



DISTRIBUCIÓN Y ANÁLISIS FINANCIERO DE UNA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE ÁCIDO LÁCTICO

DISTRIBUTION AND FINANCIAL ANALYSIS OF A LACTIC ACID PRODUCTION PLANT

García-Mujica Robert^{1*}; Benavides-Cedeño Génesis²; Alcívar-Cedeño Ulbio³

¹Ingeniero Químico de la Universidad Técnica de Manabí, UTM. Portoviejo, Ecuador.

²Ingeniera Químico de la Universidad Técnica de Manabí, UTM. Portoviejo, Ecuador.

³Docente de la Universidad Técnica de Manabí, UTM. Portoviejo, Ecuador.

*Correo: robertdaniel@live.com.ar

Resumen

Este proyecto se realizó con el fin de utilizar el suero lácteo residual de los procesos de las industrias lácticas del sector localizado en la provincia de Manabí, cantón Santa Ana, como materia prima para la obtención de ácido láctico, para lo cual, se llevó a cabo el cálculo de la demanda potencial anual en Manabí (\$23.360) representando este valor el 16% de la demanda nacional, cubriendo el 10% del mercado del ácido láctico. A continuación, se realizó una investigación bibliográfica para evaluar la producción de ácido láctico, se determinó un rendimiento del 8,3% de ácido láctico a partir de la fermentación del suero de leche utilizando como microorganismo la bacteria *lactobacillus bulgaricus*. Luego se llevó a cabo el dimensionamiento de los equipos requeridos en la planta para la producción del ácido láctico, evitando el sobredimensionamiento de los equipos que aumentan el costo de producción. Cada uno de los equipos cuenta con su ficha técnica en la cual consta su capacidad, dimensiones y energía requerida para su funcionamiento. Por último, se realizó una propuesta económica que cuenta con la cotización de los equipos necesarios para la implementación de la planta, también consta del gasto anual efectuado por los insumos utilizados en la industria, proyectando una idea de la inversión que requiere la puesta en marcha de una planta a esta escala.

Palabras clave: ácido láctico, suero lácteo, fermentación, *lactobacillus bulgaricus*, AutoCAD.

Abstract

This project was carried out in order to use the residual milk whey from the processes of the lactic industries of the sector, located in the province of Manabí, canton Santa Ana, as raw material for obtaining lactic acid, for which purpose, it was carried out the calculation of the annual potential demand in Manabí (\$ 23,360) representing this value 16% of the national demand, covering 10% of the lactic acid market. Subsequently, a bibliographical investigation was carried out to evaluate the production of lactic acid, a yield of 8.3% of lactic acid was determined from the fermentation of the whey using the bacterium *lactobacillus bulgaricus* as a microorganism. Then the elaboration of the sizing of the equipment that the plant will use for the production of lactic acid was carried out, avoiding the oversizing of the equipment that increases the cost of production. Each one of the equipment has its technical data sheet which shows its capacity, dimensions and energy required for its operation. Finally, an economic proposal was made which includes the price of the equipment necessary for the implementation of the plant, it also consists of the annual expenditure made by the inputs used in the industry, thus giving us an idea of the investment required for start-up of a plant at this scale.

Keywords: lactic acid, whey, fermentation, *lactobacillus bulgaricus*, AutoCAD.

Información del manuscrito:

Fecha de recepción: 17 de abril de 2018

Fecha de aceptación: 12 de junio de 2018

Fecha de publicación: 10 de julio de 2018

1. Introducción

El Ecuador es una de las 17 regiones de mayor mega diversidad en el mundo, que de ser investigada científicamente, puede constituirse en una fuente innumerable de nuevos agentes biológicos, microorganismos y sustancias con aplicaciones médicas, alimentarias e industriales. El crecimiento de la economía principalmente en términos de bienestar y poder adquisitivo, está incrementando la demanda de biotecnología, a eso se suma la ampliación de la producción agroindustrial, que también contribuye al aumento de la demanda (PROECUADOR, 2013).

Los agentes biológicos demuestran una aplicación controlada sobre material generalmente orgánico para manipular la obtención de productos metabólicos a nivel celular y para producir más células de las originadas. Mediante la técnica de la fermentación se puede ofrecer al mercado un producto que explota las características de los sustratos, obteniendo bioproductos de mayor valor agregado (PROECUADOR, 2013).

Países industrializados utilizan el suero de leche para la elaboración

de suero en polvo, lactosa hidrolizada y proteína comestible (Onwulata & Huth, 2009). No obstante, puede emplearse como materia prima en la elaboración de ácido láctico, el cual posee diversas aplicaciones en industrias farmacéuticas, cosméticas, químicas y alimentarias (García et al., 2010). Además, la posibilidad de transformarlo en un polímero biodegradable ha dirigido las investigaciones hacia la disminución de los costos de producción a través de nuevos microorganismos que permitan generar altas concentraciones de ácido láctico y, por tanto, altos rendimientos (Serna-Cock & Rodríguez de Stouvenel, 2005).

Se han mostrado diversos resultados en la producción de ácido láctico por fermentación, en función del sustrato y el microorganismo empleado. Es así que, utilizando una cepa de *Lactobacillus helveticus* se obtuvo una producción de ácido de 10,97 g L⁻¹ (Urribarrí et al., 2004). Por otra parte, en un medio enriquecido con 10 g L⁻¹ azúcar, 15 g L⁻¹ leche de soya, 150 g L⁻¹ suero de leche, 15 g L⁻¹ salvado de trigo, utilizando como microorganismo *Lactobacillus*



plantarum, se obtuvo una producción de $17,66 \text{ g L}^{-1}$ (Jurado et al., 2013); finalmente, uno de los rendimientos más altos alcanzados corresponde al estudio realizado por (Escobar et al., 2010), en el que se utilizó *Lactobacillus casei* para la obtención de ácido láctico, registrándose una producción de $70,39 \text{ g L}^{-1}$.

En este proyecto se realizó la distribución de una planta a escala industrial para la elaboración de un producto biotecnológico (ácido láctico) mediante fermentación líquida, utilizando lactosuero como sustrato. Con la distribución de la planta se pretende describir el equipamiento necesario, escala y capacidad de equipos para la implementación del proceso productivo, teniendo en cuenta la ubicación de la planta y demás factores socioeconómicos. La importancia del estudio financiero de una planta es definir el éxito o fracaso de la entidad, esto ayudará a la reducción de costos por flujos de transporte innecesarios y lograr la optimización del producto propuesto.

2. Materiales y métodos

Se define a la investigación como descriptiva y con un enfoque

cuantitativo. Durante el desarrollo del trabajo se utilizó la investigación científica, contribuyendo a la aplicación de conocimientos científicos con fundamentos cualitativos para la distribución y el análisis financiero de una planta a escala industrial. Se emplearon métodos teóricos con la finalidad de establecer conceptos específicos sobre la investigación, con información secundaria extraída de libros, revistas científicas y documentos.

2.1. Localización

Método cualitativo para la Localización de la Planta (Método de los factores ponderados). Este modelo permite una fácil identificación de los costos difíciles de evaluar que están relacionados con la localización de instalaciones (Matellán, 2007). Los pasos a seguir son:

1. Desarrollar una lista de factores relevantes (factores que afectan la selección de la localización).
2. Asignar un peso a cada factor para reflejar su importancia relativa en los objetivos de la compañía.

3. Desarrollar una escala para cada factor (por ejemplo, 1-10 o 1-100 puntos).

4. Hacer que la administración califique cada localidad para cada factor, utilizando la escala del paso 3.

5. Multiplicar cada calificación por los pesos de cada factor, y totalizar la calificación para cada localidad.

6. Hacer una recomendación basada en la máxima calificación en puntaje, considerando los resultados de sistemas cuantitativo.

3. Resultados y discusión

3.1. Demanda

La demanda del producto se basó en la producción y disponibilidad del ácido láctico en la provincia de Manabí tomando como referencia el 10% del total del mercado de dicha provincia. Considerando que el precio por litro de ácido láctico es de \$28 (Precio del Laboratorio Labdin).

Tabla 1.

Demanda del ácido láctico.

ÁCIDO LÁCTICO		
Ecuador (\$)	Manabí (\$)	Mercado propuesto (10%) (\$)
1'710.000	273.600	27.360

Fuente: Banco Central del Ecuador

La planta de producción de ácido láctico fue diseñada con la finalidad de acaparar un 10% del mercado consumidor interno de la provincia de Manabí, estableciéndose así una producción 48 L/día del producto a partir de 750 L de suero de leche.

La planta ha sido diseñada teniendo en cuenta la aceptación por parte del mercado consumidor y por ende el aumento en la oferta del producto.

3.2. Equipos y distribución

Los equipos necesarios para la planta de producción de ácido láctico fueron dimensionados para cubrir la demanda de ácido láctico requerida.

La distribución de áreas en una planta se da en función del espacio físico disponible, de modo que exista facilidad para el movimiento de material, equipos y trabajadores. (A. Casp, 2005), considera 6 aspectos principales para la distribución, y son:

- Integración de factores que afectan la producción.
- Distancias mínimas.
- Circulación en la planta.
- Utilización efectiva del área disponible.
- Seguridad de los trabajadores.
- Posibilidad de reorganización.

En este trabajo, se consideraron las siguientes áreas:

- Gerencia, dirección administrativa, financiera, de producción y ventas.
- Laboratorio de control de calidad.
- Área de recepción de materia prima.
- Cuarto frío.
- Cuarto de limpieza, bodega de productos de limpieza y taller de reparaciones.
- Bodega de almacenamiento de producto terminado.
- Baños y cambiadores.
- Zona de descarga de desechos.

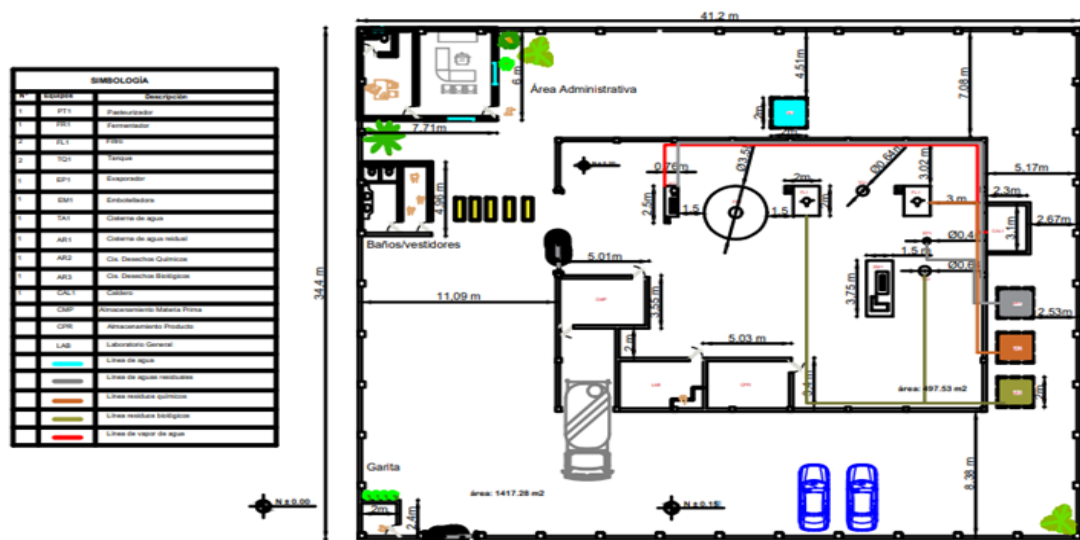


Figura 1. Plano del área general de la planta

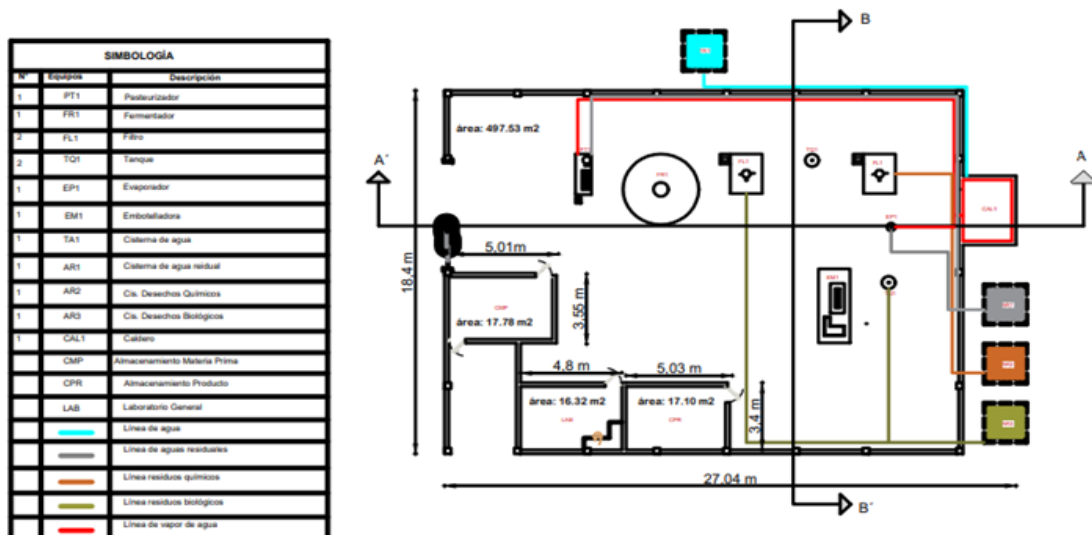


Figura 2. Plano del área de producción de la planta

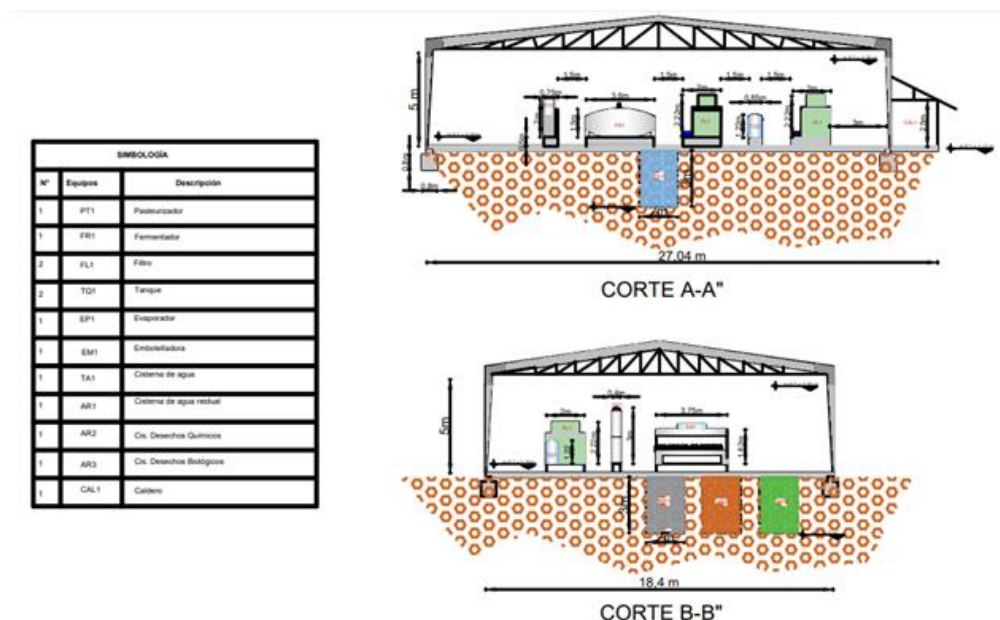


Figura 3. Planos de los cortes A-A' y B-B'

3.3. Análisis financiero

3.3.1. Flujo de caja previsto para 5 años

Con la tabla del flujo de caja que se obtendrá en cinco años, se aprecia que la empresa contará con los

recursos económicos necesarios para poder cubrir los gastos de la producción de ácido láctico, se observa que la producción genera pocos ingresos durante el año y un monto de ganancia que no es bueno.

Tabla 2.

Flujo de caja de la empresa previsto para 5 años

DETALLE	AÑOS					
	0	1	2	3	4	5
INGRESOS	744.630,37	483.840,00	483.840,00	483.840,00	483.840,00	483.840,00
Ventas		483.840,00	483.840,00	483.840,00	483.840,00	483.840,00
Capital propio						
Credito	744.630,37					
EGRESOS	744.630,37	609.446,22	609.446,22	609.446,22	609.446,22	609.446,22
Inversión Total	744.630,37					
Costos de Producción		378.156,72	378.156,72	378.156,72	378.156,72	378.156,72
Gastos administrativos		18.000,00	18.000,00	18.000,00	18.000,00	18.000,00
Gastos de Ventas		10.800,00	10.800,00	10.800,00	10.800,00	10.800,00
Gastos Financieros		202.489,50	202.489,50	202.489,50	202.489,50	202.489,50
UTIL. ANTES IMP.		-125.606,22	-125.606,22	-125.606,22	-125.606,22	-125.606,22
15% PARTIC. TRABAJ.		-18.840,93	-18.840,93	-18.840,93	-18.840,93	-18.840,93
UTIL. ANTES IMP. RENTA		-106.765,29	-106.765,29	-106.765,29	-106.765,29	-106.765,29
IMP. A LA RENTA		-53.383,35	-53.383,35	-53.383,35	-53.383,35	-53.383,35
" + DEPRECIACION "		59.575,76	59.575,76	59.575,76	59.575,76	59.575,76
SALDO EN CAJA	0,00	6.193,82	12.387,65	18.581,47	24.775,30	30.969,12

3.3.2. Valor Actual Neto (VAN)

Utilizando el valor actual neto durante un período de cinco años la empresa arroja valores positivos

para la inversión del proyecto, el cual tendrá un VAN de -688.097. Lo que sitúa a la producción como no rentable, siendo el valor del van menor a la unidad.

Tabla 3.

Cálculo del VAN utilizando la inversión inicial y flujos de caja anuales

AÑO	0	1	2	3	4	5
Inversión Inicial	-744.630					
Flujo de Cajas		6.194	12.388	18.581	24.775	30.969
Total	-744.630	6.194	12.388	18.581	24.775	30.969
Factor de descuento al 15%	1,00	0,87	0,76	0,66	0,57	0,50
Flujo de Cajas descont	-744630,4	5.386	9.367	12.218	14.165	15.397
Valor Actual Neto (VAN)	-688.097					
Datos de partida						
Inversión Inicial	-744630					
Tasa de descuento	15%					
Flujo de caja anuales		6.194	12.388	18.581	24.775	30.969

3.3.3. Tasa interna de retorno (TIR)

La tasa interna de retorno (TIR) es utilizada en el rendimiento de presupuesto del capital para poder comparar la rentabilidad de las inversiones, arrojando la producción un valor de -0.40%, indicando el valor como no favorable, debido a que la relación B/C es menor a la unidad. La inversión es recuperable en un tiempo de 3,78 años.

Tabla 4.

Cálculo del TIR para la producción de ácido láctico

Año	0	1	2	3	4	5
Inversión	-744630,37					
FC		6.193,82	12.387,65	18.581,47	24.775,30	30.969,12
TOTAL	-744630,37	6.193,82	12.387,65	18.581,47	24.775,30	30.969,12
TIR	-0,40					

Se realizó la distribución del área general de la planta, con sus cotas utilizando como herramienta AutoCAD para la representación gráfica, además el área de producción con todas sus líneas de conducción y por último la

representación de los cortes A-A' y B-B' con su respectivo nivel.

La elaboración del estudio financiero se realizó como una técnica de aprobación o desaprobación del proyecto productivo, se muestran los valores del VAN y TIR (\$ -688.097 y -0.40 %, respectivamente) los cuales reflejan que la planta de producción de ácido láctico no es un proyecto viable ya que el costo de producción es mayor a las ganancias que se obtienen de este.

Conclusiones

Se identificó como principal materia prima para la elaboración de ácido láctico al suero de leche, debido a que Manabí produce 521.845 litros/día de leche, de los cuales el 70% es utilizado para elaboración de queso; este proceso genera aproximadamente 328.762,35 litros/diarios de lactosuero.

Se estableció el valor de la demanda potencial del ácido láctico en la provincia de Manabí, para cumplir con esta demanda se necesita producir 48L del producto, el cual va a requerir una cantidad elevada de materia prima (750 L de suero de leche) debido al bajo rendimiento de producción.

Para la distribución del área general, área de producción y los cortes A-A' y B-B' se empleó la herramienta digital AutoCAD 2016, la cual proyecta una representación ilustrativa y didáctica de la planta.

Bibliografía

- A. Casp. (2005). Diseño de plantas agroindustriales. Madrid, España: Mundi-Prensa.
- García, C., Arrázola, G. & Durango, A. (2010). Producción de ácido láctico por vía biotecnológica. Dialnet, 10.
- Jurado, H., Ramírez, C., & Aguirre, D. (2013). Cinética de fermentación de *Lactobacillus plantarum* en un medio de cultivo enriquecido. *Veterinaria y Zootecnia*.
- Onwulata, P. & Huth, P. (2009). *Whey Protein Production and Utilization: A Brief History*. USA: John Wiley & Sons, Inc.
- PROECUADOR. (2013). Proyectos de inversión agrupados por sectores. Obtenido de PROECUADOR.gob.ec: <http://www.proecuador.gob.ec/sector2>
- Serna-Cock & Rodríguez de Stouvenel, A. (2005). Producción Biotecnológica de Ácido Láctico. México: Ciencia y Tecnología Alimentaria.
- Urribarrí, L., Vielma, A., Paéz, G., Ferrer, J., Mármol, Z., &



Ramones, E. (2004).
Producción de ácido láctico a
partir de suero de leche,
utilizando *Lactobacillus*
helveticus en cultivo continuo.
Revicyhluz.