

**EVALUACIÓN TÉCNICA Y FINANCIERA DE LA PRODUCCIÓN DE UNA
BEBIDA LÁCTEA A PARTIR DE SUERO DE LECHE PARA LÁCTEOS
LEVELMA**

PAULA VANESSA PARRADO CORTÉS

**FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA QUÍMICA
BOGOTÁ D.C.
2018**

**EVALUACIÓN TÉCNICA Y FINANCIERA DE LA PRODUCCIÓN DE UNA
BEBIDA LÁCTEA A PARTIR DE SUERO DE LECHE PARA LÁCTEOS
LEVELMA**

PAULA VANESSA PARRADO CORTÉS

**Proyecto integral de grado para optar al título de
INGENIERO QUÍMICO**

**FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA QUÍMICA
BOGOTÁ D.C.
2018**

Nota de aceptación

Presidente de jurado

Jurado 1.

Jurado 2.

Bogotá D.C. marzo de 2018

DIRECTIVAS DE LA UNIVERSIDAD

Presidente de la Universidad y Rector del Claustro

Dr. JAIME POSADA - PEÑA

Vicerrector de Desarrollo de Recursos Humanos

Dr. LUIS JAIME POSADA GARCÍA

Vicerrector Académica y de Posgrados

Dra. ANA JOSEFA HERRERA VARGAS

Secretario General

Dr. JUAN CARLOS POSADA GARCÍA

Decano de facultad de ingenierías

Ing. JULIO CÉSAR FUENTES ARISMENDI

Director Programa de Ingeniería Química

Ing. LEONARDO DE JESÚS HERRERA GUTIÉRREZ

Las directivas de la Universidad de América, los jurados y el cuerpo de docentes no son responsables por los criterios e ideas expuestas en el presente documento. Estos corresponden únicamente al autor.

Dedicado primeramente a Dios por guiar siempre mi camino, a mis padres por ser mi apoyo y alentarme a alcanzar mis sueños, a mis hermanos y mi familia por ser mi sostén, mi motor y por creer en todo momento en mí, y a todos los que de una u otra manera hicieron parte de este proceso de formación personal y profesional.

PAULA VANESSA PARRADO CORTÉS

AGRADECIMIENTOS

A Dios por iluminar cada paso de mi caminar durante este trayecto lleno de aprendizaje y de experiencias enriquecedoras que hicieron de mí la persona y profesional formada en valores que soy hasta el día de hoy.

A mis padres Lina Cortés Fierro y Víctor Parrado Durán por su apoyo, esfuerzo, paciencia y amor incondicional, a mis hermanos y familia por estar en cada etapa de mi vida y por impulsarme siempre a lograr cada una de mis metas.

Agradezco también al director del proyecto el señor Sergio Martínez en representación de Lácteos Levelma, por permitirme desarrollar este proyecto. Adicionalmente al señor Álvaro Gutiérrez, quien estuvo guiando el proceso productivo. Por supuesto, también a todo el personal administrativo y operativo de la empresa, quienes apoyaron las actividades realizadas.

A mi asesor el profesor Fernando Moreno por la orientación para la realización de este proyecto y en general a todos los profesores que con dedicación ayudaron a mi formación profesional durante toda la carrera.

CONTENIDO

RESUMEN	pág 15
INTRODUCCIÓN	16
OBJETIVOS	17
1. MARCO TEÓRICO	18
1.1 BEBIDA LÁCTEA A PARTIR DEL LACTOSUERO	18
1.2 LACTOSUERO	19
1.3 LECHE	21
1.4 BACTERIAS ÁCIDO LÁCTICAS	22
1.5 ÁCIDO LÁCTICO	24
1.6 PECTINA	24
1.7 QUESO	25
2. GENERALIDADES	27
2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	27
2.2 MATERIALES	28
2.2.1 Lactosuero	28
2.2.2 Leche	28
2.2.3 Bacterias Ácido Lácticas	29
2.2.4 Pectina	30
2.2.5 Azúcar Blanca	30
2.2.6 Colorante	31
2.2.7 Saborizante	31
2.3 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	31
2.4 DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS	33
3. DESARROLLO EXPERIMENTAL	35
3.1 METODOLOGÍA	35
3.2 PANEL SENSORIAL	41
3.3 BALANCE DE MASA	43
3.4 OPERACIONES UNITARIAS	47
3.4.1 Caracterización	47
3.4.2 Mezclado	47
3.4.3 Pasteurizado	47
3.4.4 Enfriamiento	48
3.4.5 Inoculación	48
3.4.6 Incubación	48
3.4.7 Coloración y Saborización	49
3.4.8 Filtración y Envasado	49
3.4.9 Almacenamiento	50
4. COSTOS	51
4.1 COSTOS DE MATERIAS PRIMAS	51
4.2 COSTOS DE EMPAQUE	51

4.3 COSTOS DE MANO DE OBRA	52
4.4 COSTOS DE SERVICIOS DE PRODUCCIÓN	52
4.5 PRECIO DE VENTA ESTIMADO	53
5. CONCLUSIONES	54
6. RECOMENDACIONES	56
BIBLIOGRAFÍA	57

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Composición del lactosuero dulce y ácido	20
Tabla 2. Composición de la leche	21
Tabla 3. Vitaminas de la leche y necesidades diarias	22
Tabla 4. Caracterización del lactosuero	28
Tabla 5. Caracterización de la leche	29
Tabla 6. Guía de selección del cultivo	30
Tabla 7. Composiciones de cada una de las pruebas	32
Tabla 8. Resultados de pH y acidez del primer lote de pruebas	38
Tabla 9. Resultados de pH y acidez del segundo lote de pruebas	39
Tabla 10. Análisis de varianza para pH	40
Tabla 11. Panel de análisis sensorial	42
Tabla 12. Resultados según los encuestados que aprobaron la bebida	43
Tabla 13. Balance global por corriente	45
Tabla 14. Costo de materias primas en \$ para 500l de producto	51
Tabla 15. Costo de empaques en \$ para 500l de producto	52
Tabla 16. Costo de mano de obra en \$	52
Tabla 17. Costo de servicio de producción en \$	53
Tabla 18. Resumen de costos totales en \$ para la producción de 500l de producto	53

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Fermentación láctica homofermentativa	22
Figura 2. Fermentación láctica heterofermentativa	23
Figura 3. Ruta metabólica durante la fermentación industrial de la leche para obtención de yogurt	24
Figura 4. Ácido galacturónico y ácido galacturónico metoxilado	25
Figura 5. Lactosuero	28
Figura 6. Leche	29
Figura 7. Cultivo	29
Figura 8. Pectina	30
Figura 9. Azúcar	31
Figura 10. Saborizante	31
Figura 11. Bebida escogida del 50% de suero con pectina	41
Figura 12. Pasteurización hasta 85°C	48
Figura 13. Incorporación y rotulación de la mezcla para incubar	48
Figura 14. Adición de colorante y saborizante	49
Figura 15. Envase de las muestras	49
Figura 16. Almacenamiento	50

LISTA DE DIAGRAMAS

	pág.
Diagrama 1. Diagrama de proceso para la elaboración de la bebida	19
Diagrama 2. Método de elaboración de la bebida	37

LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Descripción de equipos	33

GLOSARIO

BEBIDA LÁCTEA. Las bebidas o fórmulas lácteas son bebidas nutricionales análogas de la leche, que se pueden elaborar a partir de lactosueros no salados. El contenido de proteína de las bebidas lácteas nutricionales debería ser el mismo de la leche, ≈ 30 g/L, pero su contenido de grasa puede variar dentro del rango entre 1 y 33 g/L, como lo es en las leches descremada, semidescremada y entera.

COLORANTE. Es un aditivo que es añadido al producto para generar un color propio y llamativo al consumidor.

CULTIVO. Iniciadores de tipo bacteriano que cumplen la función de producir ácido láctico a partir de la lactosa, generar el cambio de estado líquido a gel o coloide debido al pH característico que alcanza la caseína y la consecuente inhibición de microorganismos acompañantes no deseados.

ESENCIA. Sustancia de olor intenso que proporciona a la bebida un aroma característico.

INOCULACIÓN. Implantar un organismo vivo sobre una sustancia determinada. En la industria del yogurt, en la leche se introduce un cultivo bacteriano iniciador con el fin que ésta se transforme en yogurt.

PASTEURIZACIÓN. Proceso térmico realizado a sustancias líquidas con el fin de reducir su acidez y eliminar microorganismos patógenos.

PECTINA. Polisacárido natural, uno de los constituyentes mayoritarios de las paredes de las células vegetales. Forman geles en medios ácidos en presencia de cantidades grandes de azúcar, situación que se produce en las mermeladas, una de sus aplicaciones fundamentales.

PROTEÍNA. Biopolímero compuesto por aminoácidos que aparecen encadenados, que a su vez forman enlaces peptídicos.

RESUMEN

Lácteos Levelma es una compañía que se encarga de elaborar productos derivados de la leche en donde el 80% de su producción se centra en la fabricación de quesos tanto frescos como madurados. El proceso de elaboración de quesos genera una gran cantidad de lactosuero el cual es un subproducto con un gran potencial, ya que tiene buen valor nutricional.

Dicho potencial fue el que dio paso para evaluar diferentes opciones que le permitieran a la empresa sacar el mayor provecho del lactosuero, el cual actualmente es recolectado y vendido como alimento para animales principalmente, lo que deja ganancias poco significativas a la empresa.

La opción más viable fue producir una bebida láctea a partir del suero de leche, ya que la empresa contaba con la mayor parte de los recursos para su elaboración. Para ello se procedió a realizar experimentos con diferentes concentraciones de lactosuero y pectina para así determinar la combinación más adecuada para el cumplimiento de los objetivos.

Palabras claves: Bebida láctea, lactosuero, pectina, fermentación, bacterias ácido lácticas.

INTRODUCCIÓN

Lácteos Levelma es una empresa con más de 30 años en el mercado dedicada a la elaboración de productos derivados de la leche con el concepto de ser naturales y frescos por lo que no utilizan conservantes químicos en sus productos pero que aún cuentan con procesos bastante artesanales. Entre su portafolio de productos se encuentran kumis, yogures, crema de leche, helados, etc. pero el 80% de su producción se centra en la fabricación de quesos frescos y madurados.

Debido a que el proceso de manufactura de quesos genera aproximadamente 207.900 litros de lactosuero al mes, se propone como objetivo principal del proyecto de investigación evaluar una opción más rentable de utilización de dicho subproducto el cual posee alto valor nutricional por su composición y que actualmente es vendido como alimento para animales, lo cual deja ganancias inferiores a los \$17'000.000.

Por esta razón se planteó evaluar la producción de una bebida láctea, donde se pudiera dar un uso más beneficioso a este lactosuero y que adicionalmente causara un avance económico para la empresa y que ayudara a aumentar su portafolio de productos para así posicionar mejor la marca.

Para escoger la bebida láctea se tuvieron en cuenta parámetros como el pH, la separación de fases entre el lactosuero y la leche, buenas características organolépticas según el panel sensorial que se realizó y el factor económico.

Se realizaron 2 lotes de pruebas que incluían porcentajes de lactosuero del 40, 50 y 60% con y sin pectina para utilizarlo como estabilizante, ya que la leche y el suero tienden a formar fases heterogéneas.

Finalmente, después de 30 días se realizaron las pruebas de estabilidad a las muestras y pudimos identificar que la bebida más estable, con mejores características organolépticas y que genera gran rentabilidad para la empresa es la que de 50% de lactosuero con pectina.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Evaluar técnica y financieramente la producción de una bebida láctea partiendo del suero de leche en Lácteos Levelma.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Detallar las materias primas para la producción de la bebida láctea.
2. Establecer la formulación de la bebida experimentalmente.
3. Especificar el proceso de producción de la bebida y las operaciones unitarias.
4. Realizar la evaluación financiera para la producción de la bebida láctea.

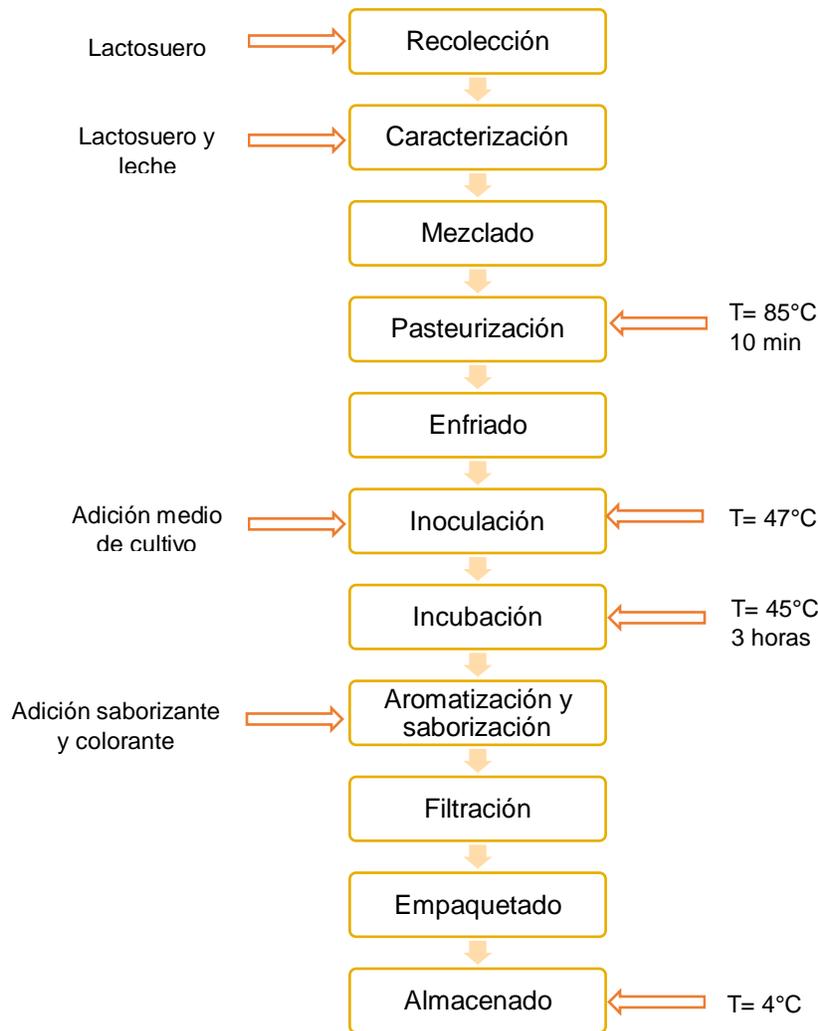
1. MARCO TEÓRICO

En este capítulo se expone la descripción de las materias primas teniendo en cuenta las normas y especificaciones requeridas que se deben cumplir para la elaboración del producto y que así generen confianza para el consumidor al momento de su ingesta.

1.1 BEBIDA LÁCTEA A PARTIR DEL LACTOSUERO

Una bebida láctea proveniente del lactosuero se puede definir como una bebida nutricional análoga a la leche que puede ser saborizada, enriquecida, descremada, deslactosada, etc. que adquiere las propiedades nutricionales de su materia prima principal y también de la leche por lo que es posible afirmar que tiene valores significativos de proteína, grasa y carbohidrato. Actualmente en Colombia no se tienen estándares normativos de la bebida láctea como tal, por lo que en el proyecto fue necesario seguir las pautas de la elaboración del yogurt que es el producto que más se asemeja.

Diagrama 1. Diagrama de proceso para la elaboración de la bebida



1.2 LACTOSUERO

El lactosuero o suero de leche es la sustancia líquida de color amarillento que se obtiene al separar el coágulo de la leche en la elaboración de quesos. Existen dos tipos de suero: el dulce originado por la coagulación de la renina que se obtiene de quesos duros, semiduros y frescos en los que generalmente se utiliza cuajo, su pH > 5,8. El ácido se genera al separar la caseína por proceso de fermentación o de la adición de ácidos orgánicos, su pH varía entre 5 – 5,8.¹

¹ MONTERO, G. S. "ELABORACIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DE UNA BEBIDA A BASE DE SUERO DE LECHE Y AVENA (Avena sativa), PARA PRODUCCOOP "EL SALINERITO"". Riobamba, Ecuador. (2012).

Tabla 1. Composición del lactosuero dulce y ácido

Componente	Lactosuero dulce (g/L)	Lactosuero ácido (g/L)
Sólidos totales	63,0- 70,0	63,0- 70,0
Lactosa	46,0- 52,0	44,0- 46,0
Proteína	6,0- 10,0	6,0- 8,0
Calcio	0,4- 0,6	1,2- 1,6
Fosfatos	1,0- 3,0	2,0- 4,5
Lactato	2,0	6,4
Cloruros	1,1	1,1

HUERTAS, R. A. LACTOSUERO: IMPORTANCIA EN LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS. Colombia. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v62n1/a21v62n1.pdf>. (Abril de 2009).

Este subproducto es de gran valor nutricional ya que está compuesto por proteínas (seroproteínas: α -lactoalbúmina, β -lactoglobulina, inmunoglobulinas) formadas de aminoácidos esenciales tales como el triptófano, la lisina y aminoácidos azufrados, además de vitaminas (A, B12, C, D, E) y minerales (P, Mg, Zn, Fe, Cu) vitales para un correcto desarrollo de las funciones del cuerpo humano.

- **Triptófano.** Aminoácido esencial, es decir que se obtiene únicamente por la dieta ya que el cuerpo no lo sintetiza, encontrado en alimentos como cereales integrales, leche, huevos, carne y pescado. Contribuye en la producción de niacina (vitamina B3) y también cumple funciones reguladoras de serotonina.
- **Lisina.** Aminoácido esencial de gran importancia para la formación de colágeno, absorción de calcio y producción de hormonas, enzimas y anticuerpos. Se encuentra en la levadura de cerveza, algas, soya, huevos, lácteos, etc.
- **Aminoácidos azufrados.** Algunos son la metionina (esencial para la formación de proteínas y para evitar la fragilidad muscular u ósea) y la cistina (tiene efectos facilitadores en la eliminación de sustancias tóxicas y es beneficioso para las uñas, el cabello y la piel).
- **Seroproteínas.** Grupo de proteínas obtenidas al eliminar la caseína por algún método de precipitación, en las que se encuentran la α -lactoalbúmina que cumple un papel esencial en la síntesis de la lactosa, la β -lactoglobulina la cual es la proteína más abundante del lactosuero procedente de bovinos y las inmunoglobulinas que constituyen aproximadamente el 10 - 15% de la proteína de suero y son conocidas como anticuerpos.

1.3 LECHE

Es una emulsión de grasa en agua ya que su composición es de 87% agua y el restante contiene sólidos totales, grasa, proteínas (caseína, α -lactoalbúmina. β -lactoglobulina), lactosa, vitaminas (A, B1, B2, C, D) y minerales (Ca, Na, K, Mg). Se obtiene de las glándulas mamarias de las hembras de los mamíferos, es de color blanco, sabor dulce y su pH generalmente varía entre 6,5 – 6,7.²

Tabla 2. Composición de la leche

Constituyente Principal	Límites de Variación	Valor Medio
Agua	85,5 – 89,5	87,5
Sólidos totales	10,5 – 14,5	13,0
Grasa	2,5 – 6,0	3,9
Proteínas	2,9 – 5,0	3,4
Lactosa	3,6 – 5,5	4,8
Minerales	0,6 – 0,9	0,8

PAK, T. *Manual de Industrias Lácteas*. (1996).

- **Caseína.** Grupo de proteínas (alfa, kappa y beta) dominantes en la leche halladas en forma de micelas en presencia de calcio. Se puede precipitar por ácido o por enzimas.
- **Grasa.** Se presenta en el suero de la leche como pequeñas gotas dispersas compuesta por triglicéridos en mayor parte, di y mono glicéridos, ácidos grasos, esteroides, carotenoides (color amarillo de la grasa), vitaminas (A, D, E, y K).
- **Lactosa.** Azúcar que se encuentra únicamente en la leche y pertenece al grupo químico orgánico denominado hidratos de carbono o carbohidratos, los cuales son la fuente más significativa de energía en la dieta.
- **Vitaminas.** Esenciales para el normal desarrollo del cuerpo humano. En la tabla se muestran las cantidades encontradas en la leche:

² PAK, T. *Manual de Industrias Lácteas*. (1996).

Tabla 3. Vitaminas de la leche y necesidades diarias

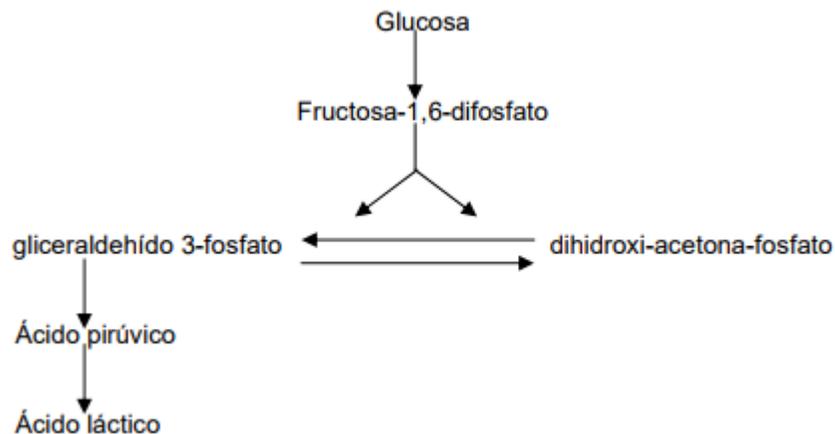
Vitamina	Cantidad (mg) en 1L de leche	Necesidades diarias de un adulto (mg)
A	0,2 – 2	1 – 2
B1	0,4	1 – 2
B2	1,7	2 – 4
C	5 – 20	30 – 100
D	0,002	0,01

PAK, T. *Manual de Industrias Lácteas*. (1996).

1.4 BACTERIAS ÁCIDO LÁCTICAS

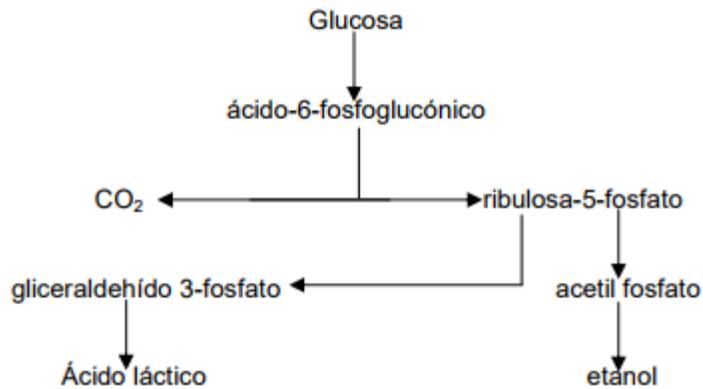
Son bacterias anaerobias facultativas y Gram positivas las cuales toman la lactosa como fuente de carbono para fermentarla y generar ácido láctico. Se utilizan para la producción de yogurt, kumis, queso, etc. Pueden ser homofermentativas (el producto final de la fermentación es únicamente ácido láctico) o heterofermentativas (se pueden producir otras sustancias diferentes al ácido láctico como anhídrido carbónico e hidrógeno).

Figura 1. Fermentación láctica homofermentativa



HERRERA, E. A. (s.f.). Bacterias ácido-lácticas (BAL): aplicaciones como cultivos estérter para la industria láctea y cárnica.

Figura 2. Fermentación láctica heterofermentativa



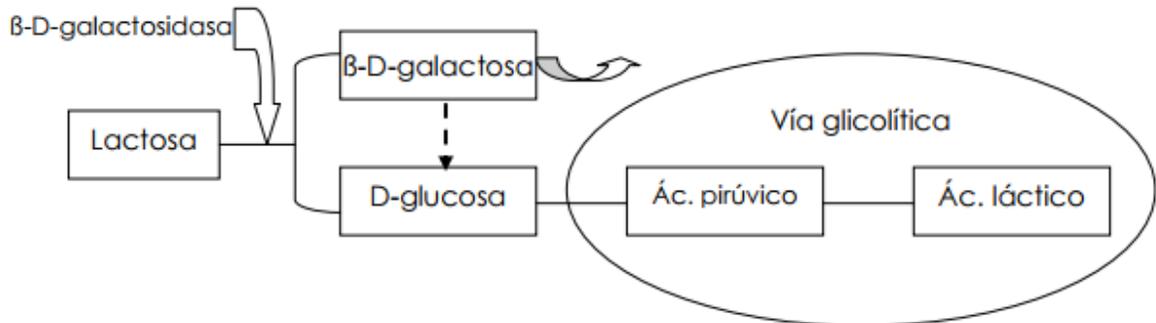
HERRERA, E. A. (s.f.). Bacterias ácido-lácticas (BAL): aplicaciones como cultivos estériles para la industria láctea y cárnica.

- **Lactobacillus Bulgaricus.** Es una bacteria láctea homo fermentativa. Se desarrolla muy bien entre 42 y 45°C, produce disminución del pH, puede producir hasta un 2,7% de ácido láctico, produce hidrolasas que hidrolizan las proteínas. Esta es la razón por la que se liberan aminoácidos como la valina, la cual tiene interés porque favorece el desarrollo del *Streptococcus thermophilus*.³
- **Streptococcus Termophilus.** Es una bacteria homo fermentativa termorresistente produce ácido láctico como principal producto de la fermentación, se desarrolla a 37- 40°C, pero puede resistir 50° e incluso 65°C media hora. Tiene menor poder de acidificación que el *Lactobacillus*. En el yogur viven en perfecta simbiosis.⁴

³ MONTERO, G. S. "ELABORACIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DE UNA BEBIDA A BASE DE SUERO DE LECHE Y AVENA (Avena sativa), PARA PRODUCCION "EL SALINERITO"". Riobamba, Ecuador. (2012).

⁴ MONTERO, G. S. "ELABORACIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DE UNA BEBIDA A BASE DE SUERO DE LECHE Y AVENA (Avena sativa), PARA PRODUCCION "EL SALINERITO"". Riobamba, Ecuador. (2012).

Figura 3. Ruta metabólica durante la fermentación industrial de la leche para obtención de yogurt



HERRERA, E. A. (s.f.). Bacterias ácido-lácticas (BAL): aplicaciones como cultivos estárter para la industria láctea y cárnica.

1.5 ÁCIDO LÁCTICO

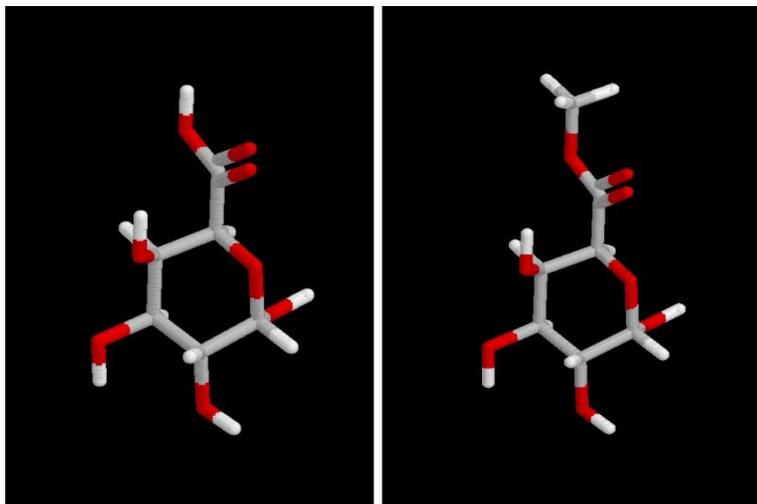
El ácido láctico es un compuesto orgánico versátil usado comúnmente en la industria química como acidulante en productos alimenticios, como purgante en forma de lactato de calcio o lactato de magnesio, como removedor de sales de calcio, etc. que puede ser obtenido por vía química por una reacción de agregación del acetaldehído al cianuro de hidrogeno produciendo lactonitrilo, o por vía biotecnológica la cual se realiza dependiendo del sustrato y de las bacterias usadas ya que pueden ser homofermentativas o heterofermentativas.

1.6 PECTINA

Está constituida fundamentalmente por largas cadenas formadas por unidades de ácido galacturónico, que puede encontrarse como tal ácido, con el grupo carboxilo libre, o bien o con el carboxilo esterificado por metanol (metoxilado).⁵

⁵CALVO, M. "Bioquímica de los alimentos – Pectinas." (s.f.). Obtenido de <http://milksci.unizar.es/bioquimica/temas/azucares/pectinas.html>

Figura 4. Ácido galacturónico y ácido galacturónico metoxilado



CALVO, M. "Bioquímica de los alimentos – Pectinas." (s.f.).
Obtenido de <http://milksci.unizar.es/bioquimica/temas/azucares/pectinas.html>

Es un gelificante proveniente de frutos cítricos que funciona muy bien a pH ácido por lo que se permite utilizar en productos como yogurt, bebidas de yogurt o bebidas ácidas, ya que la pectina negativamente cargada se adsorbe en la superficie de las partículas de caseína positivamente cargadas, protegiendo de esta forma la proteína y manteniendo la estabilidad de la bebida. Su máxima estabilidad está en torno a pH 4.⁶

1.7 QUESO

Es un concentrado lácteo constituido principalmente por proteínas (caseína) y grasa donde el líquido residual se denomina lactosuero. Es sólido o semisólido, madurado o fresco, obtenido por coagulación total o parcial. Los tipos son:

- **Queso curado o madurado.** No se puede consumir al instante de haberse fabricado ya que debe estar sometido a tratamientos térmicos durante un tiempo determinado para que obtenga sus cambios físicos y químicos.

⁶ *INDUSTRIA ALIMENTICIA*. Uso de gomas y estabilizantes en productos Lácteos. Obtenido de <https://www.industriaalimenticia.com/articulos/86801-uso-de-gomas-y-estabilizantes-en-productos-lacteos>. (2013).

- **Queso madurado o curado con mohos.** Se somete a cambios bioquímicos a partir de mohos que pueden estar en el interior o en el exterior del queso.
- **Queso no madurado, no curado o fresco.** Se puede consumir una vez se ha terminado su fabricación.

2. GENERALIDADES

En este capítulo se muestran las generalidades del proyecto como la descripción de la empresa, de las materias primas, del proceso y de los equipos teniendo en cuenta el objetivo base que es obtener una bebida láctea a partir del suero de leche que tenga buenas características organolépticas y valores nutricionales.

2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

Lácteos Levelma es una empresa con 36 años en el mercado de la industria de derivados lácteos ofreciendo productos de altísima calidad, 100% naturales y libres de cualquier tipo de preservantes químicos. Está conformada por un grupo de accionistas que cuenta con personal joven, comprometido y especializado con la competencia necesaria para desarrollar cada una de las metas propuestas garantizando la calidad e inocuidad de los productos que son ofrecidos a los consumidores. Poseen un portafolio de productos con una variada línea de quesos frescos, quesos maduros, repostería y helados, que suman en total más de 127 referencias de marca y formulaciones propias. Todos los procedimientos que son llevados a cabo han sido verificados y validados, hasta obtener productos inocuos con las características que desea la compañía cumpliendo los límites de todos los parámetros establecidos por la legislación.⁷

Actualmente la empresa aún cuenta con procesos bastante artesanales ya que no cuentan con operación de homogeneizado que se utiliza en la industria alimenticia para evitar una línea de crema y la sedimentación en productos lácteos; para mejorar la viscosidad, el sabor y la textura de bebidas a base de crema o de jugo; para mejorar la sensación en la boca de bebidas de soja; y para evitar la separación del suero en el yogurt⁸; tampoco cuentan con equipos como un viscosímetro que faciliten la medida de las características reológicas como la textura. Es por esto que el proyecto está limitado por los alcances con los que cuenta la empresa, lo cual tendrá efectos sobre el producto final.

⁷ LEVELMA, L. (s.f.). *Levelma*. Obtenido de <http://www.lacteoslevelma.com/ser-saludable.php>

⁸ PAK, T. *Manual de Industrias Lácteas*. (1996).

2.2 MATERIALES

2.2.1 Lactosuero. El suero utilizado fue suero dulce extraído de los procesos de producción de queso que se llevan a cabo en la empresa. Su caracterización dio los siguientes resultados:

Tabla 4. Caracterización del lactosuero

Parámetro	Resultado
Acidez	0.105%
Ph	6.27
Grasa	0.4%
Proteína	2.8%
Lactosa	4.58%

Fuente: Lácteos Levelma

Figura 5. Lactosuero



2.2.2 Leche. La leche que se compra a \$1.140 el litro, debe tener unos requerimientos específicos planteados en la empresa, que se miden cuando llega a la planta los cuales son: 3.0 - 3.5% de grasa, <0.13 - 0.16% de acidez, 6.6 de pH, lactosa > 8.4. Su caracterización en este caso fue:

Tabla 5. Caracterización de la leche

Parámetro	Resultado
Acidez	0.14%
Ph	6,64
Grasa	3.5%
Lactosa	4.70%

Fuente: Lácteos Levelma

Figura 6. Leche



2.2.3 Bacterias ácido lácticas. Se utilizó el cultivo adquirido por la empresa denominado YO-MIX 885 que contiene *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*, ya que estos son los microorganismos apropiados para mejorar las características organolépticas de la bebida y su tiempo de fermentación es mucho más rápido y eficiente que el cultivo YO-MIX 205 por ejemplo.

Figura 7. Cultivo



En la siguiente tabla se evidencian las características que le aporta este cultivo a la bebida:

Tabla 6. Guía de selección del cultivo

Producto	Composición	Características del Producto		
		Tiempo de Fermentación	Espesor	Suavidad
YO-MIX™ 885	ST, LB	Rápido	Muy alto	Extra suave

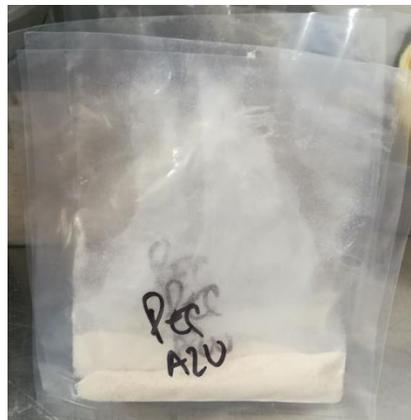
Tomado de: (Danisco) Cultivos de yogurt liofilizado.

ST: Streptococcus thermophilus

LB: Lactobacillus bulgaricus

2.2.4 Pectina. La pectina fue comprada a \$55.000 el kilo, es uno de los gelificantes más económicos y se usó en la mitad de las muestras porque es un estabilizante y gelificante el cual es extraído de fuente natural que aporta propiedades como mejorar el sabor y la textura (aportando suavidad) además de ayudar a preservar la acidez por lo que aumenta la vida útil de la bebida.

Figura 8. Pectina



2.2.5 Azúcar blanca. Hidrato de carbono de mayor grado de pureza al ser refinada. Se utilizó este material, ya que la azúcar blanca se diluye más rápido que la morena, no aporta color a la mezcla y su sabor es menos intenso.

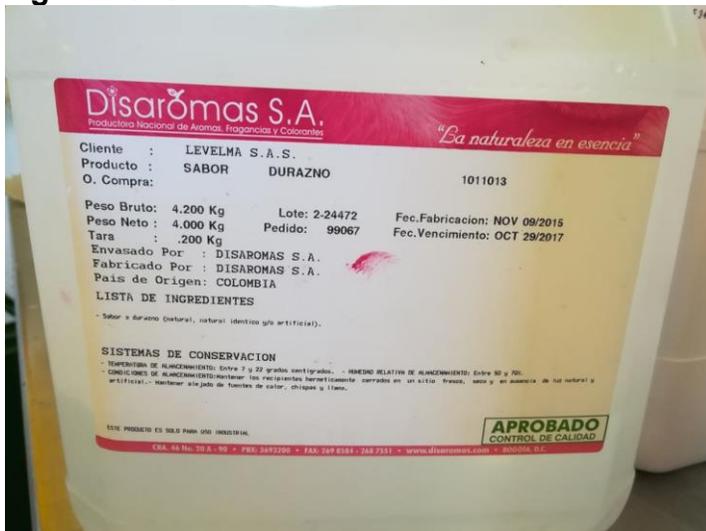
Figura 9. Azúcar



2.2.6 Colorante. Se utilizó un colorante natural aislado de las semillas del árbol de annato para dar una coloración entre amarillo y naranja para simular el melocotón.

2.2.7 Saborizante. Se utilizó un saborizante idéntico al durazno para simular su sabor, ya que este es uno de los sabores estándares dentro de la empresa.

Figura 10. Saborizante



2.3 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

Se realizaron 2 lotes de pruebas iguales en donde los porcentajes de lactosuero fueron del 40%, 50% y 60% con pectina y sin pectina, de la siguiente manera:

Tabla 7. Composiciones de cada una de las pruebas

Prueba	Suero	Leche	Azúcar	Pectina	Cultivo	Colorante	Esencia
1 (40% suero sin pectina)	1.2 L	1.49 L	310 g	-	0.2 g	3 gotas	5 gotas
2 (40% suero con pectina)	1.2 L	1.49 L	310 g	0.9 g	0.2 g	3 gotas	5 gotas
3 (50% suero sin pectina)	1.345 L	1.345 L	310 g	-	0.2 g	3 gotas	5 gotas
4 (50% suero con pectina)	1.345 L	1.345 L	310 g	0.9 g	0.2 g	3 gotas	5 gotas
5 (60% suero sin pectina)	1.8 L	0.89 L	310 g	-	0.2 g	3 gotas	5 gotas
6 (60% suero con pectina)	1.8 L	0.89 L	310 g	0.9 g	0.2 g	3 gotas	5 gotas

2.4 DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS

Cuadro 1. Descripción de equipos

Equipo	Especificación	Imagen
MARMITA	<p>La marmita es una cámara de calentamiento que rodea el recipiente donde se coloca el material que se desea calentar, este calentamiento se realiza circularmente por el vapor suministrado desde la caldera a cierta presión. Se utiliza en procesos que involucren transferencia de calor indirectamente. En este caso se usó para la pasteurización de la mezcla ya que era poca cantidad.</p> <ul style="list-style-type: none">• Capacidad: 40L.	
MILKSCOPE JULIE C2	<p>Es un pequeño analizador móvil alimentado por una batería de automóvil que puede funcionar a 220V, 110V o 12V. Está hecho de una lámina de aluminio de 2mm. Se utiliza colocando la copa de muestra de sólo 15 mL debajo de la pipeta y el análisis empieza automáticamente. Es adecuado para todos los tipos de leche animal y puede medir grasa, lactosa, agua, etc.</p>	

Cuadro 1. (Continuación)

Equipo	Especificación	Imagen
PH-METRO	<p>Un phmetro digital o portátil es un instrumento científico que mide la actividad de los iones de hidrógeno en las soluciones a base de agua, indicando su acidez o alcalinidad expresada como pH. El phmetro mide la diferencia de potencial eléctrico entre un electrodo de pH y un electrodo de referencia, por lo que el medidor de pH a veces se denomina phmetro potenciométrico. Su principio de funcionamiento consiste en medir el potencial a través de una membrana de vidrio que separa dos soluciones con diferente concentración de protones. Se utilizó para caracterizar el lactosuero y la leche.</p>	
TERMÓMETRO DE MERCURIO	<p>Es un instrumento que permite medir la temperatura. Consta de un bulbo de vidrio que incluye un pequeño tubo capilar el cual contiene mercurio, que se dilata de acuerdo a la temperatura y permite medirla sobre una escala graduada.</p>	

3. DESARROLLO EXPERIMENTAL

En este capítulo se explicará la experimentación realizada a escala piloto en la planta para la elaboración de la bebida, demostrando el procedimiento paso a paso en donde se realizaron muestras con ciertos porcentajes elegidos por el área de producción de la planta, de manera que fueran múltiplos de diez para que así fuera más práctico hacer los cálculos de las otras materias primas. Estos valores fueron del 40%, 50% y 60% de lactosuero ya que anteriormente en la empresa se había pretendido hacer una bebida pero con 30% de lactosuero, por lo que el propósito en este caso es que la bebida escogida sea de una mayor cantidad de esta materia prima para así minimizar costos pero manteniendo el estándar de calidad de $\text{pH} < 4,6$ el cual está relacionado con la manufactura del yogurt convencional ya que el proceso de elaboración de la bebida láctea es nuevo y no se encuentra estandarizado. No se evaluó la bebida con un porcentaje mayor al 60% ya que habría gran separación de fases del producto terminado.⁹

En el caso de la pectina, es un gelificante que no se maneja usualmente en la empresa por lo que se tuvo en cuenta la bibliografía para poder escoger la cantidad más adecuada que fue del 0.3% para obtener una mayor estabilidad del producto.¹⁰ Por otro lado el resto de materias primas, el tiempo de incubación y las temperaturas se tomaron de la metodología estandarizada para la elaboración del yogurt convencional.

3.1. METODOLOGÍA

- **Hipótesis nula (Ho).** El pH de la bebida no disminuye por la pectina, sino por el lactosuero.
- **Hipótesis alterna (Hi).** El pH de la bebida disminuye por la pectina.
- **Variables.**
 - * Independiente: Concentración de suero y pectina. Se escogieron estas variables para determinar cuál de ellas tiene más influencia en el valor del pH de la bebida, ya que son dos factores que no están presentes en la elaboración del yogurt convencional en la empresa. Por otro lado, el azúcar, el cultivo, la

⁹ GUTIÉRREZ Álvaro, j. d. Porcentajes lactosuero - Lácteos Levelma. (2017).

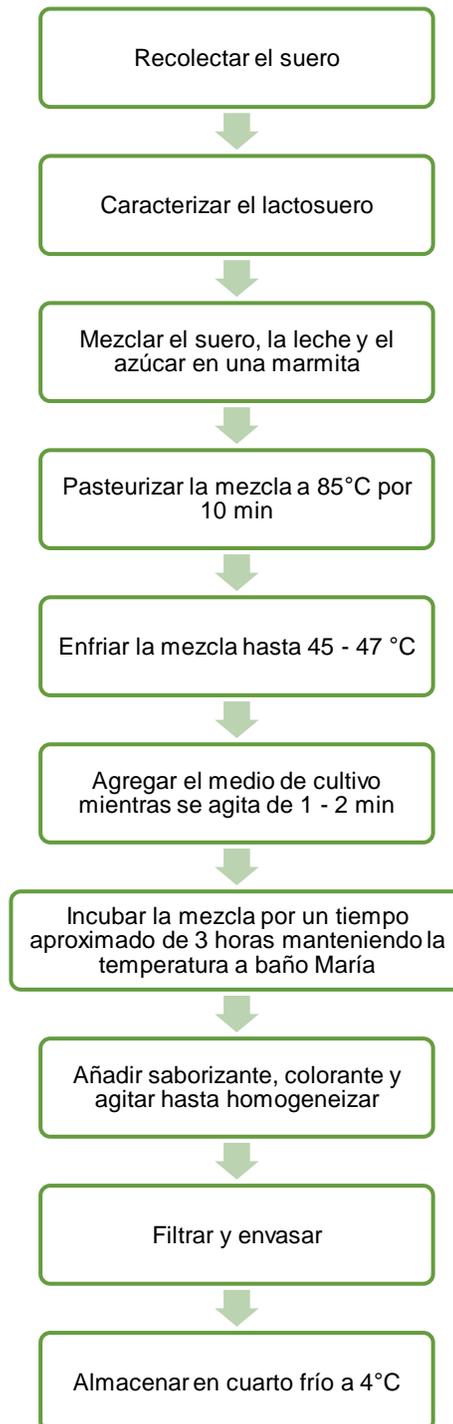
¹⁰ POTTÍ, D. Proceso de elaboración del yogur y selección de la leche. Obtenido de <http://www.mundoheladoconsulting.com/notas/Materias%20-%20Yogur%20-%20Elaboracion.pdf>. (2007).

esencia saborizante y el colorante no se tuvieron en cuenta ya que sus valores están estandarizados para la producción de yogurt.

- * **Respuesta:** pH. Se tuvo en cuenta únicamente el valor de pH, ya que es uno de los estándares de calidad más importantes que se debe tener en cuenta para sacar un producto lácteo al mercado. Por otro lado, la leche se consideró como una variable que depende del porcentaje de suero de leche.
- **Niveles:** Para el lactosuero se escogieron 3 niveles definidos como porcentajes de 40, 50 y 60% para establecer el más adecuado sin que se generara separación de fases entre este y la leche. Para la pectina se escogieron 2 niveles sin pectina 0g y con pectina 0.9g, este último valor fue tomado de la bibliografía ya que no es un producto que se utilice generalmente en la compañía, pero se usó para poder comprobar el efecto estabilizante sobre el producto final.
- **Número de tratamientos:** 12. (3 niveles de suero x 2 niveles de pectina x 2 réplicas). Se llevará a cabo un diseño factorial de dos factores, ya que es de interés saber el efecto que tiene tanto el suero como la pectina en el pH de cada una de las muestras de las dos réplicas que se realizaron.
- **Número de réplicas:** 2. Se realizaron dos corridas iguales a escala piloto.

A continuación se presenta el diagrama del método de la elaboración de la bebida.

Diagrama 2. Método de elaboración de la bebida



Seguidamente se evidenciarán los resultados obtenidos de cada una de las muestras y la escogida por ser la que mejor se ajusta a los requerimientos y necesidades de la empresa.

Después de realizar los ensayos se pondrán las bebidas en “cuarentena” por 30 días. Como este tiempo no está determinado para la bebida láctea se escogió el mismo del yogurt para así poder evidenciar sus características organolépticas como olor, color, sabor y textura y posteriormente se les harán unas pruebas de pH, acidez y sensoriales para verificar que no haya separación del lactosuero y saber el efecto que tuvo la pectina en el producto final.

Tabla 8. Resultados de pH y acidez del primer lote de pruebas.

Muestras	pH inicial después de 3h	Acidez inicial %	pH final después de 30 días	Acidez final %	Error porcentual pH
1 (40% suero sin pectina)	4.3	.49	4.23	.56	1,6%
2 (40% suero con pectina)	4.2	.49	4.2	.60	0%
3 (50% suero sin pectina)	4.3	.49	4.3	.50	0%
4 (50% suero con pectina)	4.27	.49	4.19	.60	1,9%
5 (60% suero sin pectina)	4.32	.48	4.24	.54	1,9%
6 (60% suero con pectina)	4.15	.47	4.18	.59	0,7%

Tabla 9. Resultados de pH y acidez del segundo lote de pruebas

Muestras	pH inicial después de 3h	Acidez inicial %	pH final después de 30 días	Acidez final %	Error porcentual pH
1 (40% suero sin pectina)	4.21	.55	4.24	.66	0,7%
2 (40% suero con pectina)	4.18	.60	4.2	.68	0,5%
3 (50% suero sin pectina)	4.24	.56	4.27	.60	0,7%
4 (50% suero con pectina)	4.2	.61	4.26	.60	1,4%
5 (60% suero sin pectina)	4.2	.48	4.28	.53	1,9%
6 (60% suero con pectina)	4.14	.52	4.28	.53	3.3%

Como la bebida láctea es un tipo de producto nuevo que no tiene aún legislación propia, se optó por aplicar la del producto más parecido el cual es el yogurt pero en este caso se tuvo en cuenta para los resultados el valor de pH únicamente como variable respuesta en el diseño de experimentos. Según la normativa de la empresa basada en la Ley 9 de 1979 y la Resolución 02310 de 1986, el valor de pH debe ser < 4.6 por lo que se evidencia que todas las muestras entran dentro de ese rango. Los valores de acidez como ácido láctico estuvieron por debajo de los rangos instaurados en la resolución para la elaboración del yogurt que son de 0.7 – 1.50% m/m. El otro factor que se tuvo en cuenta para escoger la bebida más adecuada fueron las características organolépticas más importantes: sabor y textura.

Después de la cuarentena cumplida por cada una de las muestras, se escogió la de 50% de lactosuero con pectina ya que esta última dio mayor textura y cuerpo a la bebida. Por otro lado, las muestras de 40% de suero no fueron escogidas ya que la idea era que la bebida fuera más rentable para la empresa y así utilizar una mayor cantidad de suero; la de 60% de lactosuero tampoco fue escogida porque al ser menor el porcentaje de leche le restó textura a la bebida y hubo mayor separación de fases.

Tabla 10. Análisis de varianza para pH.

Fuente	Valor – P
Suero	0,8585
Pectina	0,0473

El diseño de experimentos se realizó con el objetivo de verificar qué variable tenía más influencia en el pH de la bebida, si el lactosuero o la pectina. El valor – P es una medida de la fuerza de la evidencia en sus datos en contra de H_0 . Por lo general, mientras más pequeño sea el valor – P, más fuerte será la evidencia de la muestra para rechazar H_0 .¹¹

Según esto y la herramienta estadística utilizada para realizar este diseño, el Valor – P más cercano a 0,05 fue el de la pectina con un valor de 0,0473 lo que representa que este factor es el más significativo sobre la variable respuesta (pH), por lo que es más evidente el rechazo de la hipótesis nula. Esto se puede demostrar en los resultados, ya que la tendencia es que cuando se agregó pectina en la muestra del mismo porcentaje de suero, el valor de pH disminuyó. Por otro lado, se puede corroborar que el suero no fue predominante en la variable respuesta.

¹¹ *MINITAB*. Ejemplo de cómo obtener e interpretar un valor P. (s.f.). Obtenido de <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/help-and-how-to/statistics/basic-statistics/supporting-topics/basics/example-of-getting-and-interpreting-a-p-value/>

Figura 11. Bebida escogida del 50% de suero con pectina



3.2 PANEL SENSORIAL

A partir del experimento escogido del 50% de lactosuero con pectina, se realizó un panel sensorial con diferentes personas del común seleccionadas aleatoriamente con el propósito de que sin mencionarles las materias primas de la bebida, nos dijeran a qué producto del mercado se les parecía, si era de su agrado, si les gustaba la textura y si lo comprarían. Estos fueron los resultados:

Tabla 11. Panel de análisis sensorial.

Panel Sensorial						
Encuestado	Edad	¿Le gusta la bebida?	¿A qué producto se le asemeja?	¿Lo compraría?	¿Aprueba la textura?	Comentarios
1	29	Sí	Yogurt alpina	Sí	Sí	Buen olor
2	27	Sí	Yogurt	Sí	Sí	Buen sabor. Le gusta que no es tan dulce
3	22	Sí	Yogurt	Sí	Sí	Huele y sabe a yogurt de melocotón
4	50	No	Yogo yogo	No	No	Le gustaría más espeso y con fruta
5	50	Sí	Yogurt	Sí	Sí	Le gustaría con fruta
6	18	Sí	Yogurt	Sí	Sí	Delicioso
7	23	Sí	Yogurt	Sí	Sí	Buen sabor
8	25	Sí	Yogurt	Sí	Sí	Le gusta la textura y que no tiene fruta
9	21	Sí	Yogurt alpina de melocotón	Sí	Sí	Textura igual al yogurt convencional
10	38	No	Yogurt	No	No	Bastante espeso

Tabla 11. (Continuación)

Encuestado	Edad	¿Le gusta la bebida?	¿A qué producto se le asemeja?	¿Lo compraría?	¿Aprueba la textura?	Comentarios
11	35	Sí	Yogurt	Sí	Sí	Buen sabor y olor
12	20	Sí	Yogurt	Sí	Sí	Muy buen sabor
13	22	Sí	Yogurt	Sí	Sí	Rico
14	24	Sí	Yogurt	Sí	Sí	Le gustaría de otro sabor
15	19	Sí	Yogurt	Sí	Sí	Olor agradable

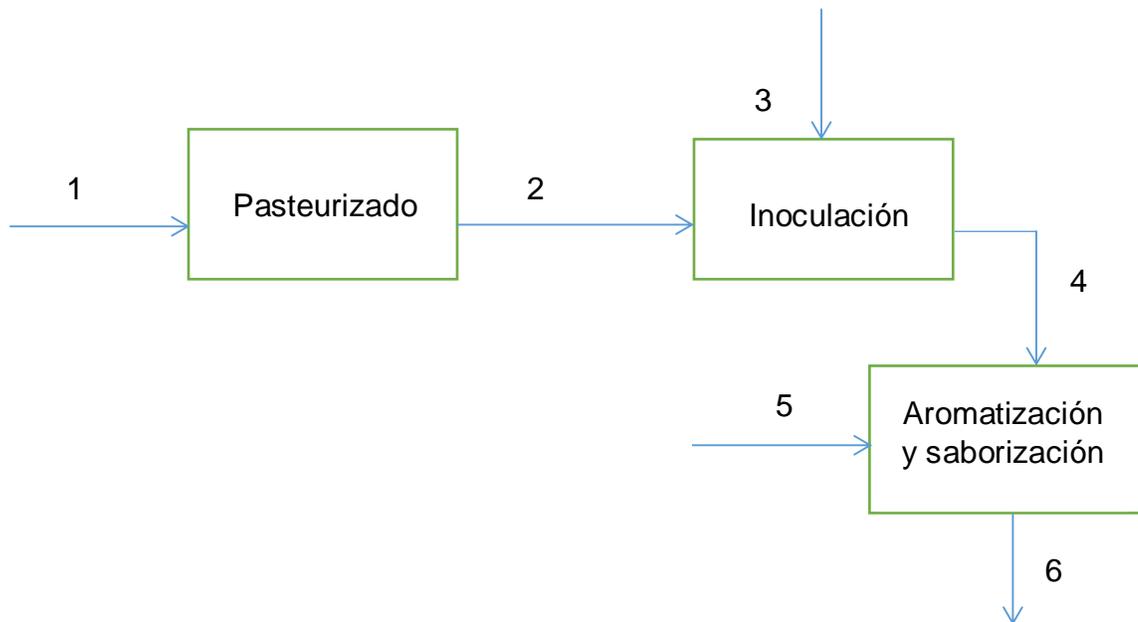
Tabla 12. Resultados según los encuestados que aprobaron la bebida

Resultados según los encuestados que aprobaron la bebida		
Indicador	Encuestados	Porcentaje %
Buen sabor	7/13	46,6
Buen olor	4/13	26,6
Buena textura	2/13	13,3
Total	13	86,6

Como se puede evidenciar en el panel sensorial a más del 80% de las personas encuestadas les gustó la bebida, la comprarían, aprueban su textura y se les asemeja al yogurt convencional de la siguiente manera: al 46,6% de las personas les gustó la bebida por su sabor, al 26,6% por su olor y al 13,3% por su textura, por lo que se puede deducir que la bebida escogida del 50% de lactosuero con pectina presentó buenas características organolépticas que atraen a los diferentes consumidores.

3.3 BALANCE DE MASA

Según la bebida escogida, se planteó un balance de masa con una base de cálculo de 3000g. El balance se realizó de la siguiente manera:



CORRIENTE 1:

- Lactosuero 44.83%
- Leche 44.83%
- Azúcar 10.2%
- Pectina 0.3%

T ambiente 16°C

CORRIENTE 2:

- Lactosuero 44.83%
- Leche 44.83%
- Azúcar 10.2%
- Pectina 0.3%

T = 85°C

CORRIENTE 3:

- Cultivo 0.0066%

T = 47°C

CORRIENTE 4:

- Lactosuero 44.83%
- Leche 44.83%
- Azúcar 10.2%
- Pectina 0.3%
- Cultivo 0.0066%

T = 47°C

CORRIENTE 5:

- Colorante + esencia 0.0004%

T ambiente = 16°C

CORRIENTE 6:

- Lactosuero 44.83%
- Leche 44.83%
- Azúcar 10.2%
- Pectina 0.3%
- Cultivo 0.0066%
- Colorante + esencia 0.0004%

T ambiente = 16°C

Tabla 13. Balance global por corriente

Corriente	Entrada	Salida
1	3000.7g	0
3	0.2g	0
5	0.01g	0
6	0	3000.91g
Total	3000.91g	3000.91g

De manera general, un balance de materia se escribe como:

$$\text{Entrada} + \text{Generación} - \text{Salida} - \text{Consumo} = \text{Acumulación}$$

Para este caso la corriente 1 de entrada es igual a 3000.7g y la corriente 6 de salida es de 3000.91g, ya que se generan los valores de cultivo, esencia y saborizante. Por lo tanto la ecuación quedaría de esta manera:

$$\text{Entrada} + \text{Generación} - \text{Salida} - \text{Consumo} = \text{Acumulación}$$

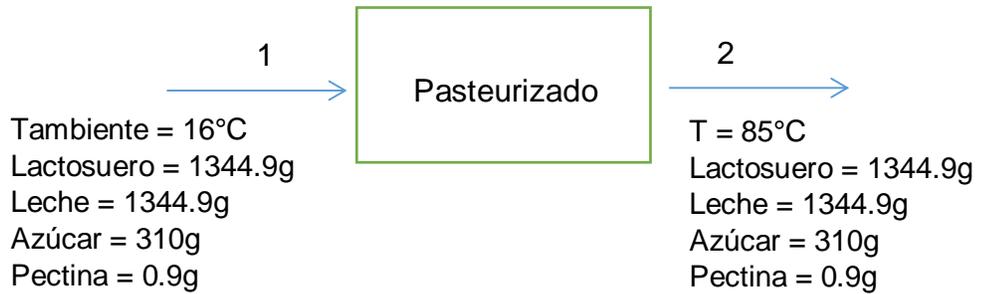
Entrada (corriente 1) + Generación (corriente 3 + corriente 5) = Salida (corriente 6)

$$3000.7g + 0.2g + 0.01g = 3000.91g$$

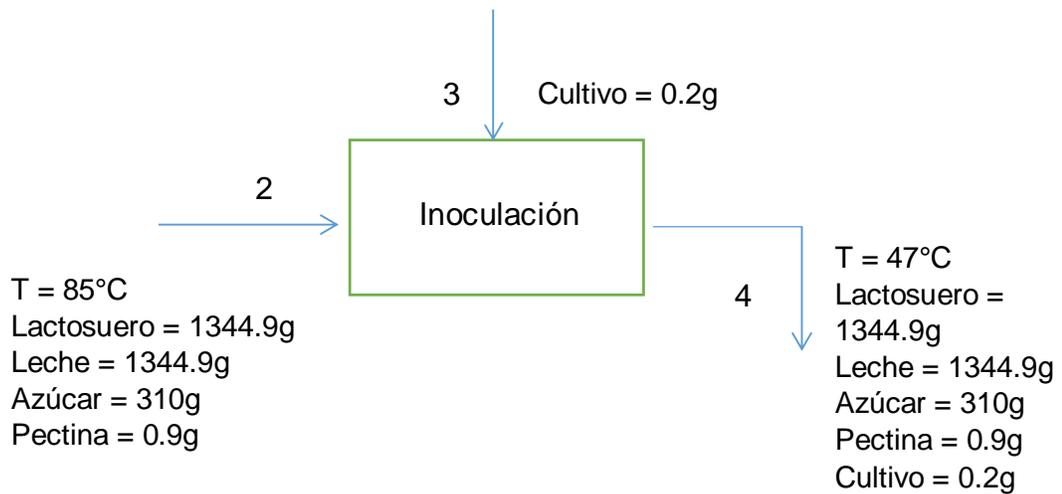
$$3000.91g = 3000.91g$$

El balance de materia por unidad se escribe como:

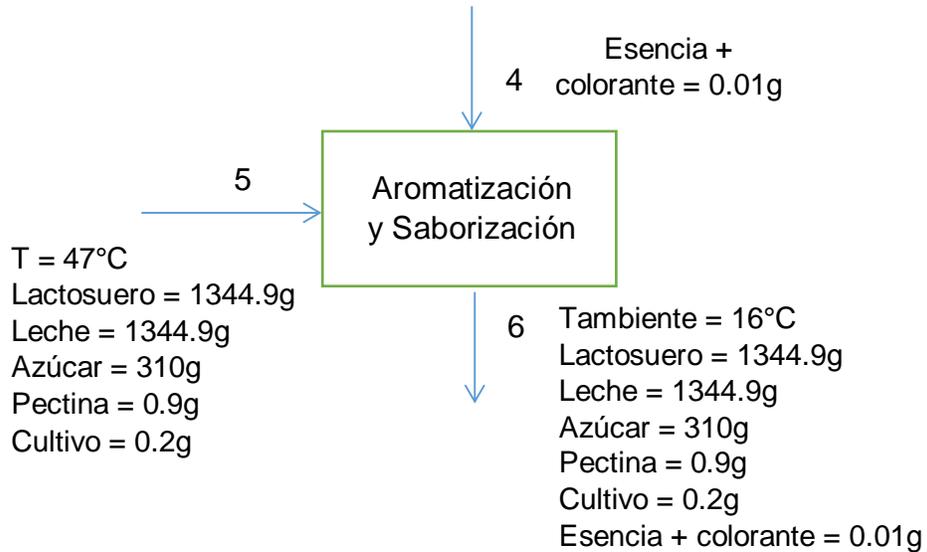
Unidad de Pasteurizado:



Unidad de Inoculación:



Unidad de Aromatización y Saborización:



3.4 OPERACIONES UNITARIAS

3.4.1 Caracterización. Primero se caracterizó el lactosuero donde se le midió la cantidad de acidez, pH, grasa, proteína y lactometría. Estos análisis se hicieron en el laboratorio de la planta con el pH-metro y el lactómetro, al cual se le vierte una gota del líquido a evaluar sobre el lente, se cierra y se procede a hacer la lectura de los porcentajes. Para la leche se realizó el mismo procedimiento.

3.4.2 Mezclado. Segundo se agregó la cantidad de suero, leche y azúcar a la marmita, indicadas en cada prueba para proceder a la agitación manual hasta que se diluyera el azúcar. A las pruebas que aplicaba, se les agregó la pectina.

3.4.3 Pasteurizado. Luego se procedió a la pasteurización calentando la mezcla hasta 85°C (temperatura que se tomaba con el termómetro manualmente), por 10 minutos aproximadamente sin dejar de agitar.

Figura 12. Pasteurización hasta 85°C



3.4.4 Enfriamiento. La mezcla es enfriada hasta 47°C aproximadamente, esta temperatura es más alta de la temperatura a la que se desarrolla el medio de cultivo porque en muestras pequeñas la temperatura afecta la coagulación de la mezcla y la temperatura del medio hace que descienda rápidamente.

3.4.5 Inoculación. Se añadió 0.2 g del medio de cultivo YO-MIX 885 (*Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*) agitando por 2 minutos.

3.4.6 Incubación. Se procedió a incorporar la mezcla en botes plásticos tapados que se ponen sobre un recipiente al que se le agrega agua a 50°C para hacer una especie de baño María donde se mantenga la temperatura estable, por lo que se está cambiando el agua constantemente durante las 3 horas que dura la incubación.

Figura 13. Incorporación y rotulación de la mezcla para incubar



3.4.7 Coloración y saborización. Al terminar la incubación, se llevaron los botes al cuarto frío (4°C) durante 16 horas aproximadamente ya que la adición del saborizante y el colorante se realizó al día siguiente. Se añadieron 5 gotas de saborizante de durazno y 3 gotas de colorante a cada uno de los botes que contenían las diferentes pruebas realizadas.

Figura 14. Adición de colorante y saborizante



3.4.8 Filtración y envasado. Luego de haber añadido el colorante y el saborizante, se agitó la mezcla para homogeneizarla y proceder a filtrar cada muestra. Se hizo una prueba sensorial para probar textura y sabor de cada una y después se dividieron en diferentes envases para proceder a almacenar.

Figura 15. Envase de las muestras



3.4.9 Almacenamiento. Se almacenaron las muestras en el cuarto frío para estar observando cada semana la evolución que tuvieron cada una de ellas.

Figura 16. Almacenamiento



En este capítulo se pudo establecer el procedimiento de elaboración de la bebida y que la más apta para su distribución es la del 50% de lactosuero con pectina, ya que en esta se cumplió el valor de pH establecido, no hubo separación de fases considerable y además se utilizó una cantidad de lactosuero rentable para la empresa.

A pesar de esto, se debe tener en cuenta que se pueden plantear mejoras hacia la empresa para obtener un producto de mejor calidad como por ejemplo realizar la operación de homogeneizado para mejorar la separación de fases y que el proceso de elaboración se vuelva más industrializado. Probar el producto con una cepa diferente a la YO-MIX 885 y también con distintos tiempos de fermentación para escoger los más adecuados para una bebida ideal ya que en este caso se utilizó como base el proceso y el medio de cultivo utilizados para la elaboración del yogurt convencional, pero en este caso la bebida no es igual al yogurt ya que contiene una materia prima y proceso diferente.

4. COSTOS

En el presente capítulo se establecerán los costos de materias primas, empaquetado, mano de obra, de servicios asociados a la producción de 3L de bebida láctea de 50% de lactosuero con pectina ya que fue la escogida como la más favorable. Se decidió escalar esos 3L a 500L ya que esta cantidad sería la que se produciría diariamente si se decide sacar la bebida al mercado y además se propuso un valor de venta para la bebida basado en estos costos con el propósito de saber si es viable para la empresa elaborar este producto.

4.1 COSTOS DE MATERIAS PRIMAS

A continuación se presentan los costos de las materias primas requeridas para la elaboración de 500L de bebida láctea de 50% de lactosuero con pectina.

Tabla 14. Costo de materias primas en \$ para 500L de producto

Materias primas	Costo unitario	Costo en \$ para 3L	Costo en \$ para 500L
Azúcar	\$2 / g	\$620	\$103.333
Cultivo	\$2.166 / g	\$433,2	\$72.200
Colorante	\$60.000 / L	\$9	\$1.500
Esencia	\$14.100 / L	\$3.525	\$587.500
Leche	\$1.140 / L	\$1.398	\$255.531
Pectina	\$ 55 / g	\$49,5	\$8.250
TOTAL		\$6.034,7	\$1'028.314

Se estima que para producir 500L de bebida se requiere \$1'028.314 en materias primas.

4.2 COSTOS DE EMPAQUE

A pesar de que el empaquetado del producto no se encuentra dentro del alcance del proyecto, se realizó una estimación de estos costos en relación a la bolsa de 1L que es el empaque que se maneja para este tipo de producto dentro de la empresa. Para la producción de 500L de bebida se requieren 500 bolsas, sus costos son:

Tabla 15. Costo de empaques en \$ para 500L de producto

N° de bolsas	Costo por bolsa	Costo para 3L	Costo para 500L
500	\$213	\$639	\$106.500

4.3 COSTOS DE MANO DE OBRA

Teniendo en cuenta que para la elaboración y empaquetado de 500L de bebida se necesita 1 operario, se realizaron los cálculos de los costos de mano de obra bajo el salario mínimo mensual vigente. Adicionalmente se establece un día de trabajo, el cual es un turno de 8 horas para la producción diaria de 500L, por lo cual de acuerdo a la información suministrada por la empresa los costos son:

Tabla 16. Costo de mano de obra en \$

Devengados mensuales por operario				
Salario	Auxilio de transporte	Seguridad social	Prestaciones	Caja compensación
\$ 781.242	\$ 88.211	\$112.780	\$196.901	\$31.250
Total mensual				\$1'210.384
Devengados para la producción diaria de 500L				\$40.346

Se estima que para producir 500L de bebida se requiere \$40.346 en mano de obra.

4.4 COSTOS DE SERVICIOS DE PRODUCCIÓN

Según la información suministrada por la empresa se estiman los costos de servicios por la operación de los equipos mencionados anteriormente para la elaboración de 500L de bebida, teniendo en cuenta rubros como costos indirectos de mano de obra, mantenimiento de equipos, calidad, servicios de luz y agua, (no se cuenta con arriendo), depreciaciones de maquinaria, fumigación, dotación y costo de recolección de leche.

Tabla 17. Costo de servicio de producción en \$

Costos de servicios de producción		
Costo en \$ por L	Costo en \$ para 3L	Costo en \$ para 500L
\$1.318	\$3.954	\$659.000

Tabla 18. Resumen de costos totales en \$ para la producción de 500L de producto

Costos totales para 500L	Valor
Costos de materias primas	\$1'028.314
Costos de empaquetado	\$106.500
Costos de mano de obra	\$40.346
Costos de servicios	\$659.000
COSTOS TOTALES	\$1'834.160

Se estima que para producir 500L de bebida láctea se requiere un total de \$1'834.160 entre materias primas, empaquetado, mano de obra y servicios de producción, es decir, \$3.668,32 por L de producto.

4.5 PRECIO DE VENTA ESTIMADO

Según los costos de producción que se establecieron y suponiendo un margen de ganancia del 20% por cada L de bebida que sería la presentación para la venta, se propone un precio de \$4.402. Por lo que se puede evidenciar que este producto sería de gran rentabilidad para la empresa, ya que si se supone una producción de 500L diarios, los ingresos netos serían de \$11'005.200. En cambio, si se venden los mismos 6.720L de suero que serían los utilizados para fabricar 15.000L de bebida al mes se generarían ganancias de \$571.200 mensuales.

5. CONCLUSIONES

- Se detallaron y plantearon las materias primas para la producción de la bebida láctea tomando como base las utilizadas para la elaboración del yogurt convencional ya que en este caso la bebida láctea no se encuentra dentro de la normativa. Se escogió: leche entera, azúcar, cultivo, colorante similar al durazno, esencia saborizante de durazno, variando únicamente dos ingredientes que no se encuentran en el yogurt elaborado por la empresa, el lactosuero y la pectina.
- Al realizar los experimentos se estableció que la mejor formulación para la elaboración de aproximadamente 3000g de bebida láctea fue la siguiente: 1344.9g de lactosuero, 1344.9g de leche, 310g de azúcar, 0.9g de pectina, 0.2g de cultivo, 0.01g de colorante y esencia saborizante de melocotón, ya que es la formulación en la que se puede utilizar mayor porcentaje de suero sin que haya separación de fases significativa y a su vez sea más rentable para la empresa.
- El proceso de producción y las operaciones unitarias que se especificaron para la elaboración de la bebida fue el mismo que se tiene estandarizado dentro de la empresa para la elaboración del yogurt convencional con algunas modificaciones. Primero se recolectó el lactosuero; se caracterizó junto con la leche; se llevó a la marmita el lactosuero, la leche, el azúcar y la pectina; se pasteurizó la mezcla a 85°C por 10 minutos; se enfrió la mezcla hasta 47°C; se agregó el medio de cultivo agitando por 2 minutos; se incubó la mezcla por 3 horas manteniendo la temperatura a baño María; se añadió el saborizante y el colorante agitando para homogeneizar; se filtró la bebida para proceder a su envasado y por último se almacenó en cuarto frío a 4°C.
- Según la evaluación financiera realizada, se dedujo al realizar el análisis de costos que es viable la elaboración de la bebida láctea con un valor de producción de \$3.668,32 por L incluyendo materias primas, empaquetado, mano de obra y servicios; además se propuso un margen de ganancia del 20% por L vendido en el que se generarían unos ingresos netos mensuales de \$11'005.200 suponiendo una producción de 15.000L al mes. Este valor es aproximadamente veinte veces mayor que el valor generado por la venta del lactosuero, por lo que la fabricación de la bebida es de mayor utilidad para Lácteos Levelma.

- Se utilizaron los estándares de calidad como sabor, textura y pH de Lácteos Levelma de la elaboración del yogurt convencional para la selección de las materias primas de la bebida láctea, ya que esta no se encuentra estandarizada.
- Para poder sacar la bebida al mercado se debe primero obtener el registro sanitario ya que es un producto alimenticio nuevo, por esto para saber si los resultados de pH arrojados por las muestras fueron adecuados, se tomó el valor del pH del yogurt convencional que debe ser < 4.6 . Según esto, se concluyó que todas las muestras realizadas cumplieron con el valor tenido en cuenta por Lácteos Levelma en la elaboración del yogurt.
- Cuando se cumplió la cuarentena de la bebida para saber su evolución, tiempo aproximado de caducidad, pH final y propiedades organolépticas se llegó a la conclusión de que la bebida con mejores propiedades de olor, sabor y textura fue la de 50% de lactosuero con pectina.
- Al obtener los resultados de pH de las dos corridas realizadas, se pudo evidenciar que la tendencia fue que cada vez que se le agregó pectina a una muestra del mismo porcentaje de lactosuero, este valor de pH descendía lo cual se pudo corroborar en el diseño de experimentos realizado ya que los resultados arrojados indicaban que la pectina fue el factor con mayor influencia sobre el pH de la bebida láctea.

6. RECOMENDACIONES

- Se recomienda efectuar la formulación con otro estabilizante diferente a la pectina que pueda mejorar la separación de fases que se genera entre el lactosuero y la leche, para que el porcentaje de suero sea mayor al 50%.
- Plantear el proyecto con variables distintas al lactosuero y la pectina como tiempo de incubación de la bebida y diferentes cepas de medio de cultivo.
- Evaluar las características reológicas del producto como la viscosidad para que se pueda escoger la bebida más adecuada comparando este valor con el de otras bebidas que ya estén en el mercado.
- Desarrollar otro proyecto evaluando factores diferentes al pH de la bebida como acidez, sólidos suspendidos, etc. que complemente este trabajo de grado.
- Realizar un estudio de mercado y financiero de la bebida láctea que optimice el proyecto.
- Diseñar un producto diferente a una bebida láctea, en donde se pueda utilizar mayor cantidad de lactosuero que sea rentable para Lácteos Levelma.

BIBLIOGRAFÍA

ALIMENTARIUS, C. Leche y Productos Lácteos. (2011).

ANTEPROYECTO DE SISTEMA REVISADO DE CLASIFICACIÓN DE LOS ALIMENTOS . (s.f.). Obtenido de <http://www.fao.org/docrep/meeting/008/j2262s/j2262s06.htm>

CALVO, M. “Bioquímica de los alimentos – Pectinas.” (s.f.). Obtenido de <http://milksci.unizar.es/bioquimica/temas/azucares/pectinas.html>

CUELLAS Anahí, J. W. *INNOTECH*. Obtenido de Elaboración de bebida energizante a partir de suero de quesería: <http://ojs.latu.org.uy/index.php/INNOTECH/article/view/66>. (2010).

CUERVO GARCÉS LAURA VIVIANA, J. C. *EVALUACIÓN DE LA SÍNTESIS DE ÁCIDO POLILÁCTICO PROVENIENTE DEL SUERO DE QUESERÍA A NIVEL LABORATORIO. BOGOTÁ D.C., COLOMBIA.* (2016).

DANISCO. (s.f.). Cultivos de yogurt liofilizado.

FIGUEROA, F. A. *Elaboración de una bebida a partir del suero de queso y leche descremada con sabor a mango. Honduras.* (2002).

GUTIÉRREZ Álvaro, j. d. *Porcentajes lactosuero - Lácteos Levelma.* (2017).

HERRERA, E. A. (s.f.). *Bacterias ácido-lácticas (BAL): aplicaciones como cultivos estándar para la industria láctea y cárnica.*

HUERTAS, R. A. *LACTOSUERO: IMPORTANCIA EN LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS.* Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v62n1/a21v62n1.pdf>. Colombia. (Abril de 2009).

INDUSTRIA ALIMENTICIA. *Uso de gomas y estabilizantes en productos Lácteos.* Obtenido de <https://www.industriaalimenticia.com/articles/86801-uso-de-gomas-y-estabilizantes-en-productos-lacteos>. (2013).

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS Y CERTIFICACIÓN. *Documentación. Presentación de tesis trabajos de grado y otros trabajos de investigación. NTC 1486. Sexta actualización, Bogotá: el Instituto, 2008, p. 1*

_____. *Referencias bibliográficas, contenido, forma y estructura. NTC 5613. Bogotá: el Instituto, 2008, p. 12*

_____. *Referencias documentales para fuentes de informaciones electrónicas. NTC 4490. Bogotá: el Instituto, 1998, p.12*

KLOTZ, B. *Suero lácteo, clave en la innovación de alimentos*. Obtenido de Portafolio: <http://www.portafolio.co/economia/finanzas/suero-lacteo-clave-innovacion-alimentos-61526>. (2014).

LEVELMA, L. (s.f.). *Levelma*. Obtenido de <http://www.lacteoslevelma.com/ser-saludable.php>

MINITAB. Ejemplo de cómo obtener e interpretar un valor P. (s.f.). Obtenido de <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/help-and-how-to/statistics/basic-statistics/supporting-topics/basics/example-of-getting-and-interpreting-a-p-value/>

MIRANDA Oscar, P. L. ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA FERMENTADA A PARTIR DEL SUERO DE LECHE QUE INCORPORA LACTOBACILLUS ACIDOPHILUS Y STREPTOCOCCUS THERMOPHILUS. Cuba: Revista Cubana de Alimentación y Nutrición. (2014).

MONTERO, G. S. "ELABORACIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DE UNA BEBIDA A BASE DE SUERO DE LECHE Y AVENA (Avena sativa), PARA PRODUCCION "EL SALINERITO"". Riobamba, Ecuador. (2012).

PAK, T. *Manual de Industrias Lácteas*. (1996).

POTTÍ, D. Proceso de elaboración del yogur y selección de la leche. Obtenido de <http://www.mundoheladoconsulting.com/notas/Materias%20-%20Yogur%20-%20Elaboracion.pdf>. (2007).

ROLDÁN, D., TEJADA, M., & SALAZAR, M. La cadena láctea en Colombia. *Citado por Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural Documento de trabajo No. 4*. (2001).

SÁNCHEZ Guillermo León, M. J. Obtenido de <http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/551/1/65-74.pdf>. (2009)

SHUKLA Manasi, Y. K. Development of Probiotic Beverage from Whey and Pineapple Juice. *Food Processing & Technology*. (2013).