

# Diseño conceptual de un proceso discontinuo para producción de yogur

Leidy Nathalia Botero Romero<sup>a</sup>, Maria Alejandra Falla Arbelaez<sup>a</sup>, Juliana Marín Gallego<sup>a</sup>

Diego Andrés Acosta Maya<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Estudiante de Ingeniería de Procesos, Universidad EAFIT, Medellín Colombia

<sup>b</sup> Profesor, Asesor del Proyecto de Grado, Departamento de Ingeniería de Procesos, Universidad EAFIT, Medellín, Colombia

---

## Resumen

El yogur es una bebida láctea con múltiples efectos beneficiosos para la salud, razón por la cual es uno de los productos base de la canasta familiar. En el presente proyecto se realiza el diseño conceptual de una planta para la producción de yogur natural y saborizado sin conservantes adicionales, colorantes ni azúcares añadidos, con mermeladas de fruta 100% natural. Esta fábrica será localizada en Medellín, Antioquia en el sector de Guayabal. El producto obtenido bajo las condiciones de operación del proceso es sometido a una evaluación organoléptica por el público, generando excelentes resultados en las fases olfativas, visuales y de gusto; el resultado de la prueba sirve de entrada para estimar la demanda del producto y con ello, se determinó la capacidad de producción de la fábrica siendo esta de 457,78 ton/año. A continuación, se realiza el dimensionamiento de la planta y los equipos a emplear; tanque de recepción, homogeneizador, fermentador, pasteurizador son los equipos principales del proceso productivo. Una vez finalizado el diseño se procede a realizar las pruebas de calidad alimentaria del producto, de acuerdo con la Resolución 2310 de 1986 y la NTC 805 de derivados lácteos, normativa que exige pruebas fisicoquímicas y microbiológicas al producto para garantizar su inocuidad, pruebas que dieron resultados satisfactorios y acordes a la normativa. Finalmente se realiza el plan de negocios asociado a la fábrica y con esto el análisis económico, donde se determinó la mezcla de mercadeo, se creó el modelo de negocio, y el flujo de caja del proyecto y del inversionista, con un horizonte de tiempo proyectado hasta el año 2029, flujo de caja en el que se evidencia que el proyecto es rentable, generando ganancias a partir del año 3 de comenzar la producción, una vez se libra la inversión inicial, con una tasa interna de retorno (TIR) de 31% y un VPN de \$ 449'103.211.

## 1. Introducción

El yogur es un producto lácteo obtenido a partir de leche higienizada o una mezcla higienizada de esta con derivados lácteos, fermentado por la acción de un cultivo bacteriano de *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*, los cuales deben ser viables, abundantes y activos en el producto hasta el final de su vida útil [1]. Su descubrimiento se dio antes del inicio de la agricultura por accidente, pues las comunidades nómadas se transportaban frecuentemente y con ello sus recursos, entre estos la leche que llevaban en bolsas de piel de cabra; el contacto de la leche a cierta temperatura con las bacterias de la piel llevó a cabo la producción de un producto fermentado de consistencia coagulada que tenía mayor vida útil y al cual se le descubrieron varios beneficios a la salud, razón por la cual es un producto que reina en la canasta familiar del mundo actualmente [2].

Entre los beneficios de este producto se encuentra la mejora de los síntomas característicos de la intolerancia a la lactosa, dada la acción de la enzima lactasa promueve el mantenimiento de la masa muscular, tiene un efecto saciante, el cual promueve el control del apetito debido a su elevado contenido de aminoácidos. También, se asocia con beneficios sobre la incidencia de diabetes mellitus tipo 2, síndrome metabólico y obesidad entre otros factores de riesgo cardiovascular. Finalmente, se encuentra un aporte significativo de vitaminas y minerales como el calcio, fósforo, cinc, potasio, vitamina A, vitamina D, vitaminas B2, B3 y B12 [3].

La motivación de realizar el diseño conceptual para un proceso productivo de yogur y su plan de negocios fue brindar al mercado un producto saludable realizado de inicio a fin sin azúcares añadidos, conservantes, colorantes artificiales, ni

químicos preservantes, endulzado con mermeladas de fruta 100% natural y stevia que cumpliera con toda la normatividad vigente a nivel nacional para este tipo de productos. Otra de las grandes motivaciones para realizar este proyecto, fue el panorama del yogur en el mercado, ya que, para el cierre del 2018 en Colombia el consumo per cápita de yogur se ubicó en 3,4 kg, ganando participación en canales de distribución como las tiendas de descuento y los minimercados, siendo Alpina con sus marcas Alpina, Yogo Yogo, Bonyurt y Regeneris el líder del mercado a la fecha. El 90% de las personas en Colombia consumen productos lácteos y según las nuevas tendencias en consumo saludable, nueve de cada diez hogares compran al menos un producto lácteo como el yogur por su estrecha relación con beneficios a la salud, tendencia que la oferta actual no cubre en su totalidad, ya que fuentes como la Organización Mundial de la Salud exponen que el indicador actual de contenido de azúcar en este tipo de productos es de 5 y 11,6 g de azúcar por cada 100 g de yogur producido para los yogures naturales y frutales, alertando sobre sus altas cantidades y su relación con varias series de enfermedades, entre ellas el sobrepeso. Para lograr cubrir esta demanda era indispensable el diseño conceptual de la línea producción del yogur, su maquinaria, receta y análisis de puntos críticos hasta su envase y distribución en los canales establecidos [4], [5].

El proceso productivo de yogur y productos lácteos no es nuevo en el mercado, diversos estudios de factibilidad de montajes de plantas se han realizado como en [6] que confirmó la factibilidad financiera y técnica dando rentabilidades de 38%. Adicionalmente, en [7] se presentaron los balances de materia y energía y los diferentes diseños de los equipos requeridos para el proceso de fabricación, mediante el cual se da respuesta a cuál será la ubicación de la planta, el área superficial de esta, las medidas y capacidades de cada equipo, los servicios necesarios para la realización del producto y la distribución de los equipos dentro de la planta. Finalmente, en [8] se presenta la determinación de la capacidad de producción para un diseño de línea de producción de yogur, el dimensionamiento de los equipos requeridos por el proceso, diagramas de proceso y la evaluación financiera. Estos trabajos sirvieron como referencia para realizar el diseño conceptual de la planta de producción de yogur y obtener la base para realizar un análisis comparativo de resultados, con el fin de encontrar puntos de mejora en el diseño.

Aunque la información para realizar un plan de negocios para empresas del sector lácteo, la viabilidad del montaje de la planta de producción y la metodología para realizar las pruebas de calidad ya se encuentran descritas en la literatura, no se registraba un análisis que contemple todos los aspectos anteriormente mencionados en un solo trabajo ni información en los que se evidencie un diseño conceptual del proceso de producción y mucho menos, aplicado al entorno. Por lo cual resultó uno de los pilares del presente proyecto, ajustar la metodología del diseño conceptual al entorno seleccionado, que en este caso es la ciudad de Medellín. Para desarrollar las bases de ingeniería se realizó en primer lugar, la estandarización de la receta, ubicación del proceso, y adicionalmente, para determinar el volumen de producción era imprescindible contar con la demanda, por lo que se desarrolló una encuesta de aceptación de producto y percepción organoléptica del producto, lo que permitió conocer el interés de los consumidores en el producto. Partiendo de esta última información, se realizó el diseño conceptual de la planta usando las condiciones de operación seleccionadas para este y las pruebas de calidad exigidas por los entes normativos que rigen la elaboración, comercialización e inocuidad de este tipo de alimentos. Finalmente se desarrolló el plan de negocios dentro del cual se determinó la viabilidad económica del proyecto mediante indicadores como el valor presente neto y la tasa interna de retorno, entre otros factores de decisión.

Este producto se puede clasificar por su contenido de materia grasa, la adición de edulcorantes, proceso de elaboración y la adición de otros ingredientes a la mezcla. Para este trabajo, se produjo un yogur entero sin dulce de consistencia coagulada al que se le agregaron mermeladas de frutas en presentación tipo “sundae”.

## **2. Materiales y métodos**

### **2.1 Diseño conceptual del proceso**

#### **2.1.1. Bases del diseño**

##### **2.1.1.1 Ubicación de la planta**

La ubicación óptima de la planta se definió con el instrumento técnico de urbanismo colombiano POT. Se identificaron las áreas de intervención estratégica y la zona más apropiada para la ubicación de la planta, la cual cumple con todos los requisitos exigidos por el Plan de Ordenamiento Territorial.

##### **2.1.1.2 Capacidad de la planta**

Se realizó una estimación de acuerdo con variables como el consumo per cápita anual de yogur en el país, que provino del análisis de oferta y demanda del sector lácteo, también, el porcentaje de participación en el mercado del producto final, que provino del análisis de la competencia en el mercado y finalmente, la población total objetivo que provino de la segmentación de mercado realizada para el plan de negocios del proyecto.

#### **2.1.2 Diseño del proceso por lotes**

##### **2.1.2.1 Balances de masa**

Se aplicó un balance de masa para unidades simples de acuerdo con lo detallado en [9], ya que en el proceso la mayoría de los equipos son tanques.

##### **2.1.2.2 Diagrama de Gantt**

Se estudió la receta de proceso y se analizaron las duraciones de cada etapa con las cuales se realizó el diagrama Gantt del proceso. Se determinó que se realizaría con actividades secuenciales y no superpuestas y con el diagrama realizado se calculó el ciclo de vida total del proceso (CT). Se definió la meta de producción anual de yogur y el tiempo de operación de la planta anualmente.

##### **2.1.2.3 Cálculo del volumen de tanques en procesos por lotes**

Para el cálculo del volumen de los equipos se tuvo en cuenta el balance de materia donde se emplearon los flujos máxicos y la densidad de cada mezcla contenida en los equipos para hallar el volumen requerido. Luego de esto, se calcularon las dimensiones requeridas por los equipos para cada uno de los volúmenes de estos, para ello se utilizó una relación de longitud y diámetro de  $L/D=3$  aconsejada en las heurísticas descritas en [10].

##### **2.1.4.4 Cálculo del inventario**

Se determinó el perfil de inventario que se manejó según el ciclo de producción del yogur, para esto se tomó un lapso determinado y se analizó la rata de producción del producto final (pA) y la rata de demanda del producto (dA) en el mismo intervalo de tiempo para estudiar el comportamiento de acumulación y declinación del producto en el inventario. Finalmente, con el inventario promedio del ciclo de producción, se calculó el costo asociado a esta actividad como se muestra en [9].

### 2.1.4.5 Estimación de costos

La estimación de costos de los equipos diseñados se realizó según lo descrito en [9] pero los valores tomados de los requerimientos de energía, servicios, utilidades y dimensionamiento se tomó de las cotizaciones de equipos ofrecidos en el mercado con dimensiones y volúmenes más cercanos a los diseñados en el presente trabajo. Las cotizaciones podrán ser encontradas en los anexos.

## 2.2 Caracterización del producto terminado para garantizar calidad

### 2.2.1 Determinación de porcentaje de grasa

Con el objetivo de cumplir con el porcentaje de contenido graso para yogur entero establecido por la Resolución 2310 de 1986 [11], se realizó por medio de terceros, la extracción de la grasa láctea a partir de una solución etanólica de la muestra con dietil éter y una fracción liviana de petróleo, se removieron los solventes por destilación y se determinó la masa de las sustancias extraídas. Todo se realizó de acuerdo con la metodología descrita en la NTC 4722.

### 2.2.2 Determinación de acidez como ácido láctico

Con el objetivo de cumplir con el rango de acidez como ácido láctico para yogur entero establecido en la Resolución 2310 de 1986 [11], se realizó una titulación potenciométrica [12]. El porcentaje de acidez como ácido láctico se determinó como se indica en [13] utilizando como reactivo NaOH a 3N de concentración y como indicador, de 4 a 5 gotas de fenolftaleína.

### 2.2.3 Determinación de porcentaje de sólidos no grasos

Con el objetivo de cumplir con el porcentaje de sólidos no grasos para yogur entero establecido en la Resolución 2310 de 1986 [11] y siguiendo la metodología propuesta en la NTC 506:2002 se realizó el cálculo de los sólidos no grasos (extracto seco desengrasado) a partir de la densidad, razón por la cual se aplicó la fórmula de Richmond expresada a continuación en la *Ecuación 1* según [14]:

**Ecuación 1.** Determinación de contenidos sólidos no grasos

$$\%ESD = 250 (D - 1) + (0,2 * G) + 0,14$$

Donde:

ESD: Extracto seco desengrasado

D: Densidad de la leche a 15°C

G: Porcentaje de materia grasa m/m en el yogur

### 2.2.4 Determinación de la fosfatasa

Todo se efectuó de acuerdo con la metodología descrita en [15]. Se realizó un método colorimétrico. La metodología sugiere que, para determinar una buena calidad de la leche, la decoloración debe demorar aproximadamente 5 horas, estimando un número de bacterias por ml de 100.000 a 200.000. Como método para comprobar esta decoloración se midió la absorbancia a determinada longitud de onda de la muestra con el indicador y la muestra después de las 5 horas. Al haber determinado la buena calidad de la muestra, se interpretó como determinación de fosfatasa negativa.

### 2.2.5 Determinación de coliformes totales y fecales

Con el objetivo de cumplir con el índice permisible de coliformes totales y fecales de la Resolución 2310 de 1986 [11], se siguió la metodología descrita en [16] con las siguientes variaciones: se realizaron las disoluciones hasta  $10^{-5}$ , el medio no se realizó por medio de preparaciones de cajas Petri sino placas de conteo de coliformes de la empresa 3M

[17] y estas al ser inoculadas, permanecieron incubadas 36 horas. Los resultados obtenidos fueron comparados con los índices permisibles para corroborar la calidad del producto. El conteo de las colonias se realizó contando la presencia de puntos rojos (coliformes totales) rodeados por burbuja de gas y puntos azules (coliformes fecales) rodeados por burbujas de gas dentro del área de estudio de la placa, esta metodología para placas con crecimiento de colonias menor a 150.

### 2.2.6 Determinación de mohos y levaduras

Con el objetivo de cumplir con el índice permisible de hongos y levaduras de la Resolución 2310 de 1986 [11] se efectuó un cultivo de hongos y levaduras en cajas Petri con un medio de cultivo de agar Sabouraud, con una disolución de  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$ ,  $10^{-4}$ ,  $10^{-5}$ , de acuerdo a lo indicado en la NTC 4132 . La forma de calcular las colonias de hongos y levaduras se expresa en la *Ecuación 2* como se muestra a continuación:

**Ecuación 2.** Conteo de hongos y levaduras

$$\frac{\sum C}{(n_1 + 0,1n_2)d}$$

Donde:

Sumatoria de C, es la suma de colonias contadas en todas las cajas

n1: número de cajas contadas de la primera dilución

n2: número de cajas contadas de la segunda dilución

d: factor de dilución con que se obtuvo el primer recuento

## 2.3 Plan de negocios

### 2.3.1 Identificación de la idea de negocio

Se asistió a capacitaciones en el Fondo Emprender SENA para formulación de proyectos y creación de emprendimientos, donde por medio de análisis PESTEL y 5 Why's que consiste en hacer preguntas sobre preguntas para determinar causas raíz de problemáticas, se encontró la oportunidad de negocio del presente trabajo.

### 2.3.2 Análisis de la oferta y demanda

Se realizó el análisis de la oferta y la demanda de acuerdo con lo descrito en los capítulos 4 y 5 de [18]. Para la demanda se realizó la identificación del comportamiento de esta, basándose en datos históricos del mercado, cuantificando la demanda actual y la potencial. También se identificaron las variables que influyen en la demanda para realizar el análisis de sensibilidad sobre el comportamiento de esta. Para el análisis de la oferta se realizó un análisis histórico de las ofertas de yogur en el mercado, un análisis actual y potencial, para esto se llevaron a cabo las mismas metodologías utilizadas en el análisis de la demanda.

### 2.3.3 Estrategia de mezcla de mercadeo

Se implementó el modelo de las 4'Ps propuesto por McCarthy donde se estudiaron 12 variables como producto (planeamiento de producto, marca, embalaje y servicio), precio, promoción (personal de venta, publicidad, promoción) y plaza (canales de distribución, exhibición, manejo físico, análisis) [19].

### 2.3.4 Realización de encuestas

#### Encuesta de aceptación de producto y estudio de percepción organoléptica

Se realizó la determinación de la muestra representativa según [20] para la realización de encuestas y pruebas organolépticas de acuerdo a la población objetivo y un porcentaje de confianza, determinando la cantidad de personas que deberán probar el producto y dar su opinión acerca de este. Para hallar la población objetivo se tomó el dato de la

población total de Medellín y se extrajo solo el porcentaje de personas de estratificación media, media alta y alta, los cuales se tomaron de [21]. Se realizó un panel de degustación del portafolio de sabores del producto a la muestra de personas representativa calculada y posteriormente se les realizó una encuesta con la participación voluntaria de los mismos. Las pruebas de este estudio de mercado y sus resultados se encuentran en los anexos del trabajo.

### **2.3.5 Creación del modelo de negocio**

Se trabajó el Modelo Canvas [22], herramienta que transforma la idea de negocio y la aplica al entorno convirtiéndola en un modelo de negocio. Consiste en un lienzo dividido en los 9 principales aspectos que involucran al negocio, que giran en torno a la propuesta de valor, los cuales se analizan de manera global para crear el modelo de negocio de forma simplificada [23].

### **2.3.6 Evaluación financiera del proyecto**

Se aplicó la metodología para evaluación financiera para emprendimientos de Jaime Tobón [24]- [25], el cual constó de 3 fases principales: construcción del balance general del proyecto, cálculo del punto de equilibrio y el estado de resultados de donde finalmente se obtuvo el flujo de caja libre proyectado. También se utilizó la metodología desarrollada en [18].

## **3. Resultados y análisis**

Para el diseño conceptual de la planta de producción de yogur se desarrollaron las bases de diseño, con las cuales se estandarizó la receta de proceso, ubicación de la planta y capacidad de producción. Según el análisis del POT para la ciudad de Medellín, se definió que la ubicación más apropiada de la planta, por pertenecer al sector industrial, se halla dentro de una de las áreas de intervención estratégica, específicamente la zona 3 río sur, que va desde el sector aledaño al río Medellín a la altura de la calle 30 hasta el límite sur de la ciudad. Con base en esto, se definió la ubicación de la planta en el sector de guayabal, en un lote entre los 200 - 400 m<sup>2</sup> que cuenta con todos los servicios públicos y adaptaciones necesarias para realizar la producción de yogur.

Dentro de las bases del diseño, se encuentra también la capacidad de la planta, la cual fue evaluada teniendo en cuenta dos factores importantes: la demanda de yogur anual en el país, la cual es 3,4 kg per cápita y el área de influencia del proyecto respecto al tamaño de la planta, ya que es una microempresa y funcionará solo para el Valle de Aburrá. De esta manera se determinó la capacidad de producción anual en 457.779 kg/año (457,779 ton/año), lo que equivale a una participación del 0,1% en el mercado anual de los yogures en Colombia. Teniendo así una capacidad mensual en la planta de 605,884 unidades/mes, para una presentación individual de 200g.

En la Tabla 1 se puede evidenciar la cantidad de materia prima requerida para los distintos volúmenes de producción de la planta, las fichas técnicas de estas materias primas se pueden encontrar en los anexos del presente trabajo. Adicionalmente, para el almacenamiento de los yogures se utilizaron envases de vidrio, tapa metálica, etiqueta frontal y revés, además de su cuchara de madera.

**Tabla 1.** Cantidad de materias primas requeridas a distintos volúmenes de producción

	<b>Producto (kg)</b>	<b>Leche (kg)</b>	<b>Gelatina (kg)</b>	<b>Leche en polvo (kg)</b>	<b>Cepa yogur (kg)</b>	<b>Mermelada (kg)</b>
<b>Unidad 200g</b>	0,200	0,127	0,00024297	0,006	0,018222892	0,045
<b>Producción diaria (kg/día)</b>	1346,409	858,140	1,439	35,966	122,67731	302,942
<b>Producción mensual (kg/mes)</b>	38148,250	24313,970	40,761	1019,026	3475,857116	8583,356
<b>Producción anual (kg/año)</b>	457779,000	8266749,633	13858,759	346468,970	1181791,419	2918341,125

Para la capacidad de producción de la planta y volúmenes mencionados anteriormente, se realizó el diseño de los equipos de dicha planta, para esto se definió que los equipos a diseñar eran tres tanques, los cuales fueron cotizados como tanque de recepción, pasteurizador y fermentador. Las especificaciones técnicas diseñadas para los equipos y las especificaciones encontradas en el mercado se muestran en la Tabla 2 y Tabla 3. Todos los equipos se diseñaron para las capacidades requeridas al día, con un factor de seguridad del 20% de sobredimensionamiento. Los equipos restantes como la caldera, homogeneizador y la cava de enfriamiento se cotizaron directamente con terceros.

**Tabla 2.** Especificaciones de diseño

<b>Especificaciones técnicas diseñadas</b>			
<b>Equipo</b>	<b>Capacidad(m<sup>3</sup>)</b>	<b>Altura (m)</b>	<b>Diámetro (m)</b>
<b>Tanque de recepción</b>	1,01	2,85	0,95
<b>Homogeneizador</b>	0,88		
<b>Pasteurizador</b>	1,26	2,89	0,96
<b>Fermentador</b>	1,16	3,01	1,00
<b>Cava de enfriamiento</b>	1,25		
<b>Bomba Centrífuga</b>	0,84		

Tabla 3. Especificaciones cotizadas de equipos.

<b>Especificaciones Técnicas Cotizadas</b>						
<b>Equipo</b>	<b>Capacidad(m<sup>3</sup>)</b>	<b>Altura (m)</b>	<b>Diámetro (m)</b>	<b>Material</b>	<b>Fondo (m)</b>	<b>Ancho (m)</b>
<b>Tanque de recepción</b>	1			Acero Inoxidable 304		
<b>Homogeneizador</b>	1	1,15		Acero Inoxidable 304	1,33	1,2
<b>Pasteurizador</b>	1,5			Acero Inoxidable 304		
<b>Fermentador</b>	1,5	2	1,5	Acero Inoxidable 304		
<b>Cava de enfriamiento</b>	3	2		Acero 430	1,1	1,55
<b>Bomba Centrifuga</b>	3			Acero Inoxidable 304		
<b>Caldera</b>	518 (lbs/h)			Acero 516		

Finalmente, analizando todos los resultados del dimensionamiento de equipos de proceso se puede observar que las dimensiones obtenidas son fácilmente encontradas en el mercado, lo que podría inferirse como una buena estimación para el diseño conceptual del proceso, además presentan coherencia y proporcionalidad con la capacidad de producción establecida en las bases de diseño.

Para el control de calidad del producto final del proceso diseñado, se comprobó la calidad al cumplir con todas las especificaciones y valores dados para el yogur entero en la Resolución 2310 de 1986. Se compararon los indicadores exigidos por la norma con los datos obtenidos de la muestra producida, demostrando que el producto estuvo bien pasteurizado, su preparación se realizó bajo buenas prácticas de higiene y seguridad alimentaria y corrobora, por tanto, el buen nivel de calidad que este tiene.

Tabla 4. Resultados pruebas de calidad yogur entero

<b>Prueba</b>	<b>Resultado teórico</b>	<b>Resultado real</b>
Materia grasa %m/m	Mín 2,5	3,51
Sólidos lácteos no grasos %m/m	7,0	11,2
Acidez como ácido láctico %m/m	0,70-1,50	0,90
Determinación de fostasa	Negativa	Negativa
NMP Coliformes totales/g	0-20	6
NMP Coliformes fecales/g	<3 - 0	0,00
Hongos y levaduras/g	200-500	430

Obteniendo un producto terminado de calidad tal como lo muestran las pruebas analizadas descritas en la **Tabla 4**, se procede a realizar el plan de negocios para la comercialización del mismo, para esto, se realizó una encuesta de investigación de mercado, a una muestra representativa, de las cuales aunque el 50% de la muestra respondió que pagaría entre \$3500 y \$4500 por una unidad individual de producto, para la evaluación financiera se fijó un precio de \$2500, puesto que se quiere fidelizar a los consumidores en los primeros años ofreciendo un producto de buena calidad a bajo costo e ir subiendo gradualmente el precio, también para evaluar financieramente el proyecto en un escenario más pesimista, asegurando que aun así se genere una tasa de retorno aceptable. Después de identificar y segmentar el mercado objetivo para el proyecto, y la estructura de costos e ingresos, se realizó el modelo de negocio asociado. Como resultado del modelo de negocio identificado se obtuvo la siguiente mezcla de mercado:

**Producto:** se tendrán 4 diferentes sabores de yogur entero artesanal (natural, piña, kiwi y frutos rojos), con mermeladas endulzadas con stevia y realizadas con 100% fruta natural, libres de colorantes, conservantes, saborizantes artificiales y azúcares añadidos en presentación tipo “sundae” de 200g.

**Precio:** se tuvo en cuenta el costo de producción por unidad, el análisis de la oferta del sector actual, el rango de precio aceptable por parte del consumidor y las estrategias de fidelización de los consumidores. Por esto, se aproximó a un precio de \$2500 por unidad.

**Promoción:** dadas las características del proyecto como su tamaño, tiempo en el mercado y reconocimiento de la marca, se estableció que los mecanismos de promoción serían por medio de redes sociales, alianzas con mercados saludables reconocidos de la ciudad y activaciones de marca en lugares concurridos de la ciudad y eventos donde haya flujo de potenciales consumidores.

**Plaza:** como objetivo para los primeros años de producción o puesta en marcha del proyecto se tiene prevista la distribución de los productos en un área delimitada, como lo es el Valle de Aburrá, el cual consta de 10 municipios con una población aproximada de 2'019.886 habitantes.

### Modelo de negocio

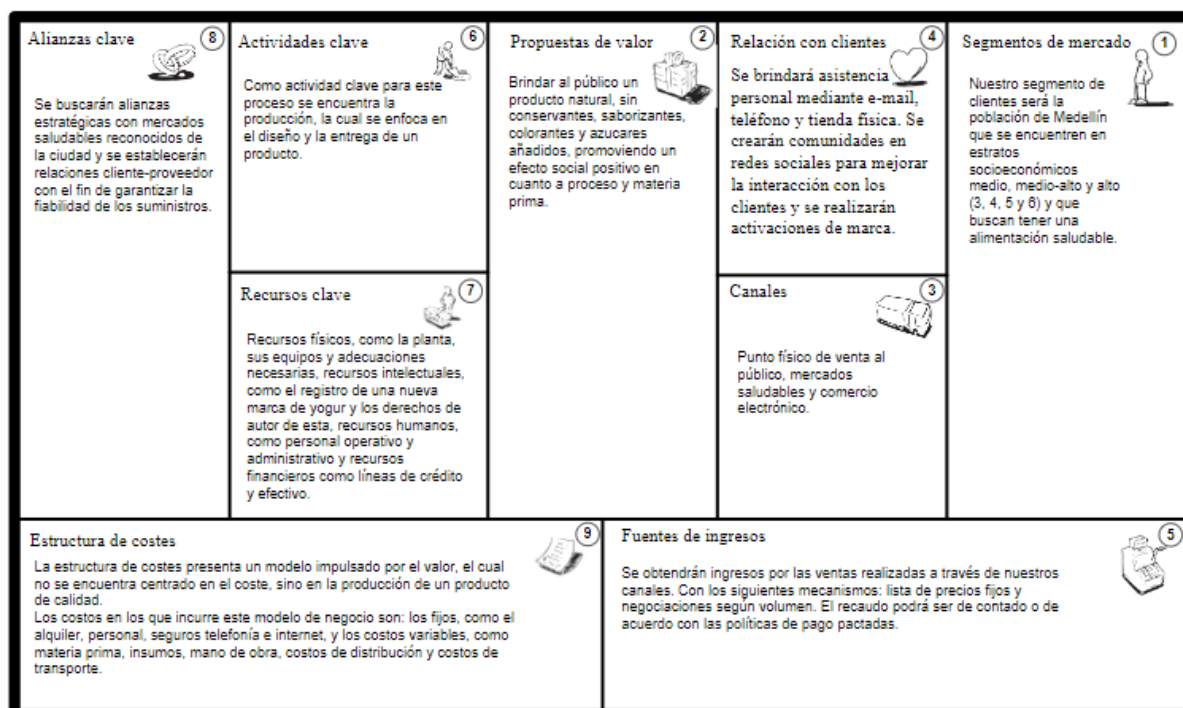


Ilustración 1. Modelo de negocio asociado

De acuerdo con todas las anteriores estimaciones, se obtuvo la proyección del flujo de caja para el inversionista a 10 años con el objetivo de determinar la rentabilidad y valor de las ganancias en un tiempo determinado para definir si el proyecto es aceptable o no. A continuación, se detallarán los resultados más importantes del flujo de caja anteriormente mencionado:

Periodo	Inversión	dk	FCI-dk	R	COMa	(R-COM-dk)*(1+t)+dk	Flujo de caja	Flujo de caja acumulado
0	-\$ 183.368.300	\$ 0	\$ -	\$ 0	\$ 0	\$ 0	-\$ 183.368.300	-\$ 183.368.300
1	\$ 0	\$ 19.305.960	-\$ 164.062.340	\$ 5.049.715.000	\$ 5.335.653.821	-\$ 466.790.036	-\$ 312.409.097	-\$ 495.777.397
2	\$ 0	\$ 19.305.960	-\$ 164.062.340	\$ 5.396.252.781	\$ 5.534.147.343	-\$ 215.114.796	-\$ 164.364.838	-\$ 660.142.235
3	\$ 0	\$ 19.305.960	-\$ 164.062.340	\$ 5.766.569.310	\$ 5.740.083.935	\$ 64.331.097	\$ 15.099	-\$ 660.127.136
4	\$ 0	\$ 19.305.960	-\$ 164.062.340	\$ 6.162.300.380	\$ 5.953.742.697	\$ 373.854.022	\$ 126.172.808	-\$ 533.954.328
5	\$ 0	\$ 19.305.960	-\$ 164.062.340	\$ 6.585.189.634	\$ 6.175.413.193	\$ 715.925.909	\$ 260.550.031	-\$ 273.404.296
6	\$ 0	\$ 16.576.700	-\$ 166.791.600	\$ 7.037.098.272	\$ 6.405.395.848	\$ 1.090.470.821	\$ 407.812.571	\$ 134.408.275
7	\$ 0	\$ 16.576.700	-\$ 166.791.600	\$ 7.520.018.954	\$ 6.644.002.351	\$ 1.505.804.926	\$ 570.870.415	\$ 705.278.690
8	\$ 0	\$ 16.576.700	-\$ 166.791.600	\$ 8.036.081.873	\$ 6.891.556.078	\$ 1.962.270.550	\$ 750.012.386	\$ 1.455.291.077
9	\$ 0	\$ 16.576.700	-\$ 166.791.600	\$ 8.587.557.387	\$ 7.148.392.533	\$ 2.463.156.953	\$ 946.509.532	\$ 2.401.800.609
10	\$ 0	\$ 16.576.700	-\$ 166.791.600	\$ 9.176.878.652	\$ 7.414.859.797	\$ 3.012.008.753	\$ 1.161.728.483	\$ 3.563.529.092

**Ilustración 2.** Flujo de caja del inversionista

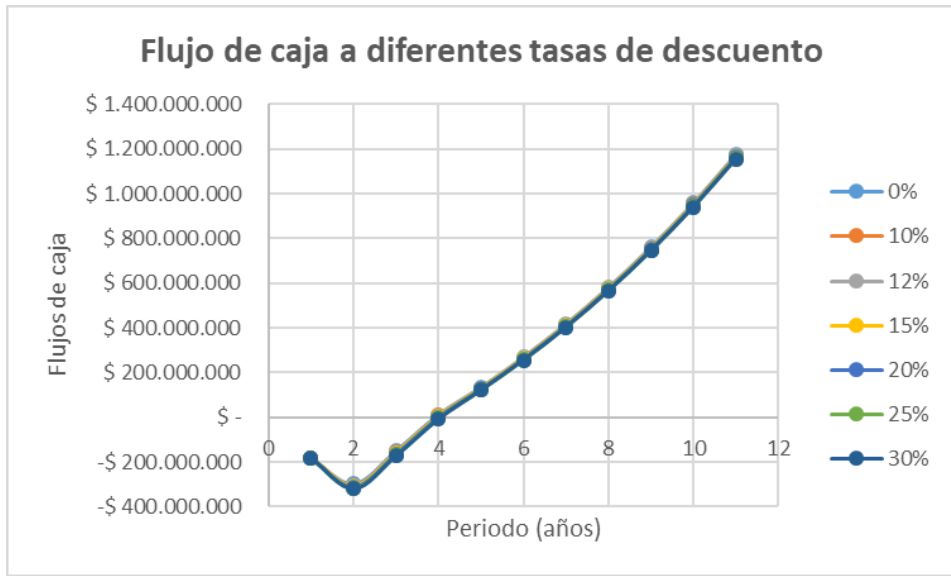
Como es posible observar en la Ilustración 2, en el periodo 4 se alcanza el punto de equilibrio, lo que quiere decir que la recuperación de la inversión se da a los tres años del inicio de la producción, en los periodos del 5 al 10 se evidencian ganancias que dan una rentabilidad del 31%. Aunque esta estimación es positiva, es de importancia recordar que la proyección del flujo se realizó de manera determinística, por lo cual, no es posible esperar que esta sea la rentabilidad en todos los escenarios posibles ya que pueden surgir riesgos que se materialicen y afecten las estimaciones.

Para realizar un análisis de diferentes escenarios, se estudiaron los criterios de evaluación financiera a distintas tasas de descuento para el proyecto, el cual se puede evidenciar en la Ilustración 3 y gráficamente en la Ilustración 4.

Resumen del escenario									
	Tasa de descuento 0%	Tasa de descuento 10%	Tasa de descuento 12,1%	Tasa de descuento 15%	Tasa de descuento 20%	Tasa de descuento 25%	Tasa de descuento 30%		
<b>Celdas cambiantes:</b>									
<b>TIO</b>	0%	10%	12%	15%	20%	25%	30%		
<b>Celdas de resultado:</b>									
<b>FC0</b>	-\$ 183.368.300	-\$ 183.368.300	-\$ 183.368.300	-\$ 183.368.300	-\$ 183.368.300	-\$ 183.368.300	-\$ 183.368.300	-\$ 183.368.300	-\$ 183.368.300
<b>FC_1</b>	-\$ 298.556.821	-\$ 304.831.361	-\$ 306.327.746	-\$ 308.482.028	-\$ 312.409.097	-\$ 316.564.077	-\$ 320.903.165	-\$ 320.903.165	-\$ 320.903.165
<b>FC_2</b>	-\$ 150.512.562	-\$ 156.787.102	-\$ 158.283.487	-\$ 160.437.768	-\$ 164.364.838	-\$ 168.519.818	-\$ 172.858.906	-\$ 172.858.906	-\$ 172.858.906
<b>FC_3</b>	\$ 12.362.108	\$ 7.592.835	\$ 6.096.449	\$ 3.942.168	\$ 15.099	\$ 4.139.882	\$ 8.478.969	\$ 8.478.969	\$ 8.478.969
<b>FC_4</b>	\$ 134.350.555	\$ 130.690.647	\$ 129.807.796	\$ 128.528.761	\$ 126.172.808	\$ 123.647.422	\$ 120.977.381	\$ 120.977.381	\$ 120.977.381
<b>FC_5</b>	\$ 269.167.122	\$ 265.231.618	\$ 264.305.379	\$ 262.974.543	\$ 260.550.031	\$ 257.979.422	\$ 255.283.612	\$ 255.283.612	\$ 255.283.612
<b>FC_6</b>	\$ 416.956.875	\$ 412.718.215	\$ 411.737.550	\$ 410.337.892	\$ 407.812.571	\$ 405.163.466	\$ 402.409.927	\$ 402.409.927	\$ 402.409.927
<b>FC_7</b>	\$ 580.647.375	\$ 576.075.243	\$ 575.027.201	\$ 573.538.028	\$ 570.870.415	\$ 568.096.829	\$ 565.237.958	\$ 565.237.958	\$ 565.237.958
<b>FC_8</b>	\$ 760.548.533	\$ 755.609.582	\$ 754.479.006	\$ 752.875.267	\$ 750.012.386	\$ 747.051.566	\$ 744.017.906	\$ 744.017.906	\$ 744.017.906
<b>FC_9</b>	\$ 957.956.703	\$ 952.614.251	\$ 951.383.453	\$ 949.634.930	\$ 946.509.532	\$ 943.276.709	\$ 939.968.503	\$ 939.968.503	\$ 939.968.503
<b>FC_10</b>	\$ 1.174.268.883	\$ 1.168.482.580	\$ 1.167.130.958	\$ 1.165.201.327	\$ 1.161.728.483	\$ 1.158.110.106	\$ 1.154.385.838	\$ 1.154.385.838	\$ 1.154.385.838
<b>TIR</b>	33%	32%	32%	32%	31%	31%	30%	30%	30%
<b>VPN</b>	\$ 3.673.820.472	\$ 1.405.178.071	\$ 1.134.558.073	\$ 830.992.363	\$ 449.103.211	\$ 190.228.565	\$ 11.787.320	\$ 11.787.320	\$ 11.787.320
<b>RBC</b>	1,06	1,04	1,03	1,03	1,02	1,01	1,01	1,01	1,00

**Ilustración 3.** Análisis de escenarios de flujo de caja

Como se puede observar en la Ilustración 3 e Ilustración 4 al hacer el análisis a distintas tasas de descuento (TIO) no se logra ver mayores variaciones en los criterios de evaluación financiera, siendo todos los escenarios positivos para invertir en el proyecto con unas rentabilidades significativas.



**Ilustración 4.** Análisis gráfico de escenarios de flujo de caja

#### 4. Conclusiones

Sobre el diseño conceptual realizado de la planta de producción, se puede inferir que este fue acertado puesto que las dimensiones logradas para cada equipo de proceso son proporcionales en cuanto a la capacidad de producción establecida, además, estas dimensiones se acercaron significativamente a los equipos ofrecidos en el mercado. Adicionalmente, se logró demostrar la importancia de los diseños conceptuales de procesos a la hora de tomar decisiones financieras de inversión en proyectos productivos, puesto que entrega información significativa para dimensionar la magnitud de costos incurridos del proyecto provenientes de inversiones en maquinaria, utilidades, costos de mano de obra, costos de inventario, costos de materias primas y otros datos como el dimensionamiento real de la planta para adquirir un terreno. Por otro lado, se identificó la necesidad de realizar el diseño conceptual de proceso antes de iniciar el plan HACPP del proyecto, ya que este establece las condiciones de operación como punto de partida para la determinación de puntos críticos de control y análisis de riesgos potenciales del proceso, brindando así, prevención para mejorar la inocuidad y calidad del producto.

Se logró comprobar la inocuidad del producto terminado y su buen nivel de calidad respecto a la normatividad, ya que se cumplió con la totalidad de pruebas tanto fisicoquímicas como microbiológicas exigidas obteniendo resultados sobresalientes. Un aspecto importante a considerar, es que, en la realización de la prueba organoléptica del producto, la muestra representativa confirmó que las características como olor, color, sabor y textura del producto cumplían con los estándares del mercado y al mismo tiempo cumplió con las expectativas de los consumidores.

Según la evaluación financiera del proyecto, se puede observar que la recuperación de la inversión se da después del cuarto año, puesto que en el año 0 se realizó una inversión de magnitud tal que en los primeros años se evidenció cómo el proyecto no alcanza su punto de equilibrio, por lo tanto, los ingresos no logran superar el pago de la deuda. A pesar de esto, proyectando un horizonte de tiempo de 10 años, se logró obtener una rentabilidad (TIR) del 31%, dato que es coherente con el sector industrial que se estudia ya que es similar a datos de rentabilidad encontrados en la literatura y esta idea la corrobora el VPN, el cual dio positivo de un orden de magnitud de \$ 449'103.211.

En conclusión, este proyecto demuestra cómo el diseño conceptual de un proceso, la gestión de la calidad y la evaluación financiera y de mercado crean una sinergia necesaria para tomar decisiones holísticas acertadas que a largo plazo se expresan en mayores rentabilidades, optimización de procesos y la consecución de productos con altos estándares de calidad para el mercado.

## 5. Tabla de Anexos

**Tabla 5.** Documentos adicionales incluidos con el proyecto de grado.

Nombre	Desarrollo	Tipo de Archivo	Enlace google drive
<b>Balance de materia</b>	Propio	Excel	<a href="http://tiny.cc/jutbfz">http://tiny.cc/jutbfz</a>
<b>Diagrama de bloques</b>	Propio	PDF	<a href="http://tiny.cc/7otbfz">http://tiny.cc/7otbfz</a>
<b>Diagrama de flujo de proceso</b>	Propio	PDF	<a href="http://tiny.cc/t9tbfz">http://tiny.cc/t9tbfz</a>
<b>Fichas técnicas de materias primas</b>	Terceros	PDF	<a href="http://tiny.cc/7wyxdz">http://tiny.cc/7wyxdz</a>
<b>Fichas técnicas de equipos cotizados</b>	Terceros	PDF	<a href="http://tiny.cc/2rsbfz">http://tiny.cc/2rsbfz</a>
<b>Cotizaciones de equipos comprados</b>	Terceros	PDF	<a href="http://tiny.cc/2ssbfz">http://tiny.cc/2ssbfz</a>
<b>Encuesta de investigación de mercados y prueba organoléptica</b>	Propio	PDF	<a href="http://tiny.cc/yb3wdz">http://tiny.cc/yb3wdz</a>
<b>Modelo de negocio</b>	Propio	PDF	<a href="http://tiny.cc/5zowdz">http://tiny.cc/5zowdz</a>
<b>Flujo de caja del inversionista</b>	Propio	Excel	<a href="http://tiny.cc/7xsbfz">http://tiny.cc/7xsbfz</a>
<b>Resultados gráficos de pruebas de calidad</b>	Propio	PDF	<a href="http://tiny.cc/kltbz">http://tiny.cc/kltbz</a>

## Referencias

- [1] «NTC 805 Productos lácteos: leches fermentadas,» Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC), Bogotá, D.C, 2005.
- [2] M. E. Vera Bárcenas, «Elaboración y aplicación gastronómica del yogur,» octubre 2011. [En línea]. Available: <http://dspace.uce.edu.ec/bitstream/123456789/1554/1/tgas18.pdf>. [Último acceso: 2019].
- [3] N. Babio Sánchez, G. Mena Sánchez y J. Salas-Salvadó, «Nuevas evidencias científicas sobre el beneficio del consumo de yogur,» s.f. [En línea]. Available: [http://www.iispv.cat/media/upload/arxiu/VARIS/Monografico\\_beneficios\\_yogur\\_AF.pdf](http://www.iispv.cat/media/upload/arxiu/VARIS/Monografico_beneficios_yogur_AF.pdf). [Último acceso: 2019].
- [4] La República, «Ocho de cada 10 hogares colombianos compran yogurt hoy en día,» 20 mayo 2019. [En línea]. Available: <https://www.larepublica.co/empresas/ocho-de-cada-10-hogares-colombianos-compran-yogurt-hoy-en-dia-2863515>. [Último acceso: 2019].
- [5] El País, «Casi todos los yogures tienen azúcar de más,» septiembre 2018. [En línea]. Available: [https://elpais.com/elpais/2018/09/18/ciencia/1537304180\\_209500.html](https://elpais.com/elpais/2018/09/18/ciencia/1537304180_209500.html).
- [6] K. B. Muñoz García, «Estudio de factibilidad del montaje de una planta de derivados lácteos en el municipio de La Cruz (Nariño),» 2015. [En línea]. Available: <https://stadium.unad.edu.co/preview/UNAD.php?url=/bitstream/10596/3664/1/27282407.pdf>.
- [7] M. Contreras, «Diseño de una planta agroindustrial de yogurt batido,» s.f. [En línea]. Available: [https://www.academia.edu/7397483/DISE%C3%91O\\_DE\\_UNA\\_PLANTA\\_AGROINDUSTRIAL\\_DE\\_YOGURT\\_BATIDO](https://www.academia.edu/7397483/DISE%C3%91O_DE_UNA_PLANTA_AGROINDUSTRIAL_DE_YOGURT_BATIDO).
- [8] Universidad de Piura, «Diseño de la línea de producción de yogurt a base de aguaymanto y yacón,» 2016. [En línea]. Available: [https://pirhua.udpe.edu.pe/bitstream/handle/11042/2833/PYT\\_Informe\\_Final\\_Proyecto%20YANUQ.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://pirhua.udpe.edu.pe/bitstream/handle/11042/2833/PYT_Informe_Final_Proyecto%20YANUQ.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- [9] L. T. Biegler, I. E. Grossman y A. W. Westerberg, Systematic methods of chemical process design, Prentice Hall PTR, 1997, pp. 55-202.
- [10] S. M. Walas, «Heuristics in Chemical Engineering,» de Chemical Process Equipment, 1990, pp. 1-19.
- [11] Gobierno de Colombia, «Resolución 2310 de 1986,» febrero 1986. [En línea]. Available: [http://biblioteca.saludcapital.gov.co/img\\_upload/03d591f205ab80e521292987c313699c/resolucion\\_2310\\_1986.pdf](http://biblioteca.saludcapital.gov.co/img_upload/03d591f205ab80e521292987c313699c/resolucion_2310_1986.pdf).
- [12] Universidad Católica Andrés Bello, «Titulación potenciométrica,» 2005. [En línea]. Available: [http://guayanaweb.ucab.edu.ve/tl\\_files/ingenieria\\_industrial/files/laboratorios/semana%20n%207%20titulacionpotenciometrica.pdf](http://guayanaweb.ucab.edu.ve/tl_files/ingenieria_industrial/files/laboratorios/semana%20n%207%20titulacionpotenciometrica.pdf).
- [13] O. A. Alcívar Peláez, «Evaluación de la acidez titulable en la elaboración de yogurt en base a la Norma INEN 2395 en lácteos nacionales,» 2016. [En línea]. Available: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/7661/1/alcivar.pdf>.
- [14] C. D. Calvo Niño y J. J. Gamba Rodríguez, «Equivalencia entre las pruebas convencionales y no convencionales para la determinación de la calidad composicional de la leche,» 2016. [En línea]. Available: <https://repositorio.unillanos.edu.co/jspui/bitstream/001/374/1/TESIS.docx>.

- [15] E. García Martínez, A. Fuentes López y I. Fernández Segovia , «Determinación de la calidad higiénica de la leche mediante la medición indirecta del tiempo de reducción de azul de metileno o prueba de la reductasa microbiana,» s.f. [En línea]. Available: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/38380/Eva%20Garc%C3%ADa.%20Calidad%20leche-2014.pdf>.
- [16] A. Camacho, M. Giles, M. Palao, B. Serrano y O. Velázquez, «Determinación de coliformes totales por cuenta en placa,» 2009 . [En línea]. Available: [http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/Tecnic-Basicas-Coliformes-en-placa\\_6528.pdf](http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/Tecnic-Basicas-Coliformes-en-placa_6528.pdf).
- [17] Petrifilm , «Placas Petrifilm para el recuento de coliformes,» s.f. [En línea]. Available: <https://multimedia.3m.com/mws/media/1409677O/guia-interpretacin-petrefilm-coliformes.pdf>.
- [18] S. Orjuela Córdova y P. Sandoval Medina , «Guía del estudio de mercado para la evaluación de proyectos,» diciembre 202 . [En línea]. Available: [https://www.eenbasque.net/guia\\_transferencia\\_resultados/files/Univ.Chile\\_Tesis\\_Guia\\_del\\_Estudio\\_de\\_Mercado\\_para\\_la\\_Evaluacion\\_de\\_Proyectos.pdf](https://www.eenbasque.net/guia_transferencia_resultados/files/Univ.Chile_Tesis_Guia_del_Estudio_de_Mercado_para_la_Evaluacion_de_Proyectos.pdf).
- [19] J. A. Serna Ramírez, «Metodología de identificación de componentes de marketing mix a partir de la adaptación de la Interpretative Structural Modelling y el análisis estructural MICMAC para una organización,» 2015. [En línea]. Available: <http://bdigital.unal.edu.co/53036/1/1017160629.2016.pdf>.
- [20] DANE, «Resultados Censo Nacional de Población y Vivienda 2018,» julio 2019. [En línea]. Available: <https://www.dane.gov.co/files/censo2018/informacion-tecnica/presentaciones-territorio/190709-CNPV-presentacion-medellin.pdf>.
- [21] Alcaldía de Medellín, «Perfil socioeconómico - Encuesta calidad de vida Medellín,» 2011. [En línea]. Available: <https://www.medellin.gov.co/irj/go/km/docs/wpccontent/Sites/Subportal%20del%20Ciudadano/Planeaci%C3%B3n%20Municipal/Secciones/Publicaciones/Documentos/Encuesta%20Calidad%20de%20Vida/ECV2011/Perfil%20Total%20Medellin%20Encuesta%20Calidad%20de%20Vida%202011>.
- [22] «The Business Model Canvas».
- [23] Economipedia , «Modelo Canvas,» s.f. [En línea]. Available: <https://economipedia.com/definiciones/modelo-canvas.html>.
- [24] J. M. Jaime Tobón , «Evaluación financiera de proyectos de emprendimiento derivados de resultados de investigación como paso para la creación de empresas de base tecnológica,» Medellín, 2012.
- [25] R. Turton , R. C. Bailie, W. B. Whiting y J. A. Shaeiwitz, Analysis, Synthesis, and Design of Chemical Processes, Prentice Hall , 2003.