentarias ecuatorianas. Se procesarán 1,818.06 kg de melaza tipo C y 2,640.98 kg/l de *B. subtilis MUR 1* para lograr producir la capacidad de ácido láctico necesario para abastecer a las dos industrias antes mencionadas. Esto equivale a una producción de 12,240.48 kg de ácido láctico con una ganancia de \$ 342,733.44 anuales.

Para la producción de ácido láctico, se seleccionó el método de producción biotecnológica ya que es proceso con bajo impacto ambiental y de bajo costo. Se decidió tener dos biorreactores; uno para la preparación del inóculo, el cual se encontrará en funcionamiento 87 horas, y el segundo biorreactor para la fermentación, el cual se encontrará en funcionamiento 8 horas a la semana. Adicionalmente, se decidió utilizar un evaporador-cristalizador y un evaporador; estos dos procesos ayudan a mantener el ácido láctico en el grado de pureza necesario para su comercialización.

Se seleccionaron los equipos necesarios en base a las operaciones unitarias definidas en el proceso. Se basó en los caudales de procesamiento respectivos para cada operación, y posteriormente se realizó el dimensionamiento de los biorreactores, el tanque de precipitación, el evaporador-cristalizador, los filtros, el reactor de blanqueamiento, los tanques de almacenamiento, y el evaporador. Además, se cotizaron las bombas tomando en cuenta el fluido a transportar y la potencia.

Se realizó un análisis económico de la planta basado en métodos teóricos y en costos disponibles por medio de cotizaciones obtenidas en el mercado para obtener un estimado de 5 años y de 2 años de recuperación de la inversión respectivamente, lo que demuestra

un valor aceptable en ambos casos para una planta industrial con características como la planta propuesta.

El proyecto es factible en cuanto a la implantación, operación y mantenimiento. Sin embargo, se debe tomar en cuenta las siguientes consideraciones tratamiento de efluentes como es el yeso producto de la evaporación-cristalización del lactato de calcio y el carbón activado que resulta del filtrado después del blanqueamiento, para ser utilizados en otros procesos en un plan de manejo ambiental. Cabe mencionar que en un futuro se podría implementar un proceso de purificación para el carbón activado para así recircularlo y disminuir los costos de adquisición de esta materia prima.

7 REFERENCIAS

- [1] E. J. O. Kompanje, T. C. Jansen, B. Van Der Hoven, and J. Bakker, “The first demonstration of lactic acid in human blood in shock by Johann Joseph Scherer (1814-1869) in January 1843,” *Intensive Care Med.*, vol. 33, no. 11, pp. 1967–1971, 2007.
- [2] M. A. Abdel-rahman, Y. Tashiro, and K. Sonomoto, “Recent advances in lactic acid production by microbial fermentation processes,” *Biotechnol. Adv.*, vol. 31, no. 6, pp. 877–902, 2013.
- [3] L. Serna-Cock and S. Rodríguez, “Ciencia y Tecnología Alimentaria ESTADO DEL ARTE BIOTECHNOLOGICAL PRODUCTION OF LACTIC ACID : STATE OF THE ART PRODUCCIÓN BIOTECNOLÓGICA DE ÁCIDO LÁCTICO : ESTADO DO,” no. June 2013, pp. 37–41, 2009.
- [4] X. Escobar, “Diseño del proceso de bioproducción de ácido láctico a partir de residuos de la agricultura,” p. 11, 2019.
- [5] CINCAE, “Informe anual Caña de Azúcar,” 2018.
- [6] H. Vega, “Ecuador Sugar Consumption Continues to Decline Amidst Nutritional and Fiscal Policy Changes,” 2018.
- [7] T. Gao, Y. Wong, C. Ng, and K. Ho, “L-lactic acid production by *Bacillus subtilis* MUR1,” *Bioresour. Technol.*, vol. 121, pp. 105–110, 2012.
- [8] J. Delgado and P. Realpe, “Producción de ácido láctico por fermentación de la bacteria *Lactobacillus casei* utilizando cáscara de cacao (*Theobroma cacao*),” 2019.
- [9] Banco Central, “ESTADÍSTICAS DE COMERCIO EXTERIOR DE BIENES IMPORTACIONES / por Subpartida y País Origen FOB FOB FOB FOB,” pp. 2016–2021, 2015.

- [10] R. Alves, A. Komesu, and E. Vaz, “Challenges and opportunities in lactic acid bioprocess design — From economic to production aspects,” *Biochem. Eng. J.*, vol. 133, pp. 219–239, 2018.
- [11] S. Coelho, V. Hearing, and A. Kornhauser, “Applications of hydroxy acids : classification , mechanisms , and photoactivity,” pp. 137–140, 2010.
- [12] Farma-Quimica Sur S.L, “Acido lactico,” pp. 2–3.
- [13] “Ácido láctico en la cosmética: Usos y presentaciones,” 2019. [Online]. Available: <https://www.acidolactico.info/en-la-cosmetica/>. [Accessed: 04-Jul-2020].
- [14] J. Wilkinson and R. Moore, *Cosmetología de Harry*, Díaz de Sa., vol. 1, no. 1990.
- [15] O. Fennema, S. Damodaran, and K. Parkin, “Introducción a la química de los alimentos,” *Quim. los Aliment.*, pp. 666–677, 2010.
- [16] M. Gündüz, “Lactic acid production by *Lactobacillus casei* NRRL B-441 immobilized in chitosan stabilized Ca-alginate beads,” no. January, 2005.
- [17] F. Castillo, E. Balciunas, J. Salgado, J. M. Domínguez, A. Converti, and R. Pinheiro de Souza, “Lactic acid properties , applications and production : A review,” vol. 30, pp. 70–83, 2013.
- [18] Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, “Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021-Toda una Vida,” p. 84, 2017.
- [19] R. Heliodoro, R. María, and J. Daniel, “Bioproducción de ácido láctico a partir de residuos de cáscara de naranja : Procesos de separación y purificación Lactic acid bioproduction from orange rind : Separation and purification processes,” 2008.
- [20] R. Gil, R. Domínguez, and J. Pacho, “Bioproducción de ácido láctico a partir de residuos de cáscara de naranja : Procesos de separación y purificación Lactic acid

- bioproduction from orange rind : Separation and purification processes,” 2008.
- [21] M. Varela and C. Trávez, “Pro cosméticos,” 2012.
- [22] INEC, “No Title,” 2019. [Online]. Available:
<https://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/Infoeconomia/infoe.pdf>.
- [23] A. Komesu, M. R. W. Maciel, and R. M. Filho, “Separation and purification technologies for lactic acid - A brief review,” *BioResources*, vol. 12, no. 3, pp. 6885–6901, 2017.
- [24] A. Komesu, J. Allan, R. De Oliveira, and S. Martins, “com Lactic Acid Production to Purification: A Review,” *BioResources*, no. 2, p. 4366, 2017.
- [25] A. Rocha and E. Toapanta, *PLAN DE NEGOCIOS PARA LA CREACIÓN DE UNA EMPRESA PRODUCTORA DE ÁCIDO LÁCTICO*. 2015.
- [26] Infojardin, “Inóculo.” [Online]. Available:
<https://www.infojardin.com/glosario/inflorescencia/inoculo.htm>.
- [27] Boletín agrario, “Biorreactor.” [Online]. Available: <https://boletinagrario.com/ap-6,biorreactor,1569.html>.
- [28] B. López, “Bacillus subtilis: características, morfología, enfermedades,” 2010. [Online]. Available: <https://www.lifeder.com/bacillus-subtilis/>.
- [29] P. Gilces and P. Veloz, “Estudio Del Uso De Los Nutrientes Para La Levadura En Fermentación Con El Propósito De Mejorar La Producción Del Alcohol Etílico,” p. 18, 2006.
- [30] V. F. Sanz Martínez, “Diseño de un fermentador para la obtención de biomoléculas,” p. 97, 2017.
- [31] C. Geankoplis, *Procesos de transporte y operaciones unitarias*, vol. 3. 1998.
- [32] Universidad de Salamanca, “Sección 1: clasificación y tipos de bombas,” *Univ.*

Zalamanca, <http://cidta.usal.es/Cursos/redes/modulos/Libros/unidad9/clasificacion.PDF>, pp. 1–14, 2013.

- [33] G. Towler and R. A. Y. Sinnott, *Chemical Engineering Design*. 2013.
- [34] V. Castillo, “Diseño y Calculo de un Agitador de Fluidos,” *Fac. Ingeniería Dep. ingeniería mecánica*, p. 37, 2013.
- [35] “Patent Method for production acid lactic .pdf.” 2001.
- [36] V. Heng, R. DiChiara, E. Chu, and D. Zorger, “Patent Application Publication (10) Pub . No .: US 2011 / 0104761 A1,” *US Patents*, vol. 1, no. 39, pp. 12–15, 2011.

8 ANEXOS

8.1 Anexo A – Metodologías

8.1.1 Objetivo específico 1: Definir el proceso de producción de ácido láctico a través de la fermentación de melaza tipo C por *B. subtilis*

A. Identificación de las diferentes alternativas para la producción de ácido láctico a partir de la fermentación de melaza tipo C por *B. subtilis*.

- i. Selección del mejor proceso para la producción de ácido láctico.
- ii. Selección de la materia prima.
- iii. Condiciones de operación de cada proceso.

B. Definición del proceso más factible con un caudal de producción correspondiente.

- i. Definir caudal de producción.
- ii. Identificar la demanda específica que se quiere cubrir
- iii. Identificar la unidad de producción que se quiere abordar.
- iv. Identificar la cantidad de materia prima a utilizar.

C. Balance de masa

- i. Realizar un diagrama de bloque.
- ii. Simbología de corrientes composición y caudales.
- iii. Reconocer las variables incógnitas y conocidas para un análisis de grados de libertad.
- iv. Establecer las ecuaciones de balance, basadas en las leyes de conservación de la masa y las especificaciones de diseño.
- v. Resolver algebraicamente para determinar las incógnitas y soluciones del proceso.

D. Generación de diagrama de flujo.

- i. Reconocer operaciones principales y auxiliares.
- ii. Hacer una lista de proceso.
- iii. Sistema de auxiliares necesarios.

8.1.2 Objetivo específico 2: Realizar la selección y dimensionamiento de los equipos

A. Dimensionamiento de los equipos de la planta.

i. Selección de los equipos.

- Determinar las operaciones unitarias del proceso.
- Determinar los equipos necesarios de cada operación unitaria.
- Determinar los materiales de cada equipo.
 - ◆ Se debe considerar un material que no se oxide, como es el acero inoxidable.

B. Dimensionar los equipos de cada operación unitaria.

i. Biorreactor de inóculo

- Se considera que el volumen del biorreactor es el 10% del volumen del biorreactor de fermentación
- Realizar el mismo procedimiento que para el biorreactor de fermentación para el cálculo de la agitación.

ii. Biorreactor de fermentación [7]

- Cálculo del volumen de fermentación mediante el valor de concentración de ácido láctico en la gráfica 1b.
- Para el cálculo del volumen físico se toma un factor de seguridad del 20%.
- Utilizar la siguiente relación para el cálculo del diámetro y altura.

$$D_t = \frac{2}{3}h$$

Donde D_t es el diámetro del tanque y h la altura.

- Con la relación anterior se reemplaza en la ecuación de volumen de un tanque

$$V_{físico} = \frac{\pi}{4}D_t^2h$$

- Para el biorreactor de fermentación se necesita calcular la agitación. [30]
- Con la siguiente ecuación se calcula el diámetro de agitación.

$$\frac{D_a}{D_t} = 0.333$$

Donde

D_a Diámetro de la agitación

D_t Diámetro del tanque

- Con el diámetro de agitación se calcula la altura de hoja de la turbina.

$$\frac{W}{D_a} = 0.2$$

- Anchura de la hoja de la turbina.

$$\frac{L}{D_a} = 0.25$$

- Distancia entre el agitador y la base del biorreactor.

$$\frac{C}{D_t} = 0.333$$

- Altura útil del agitador.

$$S = \frac{2 * D_t}{3}$$

- Para el motor se debe calcular primero el número de Reynolds.

$$Re = \frac{n * D_a^2 * \rho}{\mu}$$

- La potencia se obtiene con la siguiente ecuación.

$$P = KT * n^3 * D_a^5 * \rho$$

Donde

P: Potencia necesaria para la agitación

KT: constante

D_a: diámetro de la turbina [m]

ρ: densidad del líquido [$\frac{kg}{m^3}$]

El valor de *KT* se lo obtiene en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** según el tipo de impulsor.

Tabla A- 1. Constantes *KL* y *KT* para el cálculo de la potencia [34].

Tipo de impulsor	<i>KL</i>	<i>KT</i>
Hélice paso cuadrado, tres palas	41,0	0,32
Hélice paso de 2, tres palas	43,5	1,00
Turbina, seis palas planas	71,0	6,30
Turbina, seis palas curvas	70,0	4,80
Turbina de ventilador, seis palas	70,0	1,65
Turbina dos palas planas	36,5	1,70
Turbina cerrada, seis palas curvas	97,2	1,08

- Se calcula la dimensión de los deflectores. Con la siguiente relación se calcula el diámetro de los deflectores.

$$\frac{D_b}{D_t} = \frac{0.08}{1}$$

- Para la distancia de separación entre la pared del reactor y los deflectores se calcula con la siguiente relación.

$$\frac{f}{D_t} = 0.02$$

iii. Tanques de almacenamiento

- Se establece la capacidad de medio de inóculo y de fermentación que se va a almacenar.
- Se calcula el diámetro y la altura en base a la ecuación de un cilindro.

- Para el dimensionamiento se debe considerar un 20% más en la altura del tanque por motivos de seguridad.
- Se calcula el espesor de la pared.

$$tw = \frac{Pi * Di}{2SE - 1.2Pi} + 2 \text{ mm}$$

Donde: S es el esfuerzo máximo permisible, tw es el espesor de la pared, Di es el diámetro interno del tanque, Pi es la presión interna del tanque y E es la efectividad de la soldadura.

- Se calcula la masa del tanque.

$$m = \pi * D * L * tw * \rho$$

Donde: D es el diámetro del tanque, L es la longitud del tanque, tw es el espesor de pared y ρ es la densidad del acero inoxidable.

- Se calcula el espesor de pared para los terminales del taque, en este caso van a ser terminales planas.

$$tw = De \sqrt{\frac{CPi}{SE}}$$

Donde: De es el diámetro interno, C es una constante 0.1, Pi presión interna, S es el esfuerzo máximo permisible, E es la efectividad de soldadura.

- Se calcula la masa de los terminales.

$$m = \pi * D^2 * tw * \rho$$

Donde: D es el diámetro del tanque, tw es el espesor de pared y ρ es la densidad del acero inoxidable.

- Se suma las masas para obtener la masa total del tanque.

iv. Bombas

- Estables el flujo másico de entrada mediante el balance de masa.

- Definir el tipo de bomba a utilizar por el componente a transportar.
- A partir del flujo másico y la densidad se calcula el flujo volumétrico.

$$\rho = \frac{m}{V}$$

- Se calcula la potencia.

$$Potencia = h_A \gamma_A V$$

Donde h_A es la altura, γ_A es el peso específico y V es el volumen.

- Buscar en Alibaba un equipo correspondiente a la capacidad.

v. Tanque de precipitación

- Establecer el flujo másico de entrada mediante el balance de masa.
- Con la densidad del fluido se calcula el caudal volumétrico.
- Con el tiempo de residencia del tanque de precipitación se calcula el volumen.
- Para el volumen físico del tanque se toma un factor de seguridad del 20%.
- Se utiliza la misma relación de diámetro altura que en el biorreactor de fermentación.
- Con la ecuación de volumen del biorreactor de fermentación se calcula el volumen del tanque.

vi. Reactor de blanqueamiento

- Establecer el flujo másico de entrada mediante el balance de masa.

- Realizar el mismo procedimiento que en el tanque de precipitación.

vii. Filtros

- Establecer el flujo de entrada mediante el balance de masa.
- Definir el tipo de filtrado para desechar los componentes no deseados según el tamaño de partícula.
- Buscar en Alibaba un equipo correspondiente a la capacidad.

viii. Evaporador-cristalizador

- Establecer el flujo de entrada mediante el balance de masa.
- Con la fracción másica y el calor específico de cada compuesto se calcula el calor añadido con la siguiente ecuación.

$$Q = cm\Delta T$$

Donde c es el calor específico, m es la fracción másica y ΔT es el cambio de temperatura.

- Buscar en Alibaba un equipo correspondiente.

ix. Evaporador

- Estables el flujo de entrada mediante en balance de masa.
- Realizar el mismo procedimiento que en el evaporador-cristalizador.
- Buscar en Alibaba un equipo correspondiente.

8.1.3 Objetivo específico 3: Determinar la factibilidad económica de la planta

A. Determinar el costo de cada equipo.

- Con las capacidades obtenidas por el dimensionamiento de cada equipo buscar empresas que fabriquen los equipos del proceso y estableces sus costos de venta.

B. Realizar la estimación de costos según los factores de Lang. [33]

- i. Se utiliza la formula $C = F \sum Ce$.
- ii. Determinar el factor de Lang según el procesamiento.
 - F=3 Procesamiento sólido.
 - F=5 Procesamiento fluidos.
 - F=4 Procesamiento mixto.
- iii. Obtener el costo de cada equipo con: $Ce = a + bs^n$.
- iv. Sumar el costo de cada equipo y multiplicar con el factor de Lang.

C. Realizar la estimación de costos según los factores de Hand.

- i. Determinar la capacidad de cada equipo.
- ii. Obtener el costo de cada equipo con: $Ce = a + bs^n$.
- iii. Tomar en cuenta el factor de material.
- iv. Tomar en cuenta el factor de instalación de Hand dependiendo del tipo del equipo.
- v. Para obtener el costo total de cada equipo se debe multiplicar el costo por el factor de material y el factor de Lang.
- vi. Sumar el costo de cada equipo para obtener el costo total de la planta.

D. Realizar la estimación de costos según el método factorial detallado.

- i. Determinar la capacidad de cada equipo.
- ii. Obtener el costo de cada equipo con $Ce = a + bs^n$.
- iii. Tomar en cuenta el factor de material.
- iv. Determinar el tipo de procesamiento si es líquido, sólido o mixto.
- v. Determinar los valores de los factores de: tuberías, montado de quipo, eléctrico, civil, instrumento de control y aislamiento.

vi. Para obtener el costo total de cada equipo multiplicar el costo por el factor de material y los factores de instalación de cada equipo.

- Fórmula para obtener el costo de la planta.

$$C = \sum Ce [(1 + f_p)f_m + (f_{er} + f_{el} + f_i + f_s + f_l)]$$

vii. Para determinar el costo total de la planta se debe sumar el costo de cada equipo.

E. Con el costo total de la planta obtenido con el método factorial detallado se obtiene el costo ISBL.

F. El costo OSBL se obtiene del 40% del ISBL.

G. El costo del gasto de imprevisto es el 10% del (ISBL+OSBL).

H. El costo del capital de trabajo es el 5% del capital fijo que es ISBL+OSBL.

I. Obtener el costo de producción.

i. Obtener el costo de producción variable considerando el costo de materia prima, servicios de agua potable y de electricidad, transporte y envasado del producto final.

ii. Obtener el costo de producción fijo, se toma en cuenta:

- Labor operación.
- Supervisión que es el 25% costo de operación + administración.
- Gastos salariales que es el 50% costo de operación + administración.
- Mantenimiento que es 3 – 5% ISBL.
- Impuestos sobre la propiedad que el 1 – 2% ISBL.
- Alquiler de tierra que es 1 – 2% ISBL + OSBL.
- Gastos generales que es el 65% costo operación + administración.
- Gastos medio ambientales que es el 1% ISBL + OSBL.

- Costo por licencia de funcionamiento.
- Gastos del capital que es el pago de intereses por préstamos.

J. Obtener los ingresos de la planta.

- i. Obtener el margen del producto bruto que es la suma de los ingresos por la venta del producto.
- ii. Obtener el costo en efectivo por producción que es la suma del costo variable y el costo fijo.
- iii. Obtener el beneficio bruto que es el ingreso por venta del producto principal – costo en efectivo de producción.
- iv. Obtener el beneficio neto que es el beneficio bruto – impuestos.

K. Realizar el análisis de recuperación del capital.



- i. Con el costo de inversión total de planta obtener el tiempo de recuperación del capital con la siguiente formula:

$$T. recuperación = \frac{\textit{inversión inicial total}}{\textit{flujo de caja neto anual promedio}}$$

- ii. Con el tiempo de recuperación se puede observar desde que año se puede obtener una ganancia total por el producto.
- iii. Determinar si el proyecto es viable o no.

8.2 Anexo B - Marco legal

8.2.1 Patentes

(19) World Intellectual Property Organization International Bureau			
(43) International Publication Date 6 December 2001 (06.12.2001)		PCT	(10) International Publication Number WO 01/92555 A1
(51) International Patent Classification: B01D 61/00	C12P 7/56	(81) Designated States (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, EE, EG, ES, FI, FR, GB, GR, GU, HK, IL, IN, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MW, MX, MY, NZ, OL, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, RU, RW, SD, SE, SG, SI, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TD, TH, TJ, TM, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.	
(21) International Application Number:	PCT/DK01/00375	(84) Designated States (regional): ARIPO patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), Eurasian patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), European patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LI, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).	
(22) International Filing Date:	30 May 2001 (30.05.2001)	Published: — with international search report — before the expiration of the time limit for amending the claims and to be republished in the event of receipt of amendments	
(25) Filing Language:	English	For two-letter codes and other abbreviations, refer to the "Guidance Notes on Codes and Abbreviations" appearing at the beginning of each regular issue of the PCT Gazette.	
(26) Publication Language:	English		
(30) Priority Data: PA 2000 00851	30 May 2000 (30.05.2000)	DK	
(71) Applicant (for all designated States except US): BIOSCAN A/S [DK/DK]; Tagtækkervej 5, DK-5230 Odense M (DK).			
(72) Inventors; and (75) Inventors/Applicants (for US only): NORDDAHL, Birgir [DK/DK]; Rudmevej 38, Herringe, DK-5750 Ringe (DK). ERIKSEN, Soren [DK/DK]; Møllevej 12, DK-5260 Odense S (DK). PEDERSEN, Frederik, Møller [DK/DK]; Bjørnvevangen 21, DK-5260 Odense S (DK).			
(74) Agent: PLOUGMANN, VINGTOFT & PARTNERS A/S; Sankt Anne Plads 11, P.O. Box 3007, DK-1021 Copenhagen K (DK).			

5 A1

(54) Title: METHOD FOR PRODUCING LACTIC ACID

Figura A - 1. Patente de la producción de ácido láctico [35].


	
US 20110319660A1	
(19) United States	(10) Pub. No.: US 2011/0319660 A1
(12) Patent Application Publication	(43) Pub. Date: Dec. 29, 2011
Coszach et al.	
(54) METHOD OF PURIFYING LACTIC ACID BY CRYSTALLIZATION	(30) Foreign Application Priority Data Dec. 24, 2008 (BE) 2008/0702
(75) Inventors: Philippe Coszach, Courcelles (BE); Jean-Christophe Bogaert, Ligne (BE); Pierre-Antoine Mariage, Pipaix (BE); Angelo Chianese, Rome (IT); Maria-Paola Parisi, Rome (IT)	Publication Classification (51) Int. Cl. C07C 51/43 (2006.01) (52) U.S. Cl. 562/580
(73) Assignee: Galactic SA, Escanaffles (BE)	(57) ABSTRACT
(21) Appl. No.: 13/141,920	Method for purifying lactic acid by crystallisation in one or a plurality of steps, characterised in that crystals are formed from an impure aqueous lactic acid solution having a colour of >500 Hazen, at a concentration between 85 and 95% by controlling the lactic acid oligomer content expressed in terms of a relative monomer content greater than 80% and controlling the degree of supersaturation of the solution between 1 and 60% in order to obtain lactic acid crystals having a specific surface area by mass of <0.05 m ² /g.
(22) PCT Filed: Nov. 18, 2009	
(86) PCT No.: PCT/EP2009/065385	
§ 371 (c)(1), (2), (4) Date: Sep. 13, 2011	

Figura A - 2. Patente de purificación por cristalización de ácido láctico [36].

8.2.2 Leyes

- Constitución de la República del Ecuador, publicada en el R.O. No 449 - Octubre 20, 2008.
- Codificación de la Ley de Gestión Ambiental, publicada en el R.O. No 418 – Septiembre 10, 2004.
- Acuerdo Ministerial 103 (Instructivo al Reglamento de los Mecanismo de Participación Social establecido en el Decreto ejecutivo No.1040 Registro Oficial No.332 del 8/05/2008), Registro Oficial No. 36 Noviembre, 2015
- Acuerdo Ministerial 069(Instructivo para la calificación y registro de consultores ambientales a nivel nacional), Registro Oficial No. 36- Julio 15, 2013.
- Acuerdo Ministerial 061 (Derogatoria al catálogo de Categorización Ambiental Nacional según AM 068 y 006. Adicionalmente suprime los Anexos: I, II, III, IV y los Anexos 1, 2, 3,4 del Acuerdo Ministerial 068, sustituyéndolos por los incluidos en esta reforma. R.O. Mayo 6 del 2015.
- Acuerdo Ministerial 026 (Procedimiento para Registro de Generadores de desechos peligrosos, gestión de desechos peligrosos previo al licenciamiento ambiental, y para el transporte de materiales peligrosos) Registro Oficial No 334 – Mayo 12, 2008.
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2-266:2013, “Transporte, almacenamiento, manejo de productos peligrosos”
- Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-ISO 3864-1:2013 2013-05 “Símbolos Gráficos, Colores de Seguridad y Señales de Seguridad.
- Ley de Gestión Ambiental. Ley N° 37, Registro Oficial No 245, 30 de Julio de 1999.
- Ley de Recursos Hídricos. Usos y aprovechamiento del agua. Registro Oficial No 335 del 06 de agosto del 2014.

- Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre, Registro Oficial No. 418 – Septiembre 10, 2004
- Ley Orgánica de Salud, Registro Oficial No 423 – Diciembre 22 del 2006.
- Decreto Ejecutivo 1040 (Reglamento de aplicación de los mecanismos de Participación Social establecidos en la Ley de Gestión Ambiental), Registro Oficial No 332 – Mayo 8, 2008.
- Texto Unificado de Legislación Secundaria Ambiental. TULSMA Registro Oficial No 725, 31 de marzo del 2003.
- Decreto Ejecutivo 1215 (Reglamento Sustitutivo al Reglamento Ambiental de las Operaciones Hidrocarburíferas del Ecuador), Registro Oficial No. 265 – Febrero 13, 2001
- Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo. Decreto 2393 del Ministerio de Relaciones Laborales.
- Reglamento general del Seguro de Riesgos de Trabajo, Resolución No C.D. 390 del Consejo Superior del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social de noviembre 10 del 2011.
- Resolución 957: Reglamento del Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo, septiembre 2005.

8.3 Anexo C – Cálculos y resultados

8.3.1 Pérdidas de masa en operaciones unitarias

Tabla A- 2. Pérdidas de masa en las operaciones unitarias seleccionadas.

Operación unitaria	% de pérdida en masa	Método de cálculo
Biorreactores	5	Teórica
Filtro	4	Teórica
Tanque de precipitación	5	Teórica
Evaporador	3	Teórica
Reactor de blanqueamiento	5	Teórica

8.3.2 Dimensionamiento biorreactor de inóculo

Tabla A- 3. Cálculos del dimensionamiento del biorreactor de inóculo.

Biorreactor inóculo	Dimensión
Volumen físico %20 (m^3)	0.04
h (m)	0.50
Dt (m)	0.33
Aspas	
Tipo de aspas	Rushton turbine 6-blade
Potencia del mezclado (kW)	0.01
Deflectores	
Da (m)	0.11
W (m) altura de la hoja	0.02
L (m) anchura de la hoja	0.03
Motor	
P Potencia real con un rendimiento del 70% (W)	0.18

8.3.3 Dimensionamiento biorreactor de inóculo

Tabla A- 4. Cálculos del dimensionamiento del biorreactor de fermentación.

Biorreactor fermentación	Dimensión
Volumen físico %20 (m^3)	0.44
h (m)	1.08
Dt (m)	0.72
Aspas	
Tipo de aspas	Rushton turbine 6-blade
Potencia del mezclado (kW)	0.66
Deflectores	
Da (m)	0.24
W (m) altura de la hoja	0.05
L (m) anchura de la hoja	0.06
Motor	
P Potencia real con un rendimiento del 70% (W)	8.13

8.3.4 Dimensionamiento del tanque de precipitación

Tabla A- 5. Cálculos del dimensionamiento del tanque de precipitación.

Tanque de precipitación	Datos
Caudal másico de Ac. Lact+imp+hidroxido de calcio	70.94
Densidad	100
Caudal volumétrico de Ac. Lact+imp+hidroxido de calcio	0.71
Tiempo de residencia (h)	19
Tiempo de residencia (dia)	0.79
Volumen (m^3)	0.56
Volumen físico %20 (m^3)	0.67
h (m)	1.25
D (m)	0.83

8.3.5 Dimensionamiento del reactor de blanqueamiento

Tabla A- 6. Cálculos del dimensionamiento del reactor de blanqueamiento.

Reactor de blanqueamiento	Datos
Flujo masico (kg/dia)	74.21
densidad	50
Flujo volumetrico (m ³ /dia)	1.48
tiempo de residencia (h)	8
tiempo de residencia (dia)	0.33
Volumen (m ³)	0.49
Volumen físico %20 (m ³)	0.59
h (m)	1.19
D (m)	0.80

8.3.6 Dimensionamiento de las bombas

Tabla A- 7. Cálculos del dimensionamiento de las bombas.

Bomba B-01	Datos
Fluido	Caldo de fermentación
Densidad (kg/m ³)	1400
gravedad	9.81
peso especifico	13734
altura	0.208
flujo volumetrico (m ³ /día)	0.002
Potencia (kW)	6.285
Potencia (HP)	8.429
Bomba B-02	Datos
Fluido	Lactato de calcio
Densidad (kg/m ³)	500
gravedad	9.81
peso especifico	4905
altura	0.602
flujo volumetrico (m ³ /día)	0.006
Potencia (kW)	16.614
Potencia (HP)	22.279
Bomba B-03	Datos
Fluido	ac. Sulfurico (98%)
Densidad (kg/m ³)	1840
gravedad	9.81
peso especifico	18050.4
altura	0.156
flujo volumetrico (m ³ /día)	0.003
Potencia (kW)	7.174
Potencia (HP)	9.621

Bomba B-04	Datos
Fluido	ácido láctico concentrado
Densidad (kg/m^3)	1029
gravedad	9.81
peso especifico	10094.5
altura	0.287
flujo volumetrico ($m^3/día$)	0.004
Potencia (kW)	11.073
Potencia (HP)	14.849

8.3.7 Dimensionamiento de filtros

Tabla A- 8. Cálculos del dimensionamiento de los filtros.

F-01	Datos
Caudal masico (kg/día)	73.77
Densidad (kg/m^3)	1400
Caudal volumetrico ($m^3/día$)	0.05
F-02	Datos
Caudal masico (kg/día)	67.56
Densidad (kg/m^3)	500
Caudal volumetrico ($m^3/día$)	0.14
F-03	Datos
Caudal masico (kg/d)	94.33
Densidad (kg/m^3)	1029
Caudal volumetrico	0.09
F-04	Datos
Caudal masico (kg/d)	57.76
Densidad (kg/m^3)	1029
Caudal volumetrico	0.06

8.3.8 Dimensionamiento del evaporador-cristalizador

Tabla A- 9. Cálculos del dimensionamiento del evaporador-cristalizador.

Evaporador-cristalizador	Datos
Delta T (k)	40
Q (BTU/h)	1.97
U	0.2
A (m)	0.25

8.3.9 Dimensionamiento del evaporador.

Tabla A- 10. Cálculos del dimensionamiento del evaporador.

Evaporador	Datos
Delta T (k)	40
Q (BTU/h)	4.81
U	0.2
A (m)	0.60

8.3.10 Dimensionamiento de los tanques de almacenamiento

Tabla A- 11. Cálculos del dimensionamiento de los tanques de almacenamiento.

Tanque de almacenamiento medio de inóculo	Dimensión
Volumen físico %20 (m^3)	0.67
h (m)	1.24
D (m)	0.83
Espesor de la pared	
tw final (m)	0.002
Dinterno (m)	0.83
Masa del cilindro	
mcil (kg)	0.007
Masa tapa	
mcil (kg)	36.00
Tanque de almacenamiento medio de fermentación	Dimensión
Volumen físico %20 (m^3)	0.87
h (m)	1.35
D (m)	0.90
Espesor de la pared	
tw final (m)	0.002
Dinterno (m)	0.90
Masa del cilindro	
mcil (kg)	0.008
Masa tapa	
mcil (kg)	42.78
Tanque de almacenamiento ácido sulfúrico	Dimensión
Volumen físico %20 (m^3)	0.15
h (m)	0.76
D (m)	0.51
Espesor de la pared	
tw final (m)	0.002
Dinterno (m)	0.50
Masa del cilindro	
mcil (kg)	0.003
Masa tapa	
mcil (kg)	1.61

8.4 Anexo D – Cotizaciones Equipos

8.4.1 Bomba de doble diafragma.

En base a la metodología detallada en bombas del 8.1, se muestra la cotización del equipo con sus especificaciones.

BOMBA HUSKY 307

Bomba estándar Husky 307 AC de 3/8 "(9,52 mm) NPT, sección central de PP, asientos de CA, bolas BN y diafragma BN

La bomba de diafragma accionada por aire Husky 307 presenta una válvula de aire de baja pulsación libre de pérdida que proporciona un cambio suave y rápido.

CARACTERÍSTICAS La bomba de diafragma accionada por aire Husky 307 presenta una válvula de aire de baja pulsación libre de pérdida que proporciona un cambio suave y rápido.

Las aplicaciones típicas incluyen transferencia y evacuación de aceite, distribución y transferencia de combustible, distribución de solución de lavado de parabrisas y distribución de agua y anticongelante. Algunos modelos aprobados por UL para su uso en el bombeo de gasolina y mezclas de gasolina / alcohol de hasta 10% de etanol, combustible diesel, aceite combustible y aceite lubricante.


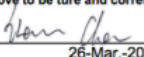


- Diseño de montaje y desmontaje rápido y fácil
- Válvulas de aire y controles de bola fáciles de mantener
- Funciona con tan solo 20 psi (1,4 bar, 0,14 MPa)
- Opción de múltiple dividido para bombear múltiples fluidos sin mezclar
- Cada bomba se prueba antes del envío
- Puerto final de 3/8 pulg. (9,52 mm)
- Entrega hasta 7 gpm (26.5 lpm)
- Válvulas de aire y comprobaciones de bola fáciles de mantener

ITEM	DESCRIPCION	CANT.	VALOR UNIT.	TOTAL
1	BOMBA DOBLE DIAFRAGMA 307	1	776,55	776,55
				MAS IVA

8.4.2 Filtro de prensa.

En base a la metodología detallada en filtros del 8.1, se muestra la cotización del equipo con sus especificaciones.


ITEM NO.		PRODUCT	DESCRIPTION	QTY. (Pcs.)	UNIT PRICE	TAX	TOTAL AMOUNT
			Plate:PP material cloth:Polyester Frame:Channel steel Plate size: 500*500mm Plate Quantity:13pcs Volume: 62.5L / batch (time) Overall size:1100*750*1000mm Bottom size:1263mm Automatic Hydraulic + manual discharge solid waste (Include 621 Filter Cloth /set) Power:380V 1.5KW	1	\$2,100	\$0	\$2,100
						Shipping Cost	USD \$385
						Total Cost	USD \$2,485
PAYMENT TERM:30% DEPOSIT,70% BEFORE SHIPMENT.							
TERMS OF SALES & OTHER COMMENTS							
Trade Term: CIF Guayaquil Lead time:10 days after deposit Package: Export wooden packing						30% DEPOSIT \$745.50 70% Balance \$1,739.50	
						TOTAL	\$2,485.00
						CURRENCY	USD
ADDITIONAL DETAILS							
COUNTRY OF ORIGIN: CHINA							
I certify the above to be true and correct to be the best of my knowledge							
 26-Mar.-2020							
SANTAI Environmental Protection Technology Limited							

Proforma Invoice

SANTAI Environmental Protection Technology Limited
 Santai Environment Industry 1st Floor, Tnglian Road, Gushu,Xixiang,Baoan,Shenzhen.
 Tel:0755-81773681 Fax:0755-81773682
 E-mail:elena@sztbh.com
 Skype:elena-9035

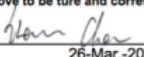
DATE: 26-Mar.-2020
 SANTAI PI#:
 CUSTOMER PO#:
 HS CODE: 8421291090

CUSTOMER	SHIP TO	SHIPPING DETAIL
	TBA (To Be Approved)	TRADE TERM: CIF Guayaquil Est. Date: TBA Est. Gross Weight: TBA Est. Volume: TBA Est. Carton Size: TBA

ITEM NO.	PRODUCT	DESCRIPTION	QTY. (Pcs.)	UNIT PRICE	TAX	TOTAL AMOUNT	
		Plate:PP material cloth:Polyester Frame:Channel steel Plate size: 500*500mm Plate Quantity:13pcs Volume: 62.5L / batch (time) Overall size:1100*750*1000mm Bottom size:1263mm Automatic Hydraulic + manual discharge solid waste (Include 621 Filter Cloth /set) Power:380V 1.5KW	1	\$2,100	\$0	\$2,100	
						Shipping Cost	USD \$385
						Total Cost	USD \$2,485

PAYMENT TERM:30% DEPOSIT,70% BEFORE SHIPMENT.

TERMS OF SALES & OTHER COMMENTS	
Trade Term: CIF Guayaquil Lead time:10 days after deposit Package: Export wooden packing	30% DEPOSIT \$745.50 70% Balance \$1,739.50
	TOTAL \$2,485.00
	CURRENCY USD

ADDITIONAL DETAILS
 COUNTRY OF ORIGIN: CHINA
 I certify the above to be true and correct to be the best of my knowledge

 26-Mar.-2020
SANTAI Environmental Protection Technology Limited

8.5 Anexo E – Cálculos del análisis económico

8.5.1 Método de Lang

Tabla A- 12. Resumen de costo Lang.

Metodo de Lang						
Equipo	Cantidad	Componentes	Capacidad	Unidades	Costo (\$)	Total
Tanques de almacenamiento	3	-	0.38	m ³	6055.587559	18913.73876
			0.42	m ³	6081.392847	
			1.85	m ³	6776.758354	
Biorreactores	2	Reactor Inóculo	0.04	m ³	15717.77377	50232.97039
		Aspa	0.01	kW	4364.045563	
		Motor	1.75E-04	kW	921.4076033	
		Reactor fermentación	0.44	m ³	22609.26285	
		Aspa	0.66	kW	5679.819817	
		Motor	0.01	kW	940.6607913	
Filtros	4	-	0.053	m ³	88396.05195	365388.5567
			0.135	m ³	95849.56913	
			0.092	m ³	92349.65878	
			0.056	m ³	88793.27684	
Tanque precipitador	1	-	0.56159	m ³	6167.400807	6167.400807
Evaporador-cristalizador	1	-	0.246051362	m ²	-6168.562279	-6168.562279
Reactor de blanqueamiento	1	-	0.49	m ³	23410.15225	
Evaporador	1	-	0.600625	m ²	-4650.635495	-4650.635495
Bombas	4	Bomba	2.54E-05	L/s	3300	28956
		Motor	6.285470373	kW	3093	
		Bomba	6.52E-05	L/s	3300	
		Motor	16.61365769	kW	5210	
		Bomba	2.95E-05	L/s	3300	
		Motor	7.174175256	kW	3303	
		Bomba	4.42E-05	L/s	3300	
		Motor	11.07324974	kW	4150	
					C.T. LANG	\$444,596.29

8.5.2 Método de Hand

Tabla A- 13. Resumen de costos Hand.

Metodo de Hand								
Equipo	Cantidad	Componentes	Costo (\$)	Factor de material	Instalación	Factor de Hand	Costo Hand	
Tanques de almacenamiento	3	-	6055.587559	1.3	NO	2	15744.52765	
			6081.392847	1.3	NO	2	15811.6214	
			6776.758354	1.3	NO	2	17619.57172	
Biorreactores	2	Reactor Inóculo	15717.77377	1.3	SI	2	40866.21181	
		Aspa	4364.045563	1.3	NO		4364.045563	
		Motor	921.4076033	1.3	NO		921.4076033	
		Reactor fermentación	22609.26285	1.3	SI	2	58784.0834	
		Aspa	5679.819817	1.3	NO		5679.819817	
		Motor	940.6607913	1.3	NO		940.6607913	
Filtros	4	-	88396.05195	1.3	SI	2	229829.7351	
			95849.56913	1.3	SI	2	249208.8797	
			92349.65878	1.3	SI	2	240109.1128	
			88793.27684	1.3	SI	2	230862.5198	
Tanque precipitador	1	-	6167.400807	1.3	SI	2	16035.2421	
Evaporador-cristalizador	1	-	-6168.562279	1.3	SI	4	-32076.52385	
Reactor de blanqueamiento	1	-	23410.15225	1.3	SI	2	60866.39586	
Evaporador	1	-	-4650.635495	1.3	SI	4	-24183.30458	
Bombas	4	Bomba	3300.000147	1.3	NO	4	17160.00076	
		Motor	3092.63964	1.3	NO		3092.63964	
		Bomba	3300.000455	1.3	NO	4	17160.00237	
		Motor	5210.193998	1.3	NO		5210.193998	
		Bomba	3300.000175	1.3	NO	4	17160.00091	
		Motor	3303.370928	1.3	NO		3303.370928	
		Bomba	3300.000286	1.3	NO	4	17160.00149	
		Motor	4149.563415	1.3	NO		4149.563415	
							C.T. hand	\$1,215,779.78

8.5.3 Método factorial detallado

Tabla A- 14. Resumen de costos MFD.

Metodo factorial detallado						
Equipos con material e instalación con SS 304						
Equipo	Cantidad	Componentes	Costo (\$)	Costo MFD		
Biorreactores	2	Reactor Inóculo	15717.77377	57841.40748		
		Aspa	4364.04563	16059.68767		
		Motor	921.4076033	3390.77998		
		Reactor fermentación	22609.26285	83202.08727		
		Aspa	5679.819817	20901.73693		
		Motor	940.6607913	3461.631712		
Filtros	4	-	88396.05195	325297.4712		
		-	95849.56913	352726.4144		
		-	92349.65878	339846.7443		
		-	88793.27684	326759.2588		
Tanque precipitador	1	-	6167.400807	22696.03497		
Evaporador-cristalizador	1	-	-6168.562279	-22700.30919		
Reactor de blanqueamiento	1	-	23410.15225	86149.36029		
Evaporador	1	-	-4650.633495	-17114.33862		
			C.T. Factorial detallado	\$1,598,517.97		
Equipo solo instalación						
Equipo	Cantidad	Componentes	Costo (\$)	Costo MFD		
Bombas	4	Bomba	3300.000147	10560.00047		
		Motor	3092.63964	9896.446847		
		Bomba	3300.000455	10560.00146		
		Motor	5210.193998	16672.62079		
		Bomba	3300.000175	10560.00056		
		Motor	3303.370928	10570.78697		
		Bomba	3300.000286	10560.00091		
		Motor	4149.563415	13278.60293		
					C.T. Factorial detallado	\$92,658.46
		Equipos solo material				
Equipo	Cantidad	Componentes	Costo (\$)	Costo MFD		
Tanques de almacenamiento	3	-	6055.587559	17561.20392		
		-	6081.392847	17636.03926		
		-	6776.758354	19652.59923		
			C.T. Factorial detallado	\$54,849.84		

8.5.4 Capital fijo

Tabla A- 15. Inversión de capital fijo.

Inversión del capital fijo		
Costo	Valor (USD \$)	
Costo ISBL	1,746,026.27	
Costo OSBL	698,410.51	40% del ISBL
Costo Ingeniería	733,331.03	30% del ISBL + OSBL
Gastos por imprevistos	244,443.68	10% del ISBL + OSBL
Total	3,422,211.49	

8.5.5 Capital de trabajo

Tabla A- 16. Inversión de capital de trabajo.

Inversión del capital de trabajo		
Costo	Valor (USD \$)	
Valor materias primas	149	Costo de MP/2 semanas
Valor de inventario	6,142	(COP fijo+var)/2 semanas
Efectivo en Caja	3,071	Costo de prod 1 sen
Cuentas a Cobrar	13,307	Costo de prod 1 me
Créditos Cuentas Pendientes	1,259	Costo MP. 1 mes
Inventario Repuestos	2,444	1% (ISBL+OSBL)
Total	26,372	

8.5.6 Costo de materias primas

Tabla A- 17. Costo de materias primas anual.

	Materia Prima	Proveedor	Cantidad anual	Costo Anual (\$)
Medio inóculo	Glucosa	Relubquim	6.72	7.06
	Martona	Alibaba	10.08	14.65
	(NH4)2SO4	Novachem	2.02	210.91
	KH2PO4	Alibaba	0.50	1.51
	K2HPO4	Alibaba	0.50	2.52
Solución de micronutrientes	MgCl2	Novachem	0.01	0.31
	MgSO4·7H2O	Novachem	0.03	0.85
	MgO	casa de los quimic	3.61	7.95
	CaCO3	Relubquim	0.67	0.11
	FeSO4·7H2O	Novachem	1.51	67.10
	ZnSO4·7H2O	Alibaba	0.48	0.05
	MnSO4·7H2O	Alibaba	0.38	0.00
Medio fermentación	CuSO4·5H2O	Novachem	0.08	4.93
	CoSO4·H2O	Alibaba	0.09	0.19
	H3BO3	Novachem	0.02	0.85
	HCl concentrado	Novachem	17.24	232.70
	B. subtilis MUR1	Alibaba	18.55	0.13
	Peptona	Novachem	1.68	0.84
	Agar Agar	Novachem	5.04	379.92
	Extracto de levadura	Novachem	1.01	4.03
	Melaza tipo C	Ingenios azucareros	1818.06	50.91
	Hidroxido de calcio	casa de los quimic	981.62	981.62
Acido sulfurico	Novachem	18877.26	329294.84	
Carbón activado	Relubquim	4175.67	1670.27	

8.5.7 Valor de producto

Tabla A-18. Precio de venta del producto.

Precio de venta	
Diario	\$ 21.00

8.5.8 Ingresos

Tabla A- 19. Resumen de cálculos ingresos.

Ingresos			
Margen prod. Bruto	Ingreso venta pro - costo MP		
Ingreso venta Prod	342,733.44	\$año	
Costo MP	3,572.60	\$año	
Margen producción bruto	339,160.84	\$año	
Costos efectivo prod.	costos vari + costos fij		Ingr
Costos efectivo producción (CCC)	159,684.11	\$año	Margen produc
Beneficio Bruto	Ingreso venta pro - costo efectivo prod		Costos efectivo
Beneficio Bruto	183,049.33	\$año	Beneficio Bruto
Beneficio Neto	Beneficio - impuesto		Beneficio Neto
Beneficio Neto	183,049.21	\$año	Tiempo de recu
Tiempo de recuperación del capital			
		inversión inicial total - flujo de caja neto anual	
		cap dijo + cap trab	
Tiempo de recuperación del capi	4.93	años	

Tabla A- 20. Resumen análisis económico teórico.

Resumen	SUSD
ISBL	1,746,026.27
Capital de trabajo	26,372
Capital fijo	3,422,211.49
Costo de Materias Primas anual	3,572.60
Beneficio Neto	183,049.21
Ingreso Venta de productos anual	342,733.44
Años de recuperación	4.93


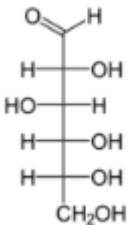

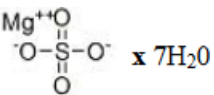

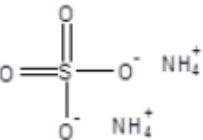
Tabla A- 21. Resumen Análisis económico en base a cotizaciones.


Cotizaciones	
Resumen	SUSD
ISBL	150,433.14
Capital de trabajo	25,224
Capital fijo	34,532.05
Costo de Materias Primas anual	3,572.60
Beneficio Neto	306,973.10
Ingreso Venta de productos anual	342,733.44
Años de recuperación	2

8.6 Anexo F – Fichas de seguridad de las materias primas

8.6.1 Medio inóculo




Tabla A- 22. Ficha de seguridad medio de inóculo.


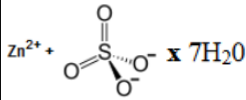

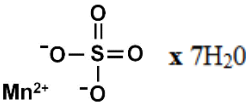

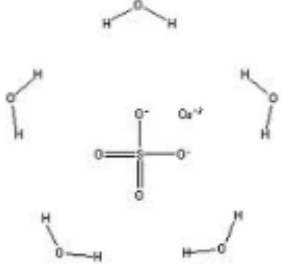

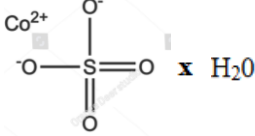
Nombre	Medio inóculo										
Componentes	Glucosa	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	K_2HPO_4								
	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	KH_2PO_4	MgCl_2								
Equipo en el que se utiliza	Biorreactor inóculo										
Tabla de seguridad											
Glucosa											
Número CAS:	50-99-7	Sistema de calificación:									
Fórmula Química:	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$	NFPA (Escala 0-4):									
Estructura química:											
		HMIS (Escala 0-4):									
		<table border="1"> <tr><td>SALUD</td><td>1</td></tr> <tr><td>INFLAMABILIDAD</td><td>0</td></tr> <tr><td>PELIGRO FÍSICO</td><td>0</td></tr> <tr><td>PROTECCIÓN PERSONAL</td><td>B</td></tr> </table>		SALUD	1	INFLAMABILIDAD	0	PELIGRO FÍSICO	0	PROTECCIÓN PERSONAL	B
SALUD	1										
INFLAMABILIDAD	0										
PELIGRO FÍSICO	0										
PROTECCIÓN PERSONAL	B										
Sulfato de magnesio heptahidratado											
Número CAS:	10034-99-8	Sistema de calificación:									
Fórmula Química:	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	NFPA (Escala 0-4):									
Estructura química:											
		HMIS (Escala 0-4):									
		<table border="1"> <tr><td>SALUD</td><td>1</td></tr> <tr><td>INFLAMABILIDAD</td><td>0</td></tr> <tr><td>REACTIVIDAD</td><td>0</td></tr> </table>		SALUD	1	INFLAMABILIDAD	0	REACTIVIDAD	0		
SALUD	1										
INFLAMABILIDAD	0										
REACTIVIDAD	0										
Sulfato de amonio											
Número CAS:	7783-20-2	Sistema de calificación:									
Fórmula Química:	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	NFPA (Escala 0-4):									
Estructura química:											
		HMIS (Escala 0-4):									
		<table border="1"> <tr><td>SALUD</td><td>2</td></tr> <tr><td>INFLAMABILIDAD</td><td>1</td></tr> <tr><td>REACTIVIDAD</td><td>0</td></tr> <tr><td>PROTECCIÓN PERSONAL</td><td>E</td></tr> </table>		SALUD	2	INFLAMABILIDAD	1	REACTIVIDAD	0	PROTECCIÓN PERSONAL	E
SALUD	2										
INFLAMABILIDAD	1										
REACTIVIDAD	0										
PROTECCIÓN PERSONAL	E										

Fosfato diácido de potasio			
Número CAS:	7778-77-0	Sistema de calificación:	
Fórmula Química:	KH_2PO_4	NFPA (Escala 0-4):	
Estructura química:	$\text{K}^+ \text{O}^- \text{P} \begin{matrix} \text{OH} \\ \\ \text{OH} \\ \\ \text{O} \end{matrix}$		
		SALUD	1
		INFLAMABILIDAD	0
		REACTIVIDAD	0

8.6.2 Solución micronutrientes


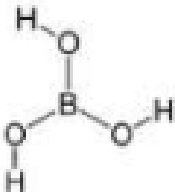
Tabla A- 23. Ficha de seguridad solución de micronutrientes.

Nombre	Solución micronutrientes										
Componentes	MgO	ZnSO ₄ ·7H ₂ O	CoSO ₄ ·H ₂ O								
	CaCO ₃	MnSO ₄ ·7H ₂ O	-								
	FeSO ₄ ·7H ₂ O	CuSO ₄ ·5H ₂ O	MgCl ₂ -								
Equipo en el que se utiliza	Biorreactor inóculo										
Tabla de seguridad											
Óxido de magnesio											
Número CAS:	1309-48-4	Sistema de calificación:									
Fórmula Química:	MgO	NFPA (Escala 0-4):									
Estructura química:	$\text{Mg}=\text{O}$										
		HMIS (Escala 0-4):									
		<table border="1"> <tr><td>SALUD</td><td>1</td></tr> <tr><td>INFLAMABILIDAD</td><td>0</td></tr> <tr><td>REACTIVIDAD</td><td>0</td></tr> </table>		SALUD	1	INFLAMABILIDAD	0	REACTIVIDAD	0		
SALUD	1										
INFLAMABILIDAD	0										
REACTIVIDAD	0										
Carbonato de calcio											
Número CAS:	471-34-1	Sistema de calificación:									
Fórmula Química:	CaCO ₃	NFPA (Escala 0-4):									
Estructura química:	$\text{Ca}^{2+} \begin{array}{c} \text{O}^- \\ \\ \text{C}=\text{O} \\ \\ \text{O}^- \end{array}$										
		HMIS (Escala 0-4):									
		<table border="1"> <tr><td>SALUD</td><td>2</td></tr> <tr><td>INFLAMABILIDAD</td><td>0</td></tr> <tr><td>REACTIVIDAD</td><td>0</td></tr> <tr><td>PROTECCIÓN PERSONAL</td><td>E</td></tr> </table>		SALUD	2	INFLAMABILIDAD	0	REACTIVIDAD	0	PROTECCIÓN PERSONAL	E
SALUD	2										
INFLAMABILIDAD	0										
REACTIVIDAD	0										
PROTECCIÓN PERSONAL	E										
Sulfato ferroso heptahidratado											
Número CAS:	7782-63-0	Sistema de calificación:									
Fórmula Química:	FeSO ₄ ·7H ₂ O	NFPA (Escala 0-4):									
Estructura química:	$\text{Fe}^{2+} \left[\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{S} \\ \\ \text{O} \end{array} \right]^{2-}$ x 7H ₂ O										
		HMIS (Escala 0-4):									
		<table border="1"> <tr><td>SALUD</td><td>1</td></tr> <tr><td>INFLAMABILIDAD</td><td>0</td></tr> <tr><td>REACTIVIDAD</td><td>0</td></tr> </table>		SALUD	1	INFLAMABILIDAD	0	REACTIVIDAD	0		
SALUD	1										
INFLAMABILIDAD	0										
REACTIVIDAD	0										

Sulfato de zinc heptahidratado								
Número CAS:	7446-20-0	Sistema de calificación:						
Fórmula Química:	$ZnSO_4 \cdot 7H_2O$							
Estructura química:								
		NFPA (Escala 0-4):						
		HMIS (Escala 0-4):						
		<table border="1"> <tr> <td>SALUD</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>INFLAMABILIDAD</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>REACTIVIDAD</td> <td>0</td> </tr> </table>	SALUD	2	INFLAMABILIDAD	0	REACTIVIDAD	0
SALUD	2							
INFLAMABILIDAD	0							
REACTIVIDAD	0							
Sulfato de manganeso heptahidratado								
Número CAS:	10034-96-5	Sistema de calificación:						
Fórmula Química:	$MnSO_4 \cdot 7H_2O$							
Estructura química:								
		NFPA (Escala 0-4):						
		HMIS (Escala 0-4):						
		<table border="1"> <tr> <td>SALUD</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>INFLAMABILIDAD</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>REACTIVIDAD</td> <td>0</td> </tr> </table>	SALUD	1	INFLAMABILIDAD	0	REACTIVIDAD	0
SALUD	1							
INFLAMABILIDAD	0							
REACTIVIDAD	0							
Sulfato de cobre pentahidratado								
Número CAS:	7758-99-8	Sistema de calificación:						
Fórmula Química:	$CuSO_4 \cdot 5H_2O$							
Estructura química:								
		NFPA (Escala 0-4):						
		HMIS (Escala 0-4):						
		<table border="1"> <tr> <td>SALUD</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>INFLAMABILIDAD</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>REACTIVIDAD</td> <td>0</td> </tr> </table>	SALUD	2	INFLAMABILIDAD	0	REACTIVIDAD	0
SALUD	2							
INFLAMABILIDAD	0							
REACTIVIDAD	0							
Sulfato de cobalta monohidratado								
Número CAS:	10026-24-1	Sistema de calificación:						
Fórmula Química:	$CoSO_4 \cdot H_2O$							
Estructura química:								
		NFPA (Escala 0-4):						
		HMIS (Escala 0-4):						
		<table border="1"> <tr> <td>SALUD</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>INFLAMABILIDAD</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>REACTIVIDAD</td> <td>0</td> </tr> </table>	SALUD	1	INFLAMABILIDAD	0	REACTIVIDAD	0
SALUD	1							
INFLAMABILIDAD	0							
REACTIVIDAD	0							


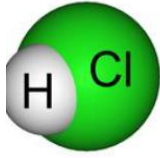
8.6.3 Ácido bórico

Tabla A- 24. Ficha de seguridad ácido bórico.

Nombre	Ácido bórico		
Equipo en el que se utiliza	Biorreactor inóculo		
Tabla de seguridad			
Número CAS:	10043-35-3	Sistema de calificación:	
Fórmula Química:	H_3BO_3	NFPA (Escala 0-4):	
Estructura química:			
		SALUD	2
		INFLAMABILIDAD	0
		REACTIVIDAD	0

8.6.4 Ácido clorhídrico

Tabla A- 25. Ficha de seguridad ácido clorhídrico.

Nombre	Ácido clorhídrico		
Equipo en el que se utiliza	Biorreactor inóculo		
Tabla de seguridad			
Número CAS:	10043-35-3	Sistema de calificación:	
Fórmula Química:	HCl	NFPA (Escala 0-4):	
Estructura química:			
		SALUD	3
		INFLAMABILIDAD	0
		REACTIVIDAD	0

8.6.5 *Bacillus Subtilis MUR 1*

MERCK

FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD
de acuerdo el Reglamento (CE) No. 1907/2006

Fecha de revisión 24.09.2014 Versión 1.1

SECCIÓN 1. Identificación de la sustancia o la mezcla y de la sociedad o la empresa

1.1 Identificador del producto

Artículo número	110649
Denominación	Bacillus subtilis (BGA), suspensión de esporas para test de inhibidores
Número de registro REACH	Este producto es una mezcla. Número de registro REACH véase sección 3.

1.2 Usos pertinentes identificados de la sustancia o de la mezcla y usos desaconejados

Usos identificados	Investigación y análisis bioquímicos Para informaciones adicionales a usos refiérase al portal Merck Chemical s (www.merck-chemicals.com).
--------------------	--

1.3 Datos del proveedor de la ficha de datos de seguridad

Compañía	Merck KGaA * 64271 Darmstadt * Alemania * Tel: +49 6151 72-0
Departamento Responsable	Servicio al cliente: Tel 01 (55) 21 22 1708
Representante regional	Merck, S.A de C.V Calle 5 No. 7 C.P.53370 Naucalpan de Juárez, Edo. de México, México. Teléfono (55)-2122-1600, Fax (55)-2122-1703.

1.4 Teléfono de emergencia

CARE (55)-91-18-65-84 Centro de atención y respuesta a emergencias (55)-21-22-16-59 SETIQ 01-800-00-214-00
--

SECCIÓN 2. Identificación de los peligros

2.1 Clasificación de la sustancia o de la mezcla
Esta mezcla no está clasificada como peligrosa según la legislación de la Unión Europea.

2.2 Elementos de la etiqueta
Etiquetado (REGLAMENTO (CE) No 1272/2008)
No es una sustancia o mezcla peligrosa de acuerdo con el Reglamento (CE) No. 1272/2008.

2.3 Otros peligros
Ninguno conocido.

SECCIÓN 3. Composición/información sobre los componentes

Naturaleza química	Solución acuosa con componentes orgánicos e inorgánicos.
--------------------	--

3.1 Sustancia
No aplicable

3.2 Mezcla




Las Fichas de Datos de Seguridad para artículos del catálogo también pueden obtenerse a través de www.emdgroup.com

Página 1 de 8

Figura A - 3. Ficha de seguridad Bacillus subtilis.

8.6.6 Medio de fermentación

Tabla A- 26. Ficha de seguridad medio de fermentación.

Nombre	Medio de fermentación						
Componentes	Peptona	Extracto de levadura	-				
	Agar-Agar	Melaza tipo C	-				
Equipo en el que se utiliza	Biorreactor fermentación						
Tabla de seguridad							
Peptona							
Número CAS:	91079-40-2	Sistema de calificación:					
Otro Nombre:	Triptona de caseína	NFPA (Escala 0-4):					
Controles de exposición	Utilizar gafas de protección			HMIS (Escala 0-4):			
		<table border="1"> <tr><td>SALUD</td><td>0</td></tr> <tr><td>INFLAMABILIDAD</td><td>0</td></tr> <tr><td>REACTIVIDAD</td><td>0</td></tr> </table>		SALUD	0	INFLAMABILIDAD	0
SALUD	0						
INFLAMABILIDAD	0						
REACTIVIDAD	0						
Agar-Agar							
Número CAS:	9002-18-0	Sistema de calificación:					
Fórmula Química:	-	NFPA (Escala 0-4):					
Controles de exposición	Utilizar gafas de protección			HMIS (Escala 0-4):			
		<table border="1"> <tr><td>SALUD</td><td>0</td></tr> <tr><td>INFLAMABILIDAD</td><td>0</td></tr> <tr><td>REACTIVIDAD</td><td>0</td></tr> </table>		SALUD	0	INFLAMABILIDAD	0
SALUD	0						
INFLAMABILIDAD	0						
REACTIVIDAD	0						
Extracto de levadura							
Número CAS:	8013-01--2	Sistema de calificación:					
Fórmula Química:	-	NFPA (Escala 0-4):					
Estructura química:	Utilizar gafas de protección Usar guantes adecuados Protección respiratoria			HMIS (Escala 0-4):			
		<table border="1"> <tr><td>SALUD</td><td>1</td></tr> <tr><td>INFLAMABILIDAD</td><td>0</td></tr> <tr><td>REACTIVIDAD</td><td>0</td></tr> </table>		SALUD	1	INFLAMABILIDAD	0
SALUD	1						
INFLAMABILIDAD	0						
REACTIVIDAD	0						

8.6.7 Melaza tipo C

Tabla A- 27. Ficha de seguridad melaza tipo C.

Melaza tipo C			
pH	4--6	Riesgos para la salud	
Brix	79-85	Ingestión accidental:	No irrita al tracto digestivo
Cenizas	6-12%	Inhalación:	Puede causar tos
Descripción	Líquido viscoso	Contacto con la piel:	No irritable, el contacto con la piel puede causar una ligera irritación
Aroma	Agradable, dulce, ligeramente amargo, no debe saber agrio o ácido	Contacto con los ojos:	Puede causar daño severo
		Sustancia cancerígena:	No presenta
		Equipo de protección:	Usar mascarilla, lentes, guantes y uniforme completo
		-	-
		-	-

8.6.8 Hidróxido de calcio

Ficha de datos de seguridad

conforme al Reglamento (CE) no 1907/2006 (REACH) modificado por 2015/830/UE



Hidróxido de calcio ≥ 96 % polvo

número de artículo: 3529
Versión: 2.0 es
Reemplaza la versión de: 10.12.2015
Versión: (1)

fecha de emisión: 10.12.2015
Revisión: 05.10.2018

SECCIÓN 1: Identificación de la sustancia o la mezcla y de la sociedad o la empresa

1.1 Identificador del producto

Identificación de la sustancia	Hidróxido de calcio
Número de artículo	3529
Número de registro (REACH)	01-2119475151-45-XXXX
Número CE	215-137-3
Número CAS	1305-62-0

1.2 Usos pertinentes identificados de la sustancia o de la mezcla y usos desaconejados

Usos identificados: producto químico de laboratorio

1.3 Datos del proveedor de la ficha de datos de seguridad

Carl Roth GmbH + Co KG
Schoemperlenstr. 3-5
D-76185 Karlsruhe
Alemania

Teléfono: +49 (0) 721 - 56 06 0
Fax: +49 (0) 721 - 56 06 149
e-mail: sicherheit@carlroth.de
Sitio web: www.carlroth.de

Persona competente responsable de la ficha de datos de seguridad : Department Health, Safety and Environment

e-mail (persona competente) : sicherheit@carlroth.de

1.4 Teléfono de emergencia

Servicios de información para casos de emergencia : Poison Centre Munich: +49/(0)89 19240

1.5 Importador

Teléfono:
Fax:
Sitio web:

SECCIÓN 2: Identificación de los peligros

2.1 Clasificación de la sustancia o de la mezcla

Clasificación según el Reglamento (CE) no 1272/2008 (CLP)


Clasificación según SGA			
Sección	Clase de peligro	Clase y categoría de peligro	Indicación de peligro
3.2	corrosión o irritación cutáneas	(Skin Irrit. 2)	H315
3.3	lesiones oculares graves o irritación ocular	(Eye Dam. 1)	H318

España (es)

Página 1 / 15

Figura A - 4. Ficha de seguridad hidróxido de calcio.

8.6.9 Ácido sulfúrico



FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD
de acuerdo el Reglamento (CE) No. 1907/2006

Fecha de revisión 14.08.2015 Versión 9.3

SECCIÓN 1. Identificación de la sustancia o la mezcla y de la sociedad o la empresa

1.1 Identificador del producto

Artículo número	108073
Denominación	Ácido sulfúrico c(H ₂ SO ₄) = 0.25 mol/l (0.5 N) Titripur®
Número de registro REACH	Este producto es una mezcla. Número de registro REACH véase sección 3.

1.2 Usos pertinentes identificados de la sustancia o de la mezcla y usos desaconsejados

Usos identificados	Análisis químico Para informaciones adicionales a usos refiérase al portal Merck Chemicals (www.merckgroup.com; for USA/Canada www.emdgroup.com).
--------------------	--

1.3 Datos del proveedor de la ficha de datos de seguridad

Compañía	Merck KGaA * 64271 Darmstadt * Alemania * Tel: +49 6151 72-0
Departamento Responsable	LS-QHC * e-mail: prodsafe@merckgroup.com

1.4 Teléfono de emergencia Instituto Nacional de Toxicología * Madrid * Tel: 91 562 04 20


SECCIÓN 2. Identificación de los peligros

2.1 Clasificación de la sustancia o de la mezcla
Clasificación (REGLAMENTO (CE) No 1272/2008)

Corrosivos para los metales. Categoría 1, H290

Para el texto íntegro de las Declaraciones-H mencionadas en esta sección, véase la Sección 16.
Clasificación (67/548/CEE o 1989/45/CE) Conforme a las directrices de la CE o las leyes nacionales respectivas, el producto no necesita ser ni clasificado, ni etiquetado.

2.2 Elementos de la etiqueta
Etiquetado (REGLAMENTO (CE) No 1272/2008)
Pictogramas de peligro



Palabra de advertencia
Atención

Indicaciones de peligro
H290 Puede ser corrosivo para los metales.

2.3 Otros peligros
Ninguno conocido.

SECCIÓN 3. Composición/información sobre los componentes

Las Fichas de Datos de Seguridad para artículos del catálogo también se obtienen en www.merckgroup.com Página 1 de 10

Figura A - 5. Ficha de seguridad ácido sulfúrico.

8.6.10 Carbón activado

ficha de datos de seguridad
 conforme al Reglamento (CE) no 1907/2006 (REACH) modificado por 2015/830/UE

Carbón activado polvo, por la decoloración

número de artículo: 5963 fecha de emisión: 28.07.2016
 Versión: 1.0 es

SECCIÓN 1: Identificación de la sustancia o la mezcla y de la sociedad o la empresa

1.1 Identificador del producto

Identificación de la sustancia	Carbón activado
Número de artículo	5963
Número de registro (REACH)	01-2119488716-22-XXXX
Número CE	931-334-3
Número CAS	7440-44-0

1.2 Usos pertinentes identificados de la sustancia o de la mezcla y usos desaconsejados

Usos identificados: producto químico de laboratorio

1.3 Datos del proveedor de la ficha de datos de seguridad

Carl Roth GmbH + Co KG
 Schoemperlenstr. 3-5
 D-76185 Karlsruhe
 Alemania

Teléfono: +49 (0) 721 - 56 06 0
 Fax: +49 (0) 721 - 56 06 149
 e-mail: sicherheit@carlroth.de
 Sitio web: www.carlroth.de

Persona competente responsable de la ficha de datos de seguridad : Department Health, Safety and Environment
 e-mail (persona competente) : sicherheit@carlroth.de

1.4 Teléfono de emergencia

Servicios de información para casos de emergencia Poison Centre Munich: +49/(0)89 19240

SECCIÓN 2: Identificación de los peligros

2.1 Clasificación de la sustancia o de la mezcla

Clasificación según el Reglamento (CE) no 1272/2008 (CLP)

Clasificación según SGA

Sección	Clase de peligro	Clase y categoría de peligro	Indicación de peligro
2.11	sustancias y mezclas que experimentan calentamiento espontáneo	(Self-heat. 2)	H252

Observaciones
 Véase el texto completo de las frases H y EUH en la SECCIÓN 16.

Figura A - 6. Ficha de seguridad carbón activado.