

**ELABORACIÓN Y EVALUACIÓN DE UNA BEBIDA TIPO YOGURTH A BASE
DE LACTOSUERO DULCE FERMENTADA CON *Streptococcus Salivarius*
ssp. Thermophilus y *Lactobacillus Casei ssp. Casei***

MATEO LEÓN MARULANDA OLIER

**Informe Final De Grado Presentado Para Obtener El Título De Ingeniero De
Alimentos**



**UNIVERSIDAD DE CARTAGENA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA INGENIERÍA DE ALIMENTOS**

2012

**ELABORACIÓN Y EVALUACIÓN DE UNA BEBIDA TIPO YOGURTH A BASE
DE LACTOSUERO DULCE FERMENTADA CON *Streptococcus Salivarius*
ssp Thermophilus y *Lactobacillus Casei ssp Casei***

MATEO LEÓN MARULANDA OLIER

DIRECTOR

CLEMENTE GRANADOS CONDE

**Informe Final De Grado Presentado Para Obtener El Titulo De Ingeniero De
Alimentos**

**UNIVERSIDAD DE CARTAGENA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA INGENIERÍA DE ALIMENTOS**

2012



*Elaboración Y Evaluación De Una Bebida Tipo Yogurth A Base De
Lactosuero Dulce Fermentada Con Streptococcus Salivarius ssp
Thermophilus y Lactobacillus Casei ssp Casei*

DEDICATORIA

Este proyecto es dedicado a todas las personas que me han apoyado y creyeron en mí. Mi mamá, mi papá, mis hermanos, aquellos amigos que vivieron esta experiencia a mi lado y mis profesores personas que dedicaron su tiempo para que este sueño pueda cumplirse.



Elaboración Y Evaluación De Una Bebida Tipo Yogurth A Base De Lactosuero Dulce Fermentada Con Streptococcus Salivarius ssp Thermophilus y Lactobacillus Casei ssp Casei

AGRADECIMIENTOS

Agradezco infinitamente a DIOS que siempre ha estado conmigo y me dio la fuerza para cumplir mis metas, a mi mama la persona que durante toda mi vida nunca ha dejado de apoyarme y creer que las cosas siempre van a ser mejores y van salir bien, a mi padre que me enseñó que tenemos mucho potencial y es nuestro deber explotarlo al máximo, a mis hermanos que han estado conmigo en buenas y malas y que me han ayudado a levantarme cuando lo necesité, a mi tutor que me ha dado todas las herramientas, conocimiento y apoyo para poder culminar esta etapa y a mis amigos y compañeros de universidad con los cuales pase los mejores momentos en esta institución.



*Elaboración Y Evaluación De Una Bebida Tipo Yogurth A Base De Lactosuero Dulce Fermentada Con *Streptococcus Salivarius ssp Thermophilus* y *Lactobacillus Casei ssp Casei**

RESUMEN

El lactosuero es un subproducto contaminante muy rico en lactosa que se genera como residuo de la elaboración de queso. Además el lacto suero representa cerca del 85-90% del volumen de la leche y contiene aproximadamente el 55% de sus nutrientes entre los más abundantes están la lactosa, proteínas solubles, lípidos, y sales minerales.

Con el objetivo de elaborar una bebida fermentada tipo yogurt a base de lactosuero fermentada con *Streptococcus Salivarius ssp Thermophilus* y *Lactobacillus Casei ssp Casei* con aceptación del consumidor. se evaluó fisicoquímicamente el lactosuero dulce y demostró que contiene los nutrientes necesarios para someterse a este proceso a partir de estos resultados se prepararon 3 lotes a 3 concentraciones diferente de sólidos solubles de 13%, 17% y 21%.

Las muestras se sometieron a análisis microbiológicos para demostrar la supervivencia de las cepas utilizadas (*Streptococcus Salivarius ssp Thermophilus* y *Lactobacillus Casei ssp Casei*) por el método de recuento en placa y además se determinó la ausencia de poblaciones patógenas que pueden ser peligrosas para el consumo humano y reduzcan la calidad del producto final

También se realizaron pruebas fisicoquímicas al producto final con el fin de mostrar la eficacia de los microorganismos durante el proceso de fermentación y comprobar los nutrientes de producto final frente al lactosuero inicial.

Por ultimo las muestras se sometieron a un sondeo sensorial en el cual se encontró que no existe una preferencia generalizada hacia ninguna de las



Elaboración Y Evaluación De Una Bebida Tipo Yogurth A Base De Lactosuero Dulce Fermentada Con Streptococcus Salivarius ssp Thermophilus y Lactobacillus Casei ssp Casei

concentraciones en los diferentes aspectos evaluados tales como aroma, dulzor, acidez, textura y semejanza con yogurt comercial. Aunque los comentarios realizados por los panelistas siempre mostraron preferencias hacia la concentración 2 (17% de sólidos solubles)



ÍNDICE GENERAL

	pág.
INTRODUCCIÓN	
1. JUSTIFICACIÓN	14
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
3. OBJETIVOS	18
3.1. OBJETIVO GENERAL	18
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
4. MARCO TEÓRICO	19
4.1. BEBIDAS FERMENTADAS LÁCTEAS	19
4.2. FERMENTACIÓN	20
4.2.1. Tipos De Fermentación	22
4.2.2. Fermentación Láctica	22
4.3. LECHE FERMENTADA	23
4.3.1. Yogurt	25
4.4. PROBIÓTICOS	26
4.4.1. Los Alimentos Probióticos	28
4.4.2. Prebióticos	29
4.4.3. Simbióticos	30
4.5. BACTERIAS PRODUCTORAS DE ACIDO LÁCTICO	30
4.5.1. Clasificación	31
4.5.2. Características Fermentativas De Las Bacterias Lácticas	31
4.5.3. <i>Streptococcus Salivarius ssp Thermophilus</i>	32
4.5.4. <i>Lactobacillus Casei ssp. Casei</i>	33
4.6. LACTOSUERO	33
4.6.1. Definición Y Obtención	33
4.6.2. Reseña Historia	34
4.6.3. Propiedades Del Lactosuero	34



Elaboración Y Evaluación De Una Bebida Tipo Yogurth A Base De Lactosuero Dulce Fermentada Con Streptococcus Salivarius ssp Thermophilus y Lactobacillus Casei ssp Casei

4.6.4.	Tipos De Lactosuero	35
4.6.4.1.	Lactosuero Dulce	35
4.6.4.2.	Lactosuero Acido	35
4.6.5.	Composición Del Lactosuero	36
4.6.5.1.	Proteínas Del Suero	36
4.6.6.	Aplicaciones Y Productos Del Suero Lácteo	36
5.	METODOLOGÍA	40
5.1.	PLAN DE TRABAJO	40
5.2.	TIPO DE INVESTIGACIÓN	40
5.3.	LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO	41
5.4.	OBTENCIÓN DE LA MATERIA PRIMA	41
5.5.	RECOLECCIÓN DEL LACTOSUERO	41
5.6.	ANÁLISIS Y CALIDAD DEL LACTOSUERO	41
5.7.	ANÁLISIS FISICOQUÍMICO	42
5.8.	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS	43
5.9.	ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO	44
5.10.	CARACTERIZACIÓN DE LA FERMENTACIÓN	47
5.11.	EVALUACIÓN SENSORIAL	47
5.12.	DETERMINACIÓN DE VIDA ÚTIL	47
6.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	48
6.1.	RESULTADOS DE PRUEBAS FISICOQUÍMICAS DEL LACTOSUERO	48
6.2.	RESULTADOS DE LA FERMENTACIÓN DE LA BEBIDA FERMENTADA TIPO YOGURT A BASE DE LACTOSUERO DULCE	48
6.3.	RESULTADOS DE LAS PRUEBAS FISICOQUÍMICAS DE LA BEBIDA FERMENTADA TIPO YOGURT A BASE DE LACTOSUERO	51



Elaboración Y Evaluación De Una Bebida Tipo Yogurth A Base De Lactosuero Dulce Fermentada Con Streptococcus Salivarius ssp Thermophilus y Lactobacillus Casei ssp Casei

6.4.	RESULTADOS DE PRUEBAS MICROBIOLÓGICAS REALIZADAS A LA BEBIDA FERMENTADA TIPO YOGURT EN SUS DIFERENTES CONCENTRACIONES	53
6.5.	RESULTADOS DE LAS PRUEBAS SENSORIALES REALIZADAS A LA BEBIDA FERMENTADA TIPO YOGURT A BASE DE LACTOSUERO	53
6.6.	RESULTADOS DE PH Y ACIDEZ A LOS 15 DÍAS DE LA ELABORACION DEL PRODUCTO	55
6.7.	RESULTADOS DE LA PRUEBA DE VISCOCIDAD	56
7.	CALCULOS	57
8.	CONCLUSIONES	59
9.	RECOMENDACIONES	61
10.	BIBLIOGRAFÍA	61
11.	ANEXOS	67



ÍNDICE DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Bacterias Probióticos	29
Tabla 2. Composición Media Del Lactosuero	36
Tabla 3. Análisis Fisicoquímico	42
Tabla 4. Análisis Microbiológicos	43
Tabla 5. Formulación Utilizada Para Cada Una De Las Concentraciones	44
Tabla 6. Resultados De Pruebas Fisicoquímicas Del Lactosuero	48
Tabla 7. Producción De Ácido Láctico Durante El Proceso De Fermentación	49
Tabla 8. Descenso Del pH Durante El Proceso De Fermentación	50
Tabla 9. Resultados De Las Pruebas Fisicoquímicas Realizadas Bebida Fermentada Tipo Yogurt A Base De Lactosuero Dulce De Concentración 1 (13% De Sólidos Solubles)	52
Tabla 10. Resultados De Las Pruebas Fisicoquímicas Realizadas Bebida Fermentada Tipo Yogurt A Base De Lactosuero Dulce De Concentración 2 (17% De Sólidos Solubles)	52
Tabla 11. Resultados De Las Pruebas Fisicoquímicas Realizadas Bebida Fermentada Tipo Yogurt A Base De Lactosuero Dulce De Concentración 3 (21% De Sólidos Solubles)	53
Tabla 12. Resultados De Pruebas Microbiológicas Realizadas A La Bebida Fermentada Tipo Yogurt En Sus Diferentes	



Elaboración Y Evaluación De Una Bebida Tipo Yogurth A Base De Lactosuero Dulce Fermentada Con Streptococcus Salivarius ssp Thermophilus y Lactobacillus Casei ssp Casei

Concentraciones	54
Tabla 13. Preferencias Según Propiedades De Bebida Fermentada Tipo Yogurt Con Lactosuero Y Diferente Concentración De Sólidos	54
Tabla 14. Resultados De pH Y Acidez A Los 15 Días De La Elaboración Del Producto	56
Tabla 15. Resultados De Las Pruebas De Viscosidad	56



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Fermentación Láctica	22
Figura 2. Diagrama De Bloque De La Elaboración De Una Bebida Tipo Yogurt A Base De Lactosuero	46
Figura 3. Aumento Del Porcentaje De Ácido Láctico Durante El Proceso De Fermentación	49
Figura 4. Descenso Del pH Durante El Proceso De Fermentación	51
Figura 5. Comparativo De Preferencias Según Propiedades De Bebida Fermentada Tipo Yogurt Con Lactosuero Y Diferente Concentración De Sólidos	55



*Elaboración Y Evaluación De Una Bebida Tipo Yogurth A Base De Lactosuero Dulce Fermentada Con *Streptococcus Salivarius ssp Thermophilus* y *Lactobacillus Casei ssp Casei**

INTRODUCCIÓN

El aprovechamiento del suero de quesería, el subproducto más importante de la industria láctea ha sido y sigue siendo objeto de numerosas investigaciones, debido a que existe la posibilidad de aprovechar su contenido en elementos de alto valor nutritivo (proteínas hidrosolubles, lactosa, vitaminas y sales minerales) en la síntesis de productos químicos, farmacéuticos así como para la industria alimentaria.

En Colombia, según datos del DANE la producción de quesos para el año 2004 asciende a los 26.758.146 kilogramos y basándose en la premisa anterior el lactosuero como subproducto de la elaboración del queso sobrepasaría los 234 millones de kilogramos para el mismo año, cifra que debe ser mucho mayor actualmente. Sin embargo el uso que tradicionalmente se le ha dado a este subproducto en el país, es suministrarlo como alimento a los animales domésticos especialmente cerdos.

Conscientes del grave problema de contaminación que crea su vertido y dadas las actuales exigencias de conservación del medio ambiente, en el presente proyecto se elaboró y evaluó una bebida fermentada tipo yogurt a base de lactosuero fermentada con *Streptococcus Salivarius ssp Thermophilus* y *Lactobacillus Casei ssp Casei* para el aprovechamiento de esta materia prima.



*Elaboración Y Evaluación De Una Bebida Tipo Yogurth A Base De Lactosuero Dulce Fermentada Con *Streptococcus Salivarius ssp Thermophilus* y *Lactobacillus Casei ssp Casei**

1. JUSTIFICACIÓN

El lactosuero es un producto contaminante muy rico en lactosa que se genera como residuo de la elaboración de queso (Pelayo, 2009). Además el lacto suero representa cerca del 85-90% del volumen de la leche y contiene aproximadamente el 55% de sus nutrientes entre los más abundantes están la lactosa, proteínas solubles, lípidos, y sales minerales (Muñi, 2005). Por otra parte para la industria alimentaria, el lactosuero constituye una fuente económica de nutrientes que otorga múltiples propiedades en una amplia gama de alimentos. Los productos del suero, mejoran la textura, realzan el sabor y color, emulsifican y estabilizan, mejoran las propiedades de flujo y muestran muchas otras propiedades funcionales que aumentan la calidad de los productos alimenticios (Parra, 2009).

Además, para la realización de este proyecto fue necesario el uso de bacterias ácido lácticas (BAL). Las cuales se encuentran ampliamente difundidas en la naturaleza, se hallan incluso en el suelo, y en cualquier medio que contenga concentraciones de carbohidratos (Villegas, 2009). Los cultivos ácido lácticos funcionan como acidificantes o aromatizantes de los alimentos. Al emplear un cultivo ácido láctico se busca que este posea una buena actividad metabólica. Que imparta atributos sensoriales en el producto (aroma, sabor, cuerpo, textura).

Por estas razones y basados en el contenido nutricional del lactosuero pueden ser planteados un sin número de usos comerciales, entre los cuales se destaca para este proyecto de investigación la elaboración y evaluación de una bebida tipo yogurth a base de lactosuero dulce fermentada con *Streptococcus Salivarius ssp Thermophilus* y *Lactobacillus Casei ssp Casei* permitiendo obtener un alimento de alto contenido nutricional, y con un costo accesible para muchos sectores del mercado con limitaciones económicas.



Elaboración Y Evaluación De Una Bebida Tipo Yogurth A Base De Lactosuero Dulce Fermentada Con Estreptococcus Salivarius ssp Thermophilus y Lactobacillus Casei ssp Casei

De esta forma se proporcionó una nueva alternativa para el uso del lactosuero como materia prima permitiendo la disminución del mismo como desecho, por consiguiente se resolverá una problemática actual que es la contaminación ambiental por parte de la industria láctea.



2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El lactosuero es un subproducto de la separación de la cuajada durante el proceso de fabricación del queso y uno de los desechos más contaminantes de la industria alimentaria. Cada kilogramo de queso producido genera 9 kilogramos de suero y anualmente, a nivel mundial, se producen 110 millones de toneladas. (Padin, 2009)

En Colombia, según datos del DANE la producción de quesos para el año del 2004 asciende a los 26.758.146 kilogramos y basándose en la premisa anterior el lactosuero como subproducto de la elaboración del queso sobrepasaría los 234 millones de kilogramos para el mismo año, cifra que debe ser mucho mayor actualmente. Sin embargo el uso que tradicionalmente se le ha dado a este subproducto en el país, es suministrarlo como alimento a los animales domésticos especialmente cerdos y, adicionalmente cuando algunos productores no encuentra otra forma de utilizarlo optan por verterlo a las fuentes de agua o al suelo en donde suponen un caldo de cultivo para bacterias que consumen gran cantidad de oxígeno causando deterioro al medio ambiente y al mismo tiempo representa es un desperdicio de nutrientes potencialmente útiles para la alimentación humana (Gómez, 1999).

Por otra parte la alta demanda biológica de oxígeno de estos desechos estimada entre 30000 y 50000 partes por millón (ppm) los convierte en focos graves de contaminación (Miranda, 2007). Debido al impacto que puede generar el suero láctico en el medio ambiente es conveniente que se haga una revisión sobre sus usos potenciales, entre estas alternativas se encuentran alimentación para animales, producción de suero en polvo, suero desmineralizado, suero bajo en lactosa, lactosa, extracto de proteínas etc.



Elaboración Y Evaluación De Una Bebida Tipo Yogurth A Base De Lactosuero Dulce Fermentada Con Streptococcus Salivarius ssp Thermophilus y Lactobacillus Casei ssp Casei

Además muchas investigaciones en diferentes países y desde el siglo pasado han venido estudiando la posibilidad de utilizar el suero láctico para la alimentación humana (Cuellas, 2010). Por esta razón surge la pregunta:

¿Cuáles serían los ingredientes para la elaboración de una bebida fermentada tipo yogurt a base de lactosuero?



*Elaboración Y Evaluación De Una Bebida Tipo Yogurth A Base De Lactosuero Dulce Fermentada Con *Streptococcus Salivarius ssp Thermophilus* y *Lactobacillus Casei ssp Casei**

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Elaborar una bebida tipo yogurth a base de lactosuero dulce fermentada con *Streptococcus Salivarius ssp Thermophilus* y *Lactobacillus Casei ssp Casei*.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estandarizar una bebida tipo yogurth a base de lactosuero.
- Evaluar bromatológica, microbiológica, fisicoquímicamente y sensorialmente la bebida tipo yogurth.
- Caracterizar la fermentación producida por los microorganismos en dicho producto.
- Determinar la vida útil del producto terminado.



4. MARCO TEÓRICO

4.1 BEBIDAS FERMENTADAS LÁCTEAS

La leche es uno de los alimentos más antiguos utilizados por el hombre. El hábito del consumo de leche y productos lácteos en la alimentación humana se pierde en los orígenes de la evolución.

La leche y productos lácteos constituyen una parte importante de los alimentos que componen la dieta habitual de nuestro país y de su entorno (Romero, 2004). Según un estudio realizado por the Nielsen Company sobre el consumo de productos lácteos en Colombia, se destaca que el 95% de los hogares colombianos toma leches procesadas gracias a la alta distribución que tiene este alimento a nivel nacional.(Sevenoticias, 2011)

Según (Profeco, 2012) una característica del tracto gastrointestinal es la presencia de diversas colonias formadas por millones de bacterias, muchas de ellas benéficas para el proceso de asimilación de los alimentos ejemplos de estas son las bacterias *Lactobacillus*, *streptococcus* y *bifidobacterium*.

Estudios realizados sobre las funciones fisiológicas de estas bacterias evidencian su efecto favorable en la absorción de nutrientes, en la inhibición del crecimiento de los microorganismos patógenos y en la disminución de los problemas de gases, entre otras propiedades. (Profeco, 2012)

Una dieta desequilibrada, la falta de consumo adecuado de fibra dietética, el estrés, el consumo habitual de medicamentos, el clima y la proliferación de gérmenes patógenos afectan directamente a estas colonias de bacterias benéficas y alteran su equilibrio en el tracto gastrointestinal.(Profeco, 2012)



Elaboración Y Evaluación De Una Bebida Tipo Yogurth A Base De Lactosuero Dulce Fermentada Con Streptococcus Salivarius ssp Thermophilus y Lactobacillus Casei ssp Casei

En el mercado existe una variada oferta de productos lácteos fermentados (el más conocido en esta categoría es el yogur que corresponde a leche fermentada con *Lactobacillus Bulgaricus* y *Streptococcus Thermophilus*), que, si se incorporan en la dieta normal, pueden restablecer o mantener ese equilibrio bacteriano, pues su composición incluye la presencia de diferentes colonias de bacterias benéficas. (Profeco, 2012)

Sin embargo, el desarrollo tecnológico ha dado origen a la aparición de las bebidas lácteas fermentadas, las cuales también se venden bajo las denominaciones de “alimento lácteo fermentado” o “producto lácteo fermentado”. Estos productos además de que ofrecen agregar diversas bacterias benéficas y con ello favorecer el equilibrio de las de las poblaciones bacterianas de la flora intestinal, son de fácil digestión y producen ácido láctico, que impide la proliferación de bacterias nocivas y la putrefacción de sustancias en el colon; tienen también la facultad de sobrevivir a través de sistema digestivo y, en varios casos, de reproducirse ejemplos de estas son las bífidobacterias *Lactobacillus Johnsonii*, *Lactobacillus Casei* y *Lactobacillus Casei Shirota*; a todas ellas también se les denomina con el nombre genérico de “probióticos”.(Profeco, 2012)

4.2 FERMENTACIÓN

La fermentación de los alimentos es una práctica muy antigua presente en todas las culturas del mundo. Algunos alimentos fermentados han trascendido sus fronteras de origen para convertirse en productos cotidianos en más de un continente; sin embargo, aquellos que se producen en forma artesanal o semicomercial, o bien para el consumo de culturas particulares se denominan tradicionales. Las fermentaciones implicadas en estos alimentos revisten una enorme complejidad, y su estudio ha aportado y seguirá aportando enorme riqueza al conocimiento biotecnológico. (García, 2004)



*Elaboración Y Evaluación De Una Bebida Tipo Yogurth A Base De Lactosuero Dulce Fermentada Con *Streptococcus Salivarius ssp Thermophilus* y *Lactobacillus Casei ssp Casei**

La fermentación es un proceso metabólico anaerobio de oxidación-reducción, en el cual un sustrato orgánico actúa como receptor final de hidrogeno (aceptor de electrones) en lugar de oxígeno. La fermentación de sustratos orgánicos como los carbohidratos da por resultado productos finales reducidos y oxidados. Los productos finales provenientes de las fermentaciones de hidratos de carbono dependen de varios factores: (Mac Faddin, 2003)

- Microorganismo que lleva a cabo la fermentación
- El sustrato fermentado
- Factores ambientales como la temperatura y la acidez

Los hidratos de carbono y alcoholes, rinden pocos producto finales de fermentación: dos gases, hidrogeno y dióxido de carbono; unos pocos ácidos; unos pocos alcoholes y una cetona. (Mac Faddin, 2003)

Además cabe mencionar que la glucolisis constituye la primera etapa de las vías de fermentación, igual que en el caso de la respiración aeróbica. La glucolisis también requiere enzimas que catalizan la descomposición de glucosa y el reordenamiento de los fragmentos en dos moléculas de piruvato. En este caso, nuevamente se forman dos NADH y el rendimiento neto de energía es de dos ATP. (Starr, 2004)

Sin embargo, en las reacciones de fermentación no se rompe en su totalidad la glucosa hasta dióxido de carbono y agua. Además, no se produce más ATP más allá del bajo rendimiento de la glucolisis. En los pasos finales de la fermentación simplemente se genera el NAD⁺, la coenzima que ayuda en las reacciones de descomposición. (Starr, 2004)

La fermentación da suficiente energía para el sostenimiento de muchos organismos anaerobios unicelulares. Inclusive es de ayuda para algunas células

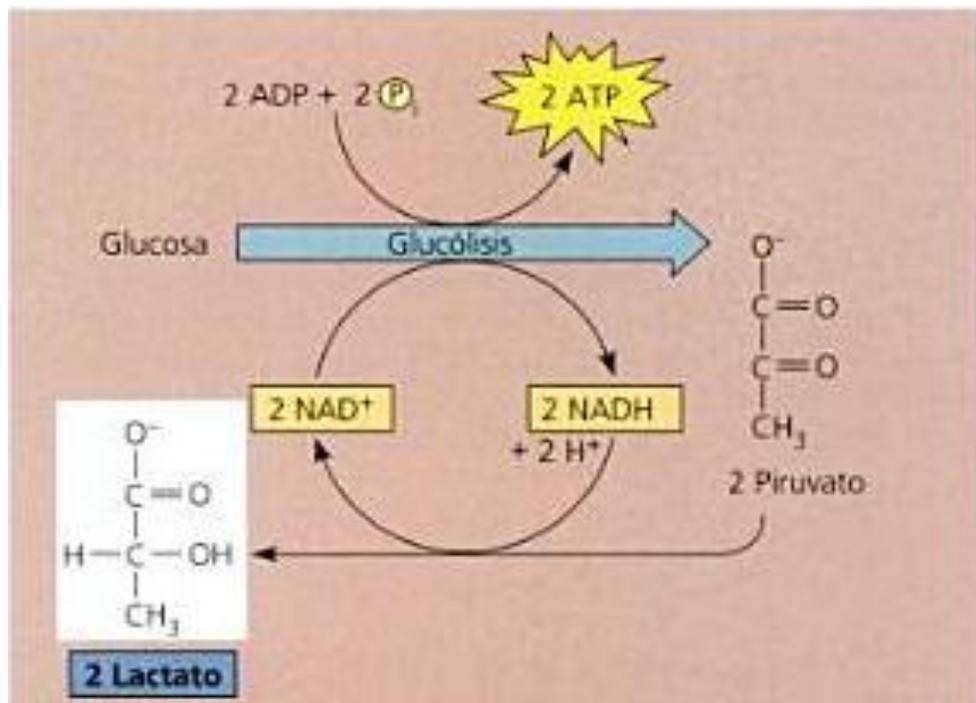


aeróbicas en periodos de tensión, aunque no basta para el sostenimiento de grandes organismos multicelulares. (Starr, 2004)

4.2.1 Tipos De Fermentación. Hay muchos tipos de fermentación que difieren en los productos finales que se forman a partir del piruvato. Dos tipos comunes son la fermentación alcohólica y la fermentación ácido láctica. Esta última es utilizada en la elaboración de este tipo de productos. (Campbell, 2007)

4.2.2 Fermentación Láctica. Durante la fermentación ácido láctica el piruvato se reduce directamente por acción del NADH para formar lactato como producto final, sin liberación de CO_2 (lactato es la forma ionizada del ácido láctico). (Campbell, 2007) En la siguiente figura se presenta el proceso de fermentación láctica

Figura 1 Fermentación láctica



Fuente: (Starr, 2004)



4.3 LECHE FERMENTADA

Leche fermentada es aquella que ha sido transformada por el desarrollo de bacterias lácticas u otros microorganismos que transforman la lactosa en ácido láctico y otros metabolitos. El cambio principal que se da en la leche es el descenso del pH (hasta 4.6-4.0). Como consecuencia de este descenso, se produce la coagulación de la caseína, que forma un gel y la inhibición del desarrollo de gran número de microorganismos, entre ellos la mayoría de los patógenos, debido a la producción de ácido láctico y otros metabolitos menores como el ácido acético, el agua oxigenada o las bacteriocinas, un potencial de óxido-reducción bajo y el consumo por parte de las bacterias lácticas de componentes que son vitales para otros microorganismos.(Romero, 2004)

Además, durante la fermentación se producen metabolitos como el acetaldehído y el diacetilo, que aportan aroma al producto. Algunas bacterias lácticas también producen polisacáridos que confieren a la leche fermentada una textura suave y cremosa.(Romero, 2004)

Por otra parte el valor energético y la composición en macronutrientes de las leches fermentadas son similares al de la leche de partida. A su vez, el contenido en minerales y en vitaminas no sufre grandes variaciones. El valor proteico también es semejante, y suelen proporcionar entre 2.8-5 g/100 g de proteínas. Con la diferencia de que, en algunos casos, estas proteínas son de mejor asimilación y digestibilidad, esto es debido a que durante la fermentación, las bacterias lácticas ejercen una acción proteolítica, conduciendo dicha predigestion proteica a un aumento en la digestibilidad y valor biológico de la proteína. Además, las bacterias lácticas también actúan sobre el componente graso, generando derivados que resultan más fáciles de digerir. (Aranceta, 2005)



Elaboración Y Evaluación De Una Bebida Tipo Yogurth A Base De Lactosuero Dulce Fermentada Con Estreptococcus Salivarius ssp Thermophilus y Lactobacillus Casei ssp Casei

Durante el proceso de elaboración de leches fermentadas la modificación química más importante es la fermentación de lactosa con formación de ácido láctico, que tiene ventajas nutricionales, como favorecer la absorción del calcio (Aranceta, 2005). Así mismo su consumo se ha relacionado con un aumento de la longevidad en las personas. (Hernández, 2003)

Se hace necesario mencionar que las leches fermentadas, con microorganismos vivos ejercen un efecto prebiótico, ya que contribuyen al mantenimiento de una flora intestinal adecuada, lo que resulta de utilidad en la defensa contra patógenos, en caso de daño intestinal, diarreas, etc. Su consumo habitual se ha relacionado con una mejora de la respuesta inmunitaria y una mayor protección frente a la carcinogénesis. (Aranceta, 2005)

Dentro de las leches fermentadas más conocidas podemos mencionar:

- Yogur
- Kéfir (originario del Caucaso)
- Kumis (originario de asia central)

Aunque estos productos comparten muchas propiedades, existen diferencias marcadas entre ellos, como lo es el tipo de cultivo utilizado en su elaboración. De esta manera para la elaboración de yogur se emplean (*Streptococcus Thermophilus* y *Lactobacillus Bulgaricus*) (Hernández, 2003), para el kéfir (granos de kéfir que están constituidos por *Cándida Kéfir*, *Candida Pseudotropicalis*, *Saccharomyces Cerevisiae*, *Saccharomyces Delbrueckii*, *Saccharomyces Exiguus*, *Lactobacillus Kéfir*, *Lactobacillus Casei*, *Lactobacillus Acidophilus*, *Leuconostoc* y *Acetobacter*) (García, 2004) y el kumis (*Lactobacillus Lactis* y *Lactobacillus Cremoris*) (Pardo, 2003).



4.3.1 Yogur. Según (Gcosta, 2003) dice la leyenda que el yogur y el kéfir nacieron en las laderas del monte Elbrus en la cordillera del Cáucaso por un milagro de la naturaleza. Microorganismos de varios tipos cayeron en una cantara de leche al mismo tiempo y a la temperatura adecuada, y comprobaron que podían vivir en simbiosis.

Fue en la ladera sur del monte Elbrus en donde los microorganismos que preferían temperaturas relativamente altas, entre 40 y 45°C, cayeron juntos en un recipiente que contenía leche que probablemente pertenecía a un nómada turco, y se obtuvo lo que los turcos denominaron “yogurut”. (Gcosta, 2003)

Además durante la primera mitad del siglo XX un bacteriólogo ruso de apellido Metchnikoff relaciono la buena salud y la longevidad de los campesinos de los Balcanes con el consumo de un producto fermentado, a partir de la leche. Por este motivo se considera que las leches fermentadas fueron precursoras de lo que hoy se conoce como yogur. (Hernández, 2003)

Según (Hernández, 2003) el yogur es un producto que se obtiene al fermentar la leche utilizando un cultivo mixto formado por las bacterias *Lactobacillus Delbruekii*, subespecie *Bulgaricus*, y *Estreptococcus Salivarius*, subespecie *Thermophilus*. Como resultado de la fermentación, se produce ácido láctico a partir de la lactosa presente en la leche y una serie de compuestos que le imparten al yogur un sabor y un aroma típicos. El yogur debe tener una consistencia suave y homogénea así como estar libre de grumos. Para evaluar sus características, se deben tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- Aroma
- Sabor (acidez)
- Cuerpo (viscosidad o consistencia)
- Textura (ausencia de grumos)



Asimismo el yogur se clasifica de la siguiente forma: (Gcosta, 2003)

- **Yogur firme**, incubado y enfriado en el mismo envase(Gcosta, 2003)
- **Yogur batido**, que es incubado en depósitos y enfriado antes de su envasado(Gcosta, 2003)
- **Yogur líquido**, similar al yogur batido, aunque el coagulo se rompe hasta obtener una forma líquida antes de su envasado(Gcosta, 2003)
- **Yogur congelado** incubado en taques y congelado como un helado de crema (Gcosta, 2003)
- **Yogur concentrado** incubado en tanques, concentrado y enfriado antes de ser envasado.(Gcosta, 2003)
- **Yogur natural** no contiene ningún ingrediente adicional (Hernández, 2003)
- **Yogur de frutas** posee frutas en trozos o en forma de puré (Hernández, 2003)
- **Yogur bajo en calorías** posee poca grasa y carbohidratos. (Hernández, 2003)
- **Yogur azucarado** es el yogur natural al que se le han añadido azúcar o azúcares comestibles (Romero, 2004)
- **Yogur edulcorado** es el yogur natural al que se le han añadido edulcorantes autorizados(Romero, 2004)
- **Yogur aromatizado** es el yogur natural al que se le han añadido agentes aromáticos autorizados (Romero, 2004)

4.4 PROBIÓTICOS

Como ya ha sido mencionado antes el científico ruso Elie Metchnikoff postuló que las bacterias ácido lácticas ofrecían beneficios a la salud que llevaban a la longevidad. Sugirió que la “autointoxicación intestinal” y el envejecimiento resultantes podrían suprimirse modificando la microbiota intestinal y utilizando



Elaboración Y Evaluación De Una Bebida Tipo Yogurth A Base De Lactosuero Dulce Fermentada Con Streptococcus Salivarius ssp Thermophilus y Lactobacillus Casei ssp Casei

microbios útiles para sustituir a los microbios proteolíticos como *Clostridium* productores de sustancias tóxicas que surgen de la digestión de proteínas, entre las que se encuentran fenoles, indoles, y amoníaco. Desarrollo entonces una dieta con leche fermentada por la bacteria, a la que denominé “bacilo búlgaro”.(Guarner, 2008)

El término “probiótico” fue introducido por primera vez en 1965 por Lilly y Stillwell; a diferencia de los antibióticos, se definió al probiótico como aquel factor de origen microbiológico que estimula el crecimiento de otros organismos. En 1989, Roy Fuller enfatizó el requisito de viabilidad para los probióticos e introdujo la idea de que tienen un efecto beneficioso para el huésped. (Guarner, 2008)

Es decir los probióticos son microorganismos vivos que al ser administrados en dosis adecuadas, confieren un beneficio para la salud del receptor (Conciencia, 2012) estos pueden incluirse en la preparación de una alta gama de productos, incluyendo alimentos, medicamentos, y suplementos dietéticos.(Guarner, 2008) Asimismo los probióticos son una buena alternativa, natural y sin efectos secundarios para mejorar sensiblemente el funcionamiento intestinal y, por extensión, optimizar nuestra salud, la cual se ve afectada por el estrés, los malos hábitos alimentarios y el abuso de los antibióticos. (Conciencia, 2012) Las especies de *Lactobacillus* y *Bifidobacterium* son las usadas más comúnmente como probióticos, pero la levadura *Saccharomyces Cerevisiae* y algunas especies de *E. Coli* y *Bacillus* también son utilizados como probióticos. Las bacterias ácido lácticas (BAL), entre las que se encuentra la especie *Lactobacillus*, han sido utilizadas para la conservación de alimentos mediante fermentación durante miles de años; pueden ejercer una función doble, actuando como agentes fermentadores de alimentos, pudiendo además generar efectos beneficiosos a la salud.(Guarner, 2008)



Para ser considerado “probiótico”, la bacteria tiene que sobrevivir el medio ácido del estómago, colonizar el intestino delgado y grueso y actuar como una barrera en contra de las bacterias patógenas. Adicionalmente, los probióticos ayudan en el metabolismo de los carbohidratos y la absorción de vitaminas en el tracto intestinal.

4.4.1 Los Alimentos Probióticos. Según (Atencio, 2005) son múltiples los beneficios de los alimentos probióticos:

- Combaten el estreñimiento y mejoran la eliminación.
- Inhiben el crecimiento de *Helicobacter Pylori*, una bacteria relacionada con la gastritis, las úlceras gástricas y el cáncer de estómago.
- Reducen la formación de amoníaco en los intestinos, estimulando la función de las células inmunes, como los fagocitos, linfocitos, y células que cumplen similar función.
- Promueven la producción de anticuerpos protectores al actuar como donante de antígenos.
- Inhiben a las enzimas bacterianas que se utilizan para producir sustancias cancerígenas en el intestino grueso.
- Evitan la aparición de alergias.
- Reducen los síntomas de intolerancia a la lactosa en las personas susceptibles.
- Protegen contra una gran cantidad de bacterias tóxicas, entre ellas *Salmonella typhi*, *E. Coli* y *Candida Albicans*.

En la siguiente tabla se muestran las principales especies de bacterias lácticas y bífidobacterias empleadas como probióticos humanos:



Tabla 1 Bacterias Probióticos

Lactobacillus spp.	OTRAS BACTERIAS LÁCTICAS	Bifidobacterium spp
<i>Lb. Acidophilus</i>	<i>Enterococcus Faecium</i>	<i>B. animalis (B. Lactis)</i>
<i>Lb. Amylovorus</i>	<i>Lactococcus Lactis</i>	<i>B. Bifidum</i>
<i>Lb. Casei</i>	<i>Streptococcus Thermophilus</i>	<i>B. Breve</i>
<i>Lb. Crispatus</i>		<i>B. Infantis</i>
<i>Lb. Delbrueckii</i>		<i>B. longum</i>
<i>Lb. Fermentum</i>		
<i>Lb. Gasseri</i>		
<i>Lb. Johnsinii</i>		
<i>Lb. Paracasei</i>		
<i>Lb. Plantarum</i>		
<i>Lb. Reuteri</i>		
<i>Lb. Rhamnosus</i>		

Fuente: (Rodríguez, 2006)

4.4.2 Prebióticos. Los “prebióticos” son aquellos carbohidratos no digeribles pero fermentables de la dieta que favorecen el crecimiento en el colon de ciertas bacterias consideradas beneficiosas para el hospedador (Rodríguez, 2006).

A diferencia de los probióticos, la mayoría de los prebióticos se utilizan como ingredientes de alimentos en galletas, cereales, chocolate, cremas de untar, y productos lácteos, por ejemplo. Los prebióticos conocidos comúnmente son (Guarner, 2008):

- Oligofructosa
- Inulina
- Galacto-oligosacaridos
- Lactulosa
- Oligosacaridos de la leche del pecho

Cabe mencionar que los prebióticos ejercen una acción complementaria y sinérgica con los probióticos. (Vásquez, 2005)



4.4.3 Simbióticos. Un simbiótico es un producto que contiene probióticos y prebióticos. En esta mezcla, el prebiótico se utiliza para facilitar la supervivencia, el crecimiento y metabolismo del probiótico administrado. (Vásquez, 2005)

4.5 BACTERIAS PRODUCTORAS DE ÁCIDO LÁCTICO

Son ampliamente distribuidas en diferentes ecosistemas, además de generarse a gran escala procesos para la producción comercial de alimentos fermentados, bebidas alcohólicas, ensilados, levaduras para la producción de cerveza, vinos y bacterias ácido lácticas (BAL) para la utilización en vegetales, fermentaciones cárnicas, queso, mantequilla, yogur, salchichas, ensilajes, olivos, uvas y cereales como pan y cerveza preservando y proporcionando propiedades sensoriales y nutricionales a los productos alimenticios. (Parra, 2010)

Las BAL desempeñan un papel importante en los procesos de fermentación; ellas son muy utilizadas en la industria alimentaria, no solamente por su habilidad por acidificar y por lo tanto preservar alimentos de las esporas, sino también su implicación en la textura, sabor, olor y desarrollo de aroma de alimentos fermentados. (Parra, 2010)

Se trata de una clase funcional de bacterias fermentadoras no patógenas, no toxígenas, gram positivas, caracterizadas por producir ácido láctico a partir de carbohidratos, lo que las hace útiles para la fermentación de alimentos. En este grupo se incluyen las especies de *Lactobacillus*, *Lactococcus*, y *Streptococcus Thermophilus*. Dado que el género *Bifidobacterium* no produce la fermentación de alimentos y es taxonómicamente diferente de las otras BAL, habitualmente no se le agrupa entre las BAL. Muchos probióticos también son BAL, pero algunos



probióticos (tales como ciertas cepas de *E. Coli*, formadoras de esporas, y levaduras usadas como probióticos) no lo son. (Guarner, 2008)

4.5.1 Clasificación. La clasificación de las BAL en géneros diferentes es basada en principio en la morfología, modo fermentación de la glucosa (homofermentativas y heterofermentativas), el crecimiento a diferentes temperaturas, la configuración del ácido láctico producido, habilidad para crecer a alta concentración de sal y tolerancia acida o alcalina. En la naturaleza existen los siguientes géneros: *Aerococcus*, *Alloinococcus*, *Carnobacterium*, *Dolosigranulum*, *Enterococcus*, *Globicatella*, *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Lactosphaera*, *Leuconostoc*, *Oenococcus*, *Pediococcus*, *Streptococcus*, *Tetragenococcus*, *Vagococcus* y *Weisella*. Sin embargo los generos más representativos son: *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Pediococcus*, *Streptococcus* y *Leuconostoc*. (Ramírez, 2007)

4.5.2 Características Fermentativas De Las Bacterias Lácticas. Existen diversos géneros de BAL; sin embargo, estas son agrupadas como homofermentadoras o heterofermentadoras basado en el producto final de su fermentación. Las homofermentadoras como *Lactococcus*, *Streptococcus*, *Streptococcus*, *Vagococcus*, y algunos *Lactobacillus* poseen la enzima aldolasa y producen ácido láctico como el producto principal de la fermentación de la glucosa utilizando la vía de glucolisis. Por su parte, las del genero *Leuconostoc*, *Oenococcus*, *Weisella*, *Carnobacterium*, *Lactosphaera* y algunos *Lactobacillus* son heterofermentadoras y convierten hexosas a pentosas por la via 6-fosfogluconato-fosfocetolasa, produciendo en el proceso además de ácido láctico, cantidades significantes de otros productos como acetato, etanol y CO₂. En la industria alimentaria algunas BAL heterolacticas son más importantes que las homolacticas, por ejemplo en la producción de compuestos que intensifican el sabor y aroma tales como acetaldehído y diacetilo. (Ramírez, 2007)



4.5.3 *Streptococcus Salivarius* ssp *Thermophilus*. Morfología: Se presentan en forma de células esféricas u ovoides de 0.7 a 0.9 μm de diámetro unidas en parejas o largas cadenas, según la temperatura de crecimiento y el medio de cultivo. (Romero, 2004)

Metabolismo: es homofermentativa en la leche produce 0.7-0.8% ácido láctico L(+), algunas cepas son capaces de producir hasta un 1% de ácido láctico. No produce amoniaco a partir de la arginina, ni metaboliza el citrato, algunas cepas son capaces de producir polisacáridos que forman un mucilago lo cual es interesante para la viscosidad del yogur (Romero, 2004).

En la leche, además de ácido láctico, produce los ácidos grasos volátiles: formico, acético, propionico, butírico, isovalerico, caprionico, además produce acetoina y pequeñas cantidades de acetaldehído (Romero, 2004).

Presenta una actividad proteolítica muy pequeña en la leche y la mayoría de aminoácidos liberados son consumidos durante la fase de crecimiento logarítmico (Romero, 2004).

Temperatura de crecimiento: es una bacteria termófila. Su temperatura óptima de crecimiento es de 42-45°C, la mínima de 10°C y la máxima de 50°C. También es una bacteria termoturica, aguanta un tratamiento de calor en la leche de 30 minutos a 60°C. (Romero, 2004)

Sensibilidad a la presencia de determinadas sustancias: es muy sensible a la presencia de inhibidores y en especial de antibióticos, por ejemplo su crecimiento es inhibido por 0.01 U.I de penicilina o 5 μm de estreptomina por ml de leche. También es muy sensible a la sal, hecho que se aprovecha para diferenciarlo de otros latococcos y enterococcos; no crece en presencia de un 4% de sal y algunas cepas en presencia de un 2% de sal (Romero, 2004).



4.5.4 *Lactobacillus Casei ssp. Casei.* *Lactobacillus Casei* son bacterias gram positivas, anaerobias facultativos, no móviles y no formadores de esporas, en forma de bastón (rango de tamaño de la celda = 0.7-1.1x2.0-4.0 micras) los miembros de las bacterias del ácido láctico industrialmente importantes. Al igual que otras bacterias ácido lácticas, *L. Casei* son ácido tolerantes. No pueden sintetizar porfirinas, y poseen un metabolismo estrictamente fermentativo con ácido láctico como producto final metabólico importante. Dentro del género *Lactobacillus*, *L. Casei* forma parte del grupo de especies heterofermentativas facultativas (“grupo II”), que producen ácido láctico a partir de hexosas por la vía de Embden-Meyerhof y de pentosas por la vía 6-fosfogluconato fosfoacetolasa. El crecimiento de *L. Casei* se produce a 15 pero no 45°C, requiere riboflavina, ácido fólico, pantotenato de calcio, niacina etc. (Genome, 2012)

Lactobacillus Casei es una especie muy adaptable, y puede ser aislado de productos lácteos crudos fermentados, productos vegetales frescos y fermentados, y el aparato reproductor e intestinal de los seres humanos y otros animales. Industrialmente, *L. Casei* tiene aplicación como probióticos humanos, como el ácido que producen cultivos iniciadores para la fermentación de la leche, y como las culturas de la especialidad para la intensificación y aceleración del desarrollo del sabor en ciertas variedades de quesos madurados por bacterias. (Genome, 2012)

4.6 LACTOSUERO

4.6.1 Definición Y Obtención. El lactosuero es definido como la sustancia líquida obtenida por separación del coágulo de la leche en la elaboración del queso, precipitación de la caseína o productos similares mediante la separación de la cuajada, después de la coagulación de la leche. La coagulación se obtiene mediante la acción de enzimas del cuajo (Gonzales, 2011), y está compuesto



principalmente de proteínas hidrosolubles (lactoalbúmina y lactoglobulina), lactosa, minerales y vitaminas que constituyen aproximadamente el 90% del volumen de la leche y contiene la mayor parte de los compuestos hidrosolubles de ésta. A pesar que en la actualidad es un material contaminante por su alto contenido orgánico, no hacer uso del lactosuero como alimento es un desperdicio de nutrientes, pues este contiene un poco más del 25 % de las proteínas de la leche, cerca del 8% de la materia grasa y cerca del 95 % de la lactosa.(Villacis, 2011)

4.6.2 Reseña Histórica. Su primer uso fue como alimento para los animales, una vez que el hombre descubrió la coagulación enzimática. Las ovejas y cabras, fueron domesticadas en Mesopotamia, en el año 5000 AC, en ese momento, la cuajada enzimática de leche comenzó a ser un alimento importante para su civilización. El suero se almacenaba en jarrones de cerámica. Posteriormente, algunos nómadas que tenían gran cantidad de ovejas y cabras, hervían el suero en calderas de cobre, y obtenían un nutritivo alimento sólido. (Gutiérrez, 2005)

En la edad media, el suero era valorado como medicina, un afrodisiaco y un bálsamo para la piel. El suero se utilizaba como componente de ungüentos y pociones, para curar heridas, inspirar vitalidad y remediar varias enfermedades. (Gutiérrez, 2005)

En la antigüedad se utilizaba baños de suero, para remover arrugas y suavizar la piel. De repente, al suero se le dieron características indeseables, como su olor, sobre su aspecto y su coloración pálida, débil y acuosa. Desde entonces, su consumo como alimento ha sido muy bajo. (Gutiérrez, 2005)

4.6.3 Propiedades Del Lactosuero. Para la industria alimentaria, el lactosuero constituye una fuente económica de proteínas que otorga múltiples propiedades en una amplia gama de alimentos. Los productos del suero, incluyendo la lactosa, mejoran la textura, realzan el sabor y color, emulsifican y estabilizan, mejoran las propiedades de flujo y muestran muchas otras propiedades funcionales que



aumentan la calidad de los productos alimenticios. Basados en el valor nutricional del lactosuero, un número de usos comerciales se han obtenido como etanol, ácidos orgánicos, bebidas no alcohólicas, bebidas fermentadas, biomasa, concentrados, aislados e hidrolizados de proteína, películas comestibles, medio de soporte para encapsular sustancias, producción de xantana, enzimas, separación de la lactosa para fines endulzantes en alimentos entre otras aplicaciones (Parra, 2009).

4.6.4 Tipos De Lactosuero. Existen varios tipos de lactosueros dependiendo principalmente de la eliminación de la caseína, el primero denominado dulce, está basado en la coagulación por la renina a pH 6,5. El segundo llamado ácido resulta del proceso de fermentación o adición de ácidos orgánicos o ácidos mineral es para coagular la caseína como en la elaboración de quesos frescos (Parra, 2009).

4.6.4.1 Lactosuero Dulce. El suero dulce, se genera al elaborar el queso mediante el uso de enzimas proteolíticas o “cuajo”, las cuales actúan sobre las caseínas de la leche y las “cortan” o “rompen”, haciendo que estas se desestabilicen y precipiten, todo esto bajo condiciones específicas de temperatura (15-50°C), pH levemente ácido (5,9-6,6) producto de la incorporación de cultivos lácteos y iones calcio. La principal enzima utilizada para realizar esto, es la quimosina o renina. Esta enzima es propia del aparato digestivo de los rumiantes, por eso, antiguamente esta enzima se obtenía a partir del estómago de estos animales. Actualmente esta enzima es producida a partir de síntesis bioquímica evitando usar el estómago de terneros como materia prima. Por otro lado como se mencionó anteriormente, está el suero “ácido”. (Franchi, 2010)

4.6.4.2 Lactosuero Acido. Este suero se genera mediante la precipitación ácida de la caseína. Esta precipitación se realiza disminuyendo el pH de la leche a un valor de 4,5 a 4,6. A este pH, se alcanza el punto isoeléctrico de la mayoría de las caseínas presentes; en este punto, la carga eléctrica neta de la proteína es igual a



cero, lo cual produce que la micela de caseína se desestabilice y precipite, dejando en solución solamente las proteínas de tipo séricas. (Franchi, 2010)

El lactosuero cuenta con una interesante acogida debido su contenido proteico y su alto nivel de edulcorantes (lactosa) en relación a otros productos lácteos. Su composición ofrece interesantes posibilidades en la industria de postres y confitería. Los sueros ácidos presentan un contenido menor de lactosa y mayor de sales minerales en comparación con sueros dulces, sin embargo, la principal diferencia entre ambos es la concentración de calcio (Posada, 2011).

4.6.5 Composición Del Lactosuero. En la siguiente tabla se exponen los porcentajes de cada uno de los parámetros que componen el lactosuero, donde están incluidos el agua, extracto seco, lactosa, proteínas, grasa y sales minerales.

Tabla 2. Composición Media Del Lactosuero

PARÁMETRO	SUERO DULCE	SUERO ÁCIDO
Agua	93-95%	93-95%
Extracto seco	5-7%	5-7%
Lactosa	4.5-5.3%	3.8-5.2%
Proteínas	0.6-1.1%	0.2-1.1%
Grasa	0.1-0.4%	0.1-0.5%
Sales minerales	0.5-0.7%	0.5-1.2%

Fuente: (Guerrero, 2012)

4.6.5.1 Proteínas Del Suero. Reciben este nombre el conjunto de sustancias nitrogenadas que no precipitan cuando el pH de la leche se lleva a 4,6, pH que corresponde al punto isoeléctrico (pH) de la caseína bruta. Por esto se les denomina también proteínas solubles. Se encuentran en el suero que se separa del coagulo obtenido por la adición del cuajo. (Veisseyre, 1988)

función primaria de las proteínas lácteas es el aporte suficiente de aminoácidos esenciales y de nitrógeno orgánico. (Aranceta, 2005) Entre las proteínas del suero



se permiten distinguir cuatro grandes fracciones: albuminas, globulinas, fracción proteosas-peptonas y proteínas menores. (Veisseyre, 1988)

Albuminas

Es la fracción más importante, pues representa el 75% de las proteínas del suero lácteo y el 15% de las proteínas de la leche. Comprende fundamentalmente tres constituyentes: α -lactoalbumina, la β -lactoglobulina y la seroalbumina.

α -lactoalbumina

Proteína muy soluble en agua a pH 6, pero mucho menos soluble en la zona de pH 4-4,6. Representa el 25% de la fracción de "albuminas". La proteína interviene en la biosíntesis de la lactosa, de la cual se sabe que está bajo el control de tres enzimas, la lactosa sintetasa y sus dos subunidades proteicas A y B.

β -lactoglobulina

Proteínas cuya solubilidad en agua pura es nula. Solamente la presencia de sales permite asegurar una cierta solubilidad. La β -lactoglobulina es una molécula muy compacta cuya cadena está fuertemente plegada. Es particularmente apta para formar polímeros, cuya complejidad es función del pH.

Globulinas

Representa el 10 al 12% de las proteínas solubles. Las globulinas de la leche presentan una actividad inmunológica importante. Por esto se las llama a menudo inmunoglobulinas, cuya actividad inmunológica puede caracterizarse haciéndolas reaccionar con los antígenos apropiados. Las inmunoglobulinas desempeñan un papel fundamental en la transmisión de inmunidad de la madre al recién nacido durante los primeros días de vida post-uterina.



Proteosapeptonas

Es la fracción de las proteínas de la leche que no precipitan por calentamiento a 95°C durante 30 minutos seguida de acidificación a pH 4,6. Representan aproximadamente el 10% de las proteínas del suero lácteo. Es muy heterogénea y no esta aun perfectamente definida.

Proteínas menores

Agrupar un cierto número de proteínas que se encuentran en la leche en pequeña cantidad y son difíciles de clasificar.

Las proteínas del suero tienen efectos saludables como ser antimicrobianos, regular la flora bacteriana, regular el sistema inmune, ser antihipertensivos, entre otros; además que sus aminoácidos regulan los procesos anabólicos y catabólicos de los nutrientes, optimizando la composición corporal. (Arancete, 2005)

4.6.6 Aplicaciones Y Productos Del Suero Lácteo. En cualquier operación industrial donde se produzca queso, caseína o coprecipitados habrá un subproducto el lactosuero. Debido a su alta demanda biológica de oxígeno (DBO) (aprox. 32.000 mg/L de suero), se considera que una granja que procese unos 100000 litros de leche al día para producir queso, genera la misma cantidad de efluentes (como productos orgánicos a ser tratados) que un pueblo de 55000 habitantes. Por lo tanto es conveniente que se haga una revisión sobre los potenciales del suero para evitar el tener que desecharlo como efluente con el alto costo que representa en todos los sentidos. Las investigaciones que sobre esto se han realizado en todo el mundo han conducido a una revaloración de este recurso, al grado que ahora hay compañías que están adquiriendo plantas de queso, tan solo para poder asegurar el abasto de suero (Valencia, 2008). Entre los principales usos y productos del suero encontramos:



*Elaboración Y Evaluación De Una Bebida Tipo Yogurth A Base De Lactosuero Dulce Fermentada Con *Streptococcus Salivarius ssp Thermophilus* y *Lactobacillus Casei ssp Casei**

- Alimento para animales
- Uso de ensilados
- Producción de suero en polvo
- Suero desmineralizado
- Suero bajo en lactosa
- Lactosa
- Extracto de proteínas



5. METODOLOGÍA

5.1 PLAN DE TRABAJO

El plan de trabajo de este proyecto se divide en 5 etapas:

- Durante la primera etapa se realizó la recolección del lactosuero, evaluación fisicoquímica del mismo
- Durante la segunda etapa se realizó la estandarización de la bebida tipo yogurt a base de lactosuero
- Durante la tercera etapa se realizó una caracterización de la fermentación producida por las bacterias ácido lácticas
- Durante la cuarta etapa se evaluó bromatológica, microbiológica, fisicoquímicamente y sensorialmente la bebida tipo yogurt
- Durante la quinta etapa se hizo la determinación de la vida útil del producto final.

5.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación realizada posee un carácter experimental que se enmascara con la modalidad de investigación, con el fin de dar utilidad a un subproducto el cual corresponde al suero láctico procedente de la elaboración del queso. A través de la estandarización de una bebida tipo yogurt a base de el mismo.



5.3 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El estudio se realizó en las plantas de alimentos ubicadas en la Universidad de Cartagena sede piedra de bolívar y en la planta procesadora de lácteos de la empresa Coolechera-Cartagena.

5.4 OBTENCIÓN DE LA MATERIA PRIMA

La materia prima necesaria para la elaboración de la investigación fue proporcionada por la empresa productora de lácteos Coolechera-Cartagena. Lactosuero dulce derivado de la producción de queso costeño.

Las cepas de bacterias ácido lácticas utilizadas en la fermentación durante la investigación fueron suministradas por la empresa CHR-HANSEN Colombia a través del señor Jaime Hernández.

5.5 RECOLECCIÓN DEL LACTOSUERO

El suero fue recolectado en la primera producción del día de queso costeño en las instalaciones de la empresa Coolechera-Cartagena y se trasladó a las instalaciones de la planta de alimentos de la Universidad de Cartagena sede piedra de bolívar.

5.6 ANÁLISIS Y CALIDAD DEL LACTOSUERO

El análisis de los alimentos es la disciplina que se ocupa del desarrollo, uso y estudio de los procedimientos analíticos para evaluar las características de los alimentos y de sus componentes. Esta información es crítica para el entendimiento de los factores que determinan las propiedades de los alimentos, así como la



habilidad para producir alimentos que sean consistentemente seguros, nutritivos y deseables para el consumidor.

En las siguientes tablas se muestra las diferentes pruebas que se realizaron para determinar la calidad del lactosuero.

5.7 ANÁLISIS FISCOQUÍMICO

Tabla 3. Análisis Fiscoquímico

PRUEBA	EQUIPOS Y REACTIVOS	DESCRIPCIÓN	MARCO LEGAL
Determinación de pH	Potenciómetro (marca Hanna, modelo HI 9126)	Se realizó la medición del pH usando un potenciómetro previamente calibrado que se basa en la medición electrolítica de la actividad de los iones hidrógenos presentes en una muestra.	NTC 399
Prueba de acidez	Solución de fenolftaleína 0.5% Solución de NaOH 0.1N Pipeta aforada Bureta de 10 ml Erlenmeyer	La acidez se determinó a través de valoración ácido base por neutralización, utilizando una solución de hidróxido de sodio 0.1N, expresando los resultados en ácido láctico.	NTC 4978 de 2001
Determinación de densidad	Termo lactodensímetro Quevenne Probeta Picnómetro	Se determinó la densidad a través de un picnómetro y un Termo lactodensímetro Quevenne haciendo la lectura a 15°C	NTC 399
Determinación de grasa	H ₂ SO ₄ para Gerber Alcohol isoamílico puro Pipeta Butirometro de Gerber	La grasa se determinó a través del método de gerber el cual se basa en la digestión parcial de los componentes de la leche en ácidosulfúrico, excepto la grasa.	NTC 399
Determinación de solidos	Pipeta Capsula de níquel	Los sólidos totales fueron determinados por medio de	NTC 4979 de



totales	de 5 cm de diámetro Gasa Baño de maría (marca EyQ equipos, referencia BDI-08 número de serie 3052) Estufa Desecador	desecación en estufa de aire forzada a 100 °C	2001
Determinación de cenizas	Crisol de porcelana Desecador Mufla (marca Thermolyne) Balanza analítica (marca Precisa, número de serie 320 XB)	Se someterá la muestra a incineración a temperaturas cercanas a los 550°C hasta obtener cenizas blancas estas representan la parte mineral residual de una muestra de lactosuero	NTC 4648

Fuente: Autor

5.8 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

Tabla 4. Análisis Microbiológicos

PRUEBA	EQUIPOS Y REACTIVOS	DESCRIPCIÓN	MARCO LEGAL
Recuento de mesofilos aerobios	Cajas de Petri Agua de dilución Pipetas Incubadora (Marca Thermolyne) Agar para recuento en placa Tubos de ensayo	Recuento en placa (SPC) esta prueba refleja la calidad sanitaria de un alimento, las condiciones de manipulación, las condiciones higiénicas de la materia prima.	NTC 4519
Determinación de coliformes totales y fecales	Caldo Lauritriptosa (CLT) Caldo Mc. Conkey Caldo lactosa. Medio EC Medio Bilis Lactosa (BLVB)	Esta prueba se realiza en dos fases una las cuales corresponden a una presuntiva y una confirmativa	NTC 399

Fuente: Autor



5.9 ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO

Una vez realizadas las pruebas de calidad la materia prima se encuentra lista para realizar la estandarización del proceso para la cual se hizo la debida investigación.

- Operación física y normalización: en el transcurso de esta etapa se mezclaron los ingredientes (lactosuero, leche en polvo descremada, azúcar) a las diferentes concentraciones planteadas que son 13, 17 y 21% de sólidos solubles. La cantidad de lactosuero dulce permaneció constante. Las formulaciones utilizadas se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 5. Formulación Utilizada Para Cada Una De Las Concentraciones

INGREDIENTES	CONCENTRACIÓN 1 (13%)	CONCENTRACIÓN 2 (17%)	CONCENTRACIÓN 3 (21%)
Lactosuero dulce	2000 ml	2000 ml	2000 ml
Leche en polvo descremada	135.8 g	215.8 g	295.8 g
Azucar	122.37 g	214.24 g	323.50 g

- Homogeneización: durante esta etapa se buscó establecer una mezcla homogénea de todos los ingredientes mejorar la textura de la mezcla y prepararla para el proceso de pasteurización.
- Pasteurización: durante el desarrollo de esta etapa la mezcla fue sometida a una pasteurización VAT o lenta la cual consiste en elevar la temperatura de la mezcla hasta 63°C por un periodo de tiempo de 30 minutos. De esta forma eliminar la de la flora microbiana contenida en el lactosuero.



*Elaboración Y Evaluación De Una Bebida Tipo Yogurth A Base De Lactosuero Dulce Fermentada Con *Streptococcus Salivarius ssp Thermophilus* y *Lactobacillus Casei ssp Casei**

- Enfriamiento post pasteurización: durante el transcurso de esta etapa la mezcla se enfrió hasta la temperatura necesaria para el crecimiento óptimo de los microorganismos, la cual oscila entre 40 y 43°C.
- Inoculación: una vez realizadas la pasteurización y el enfriamiento de la mezcla se dispondrá a hacer la siembra de los cultivos *Streptococcus Salivarius ssp Thermophilus* y *Lactobacillus Casei ssp Casei*. Los mismos fueron inoculados en la misma proporción para cada una de las concentraciones planteadas la cual corresponde a 0.1 g de cada cultivo iniciador. Esta cantidad corresponde a una concentración de 5×10^{-5} % p/v con respecto a la cantidad de lactosuero inicial, las cantidades de cultivo utilizadas se deben a las recomendaciones del fabricante.
- Fermentación: en el desarrollo de esta etapa la fermentación se realizó durante un promedio de 3 horas, a una temperatura entre 40 y 43°C el tiempo de fermentación dependió de la temperatura de incubación y de la capacidad de los microorganismos de producir ácido láctico. Para establecer un control de la fermentación parámetros como el pH y la acidez (expresada en ácido láctico) fueron medidos una vez cada 30 minutos, el proceso de fermentación se detuvo en el momento exacto en que el producto alcanzo una acidez de 0.7% y el pH descendió hasta 5.
- Enfriamiento post fermentación: una vez alcanzada la acidez deseada, el proceso de fermentación se detuvo a través de la disminución de la temperatura utilizando los refrigeradores ubicados en la planta de alimentos de la Universidad de Cartagena sede Piedra de Bolívar.



Figura 2. Diagrama De Bloque De La Elaboración De Una Bebida Tipo Yogurt A Base De Lactosuero





5.10 CARACTERIZACIÓN DE LA FERMENTACIÓN

Esta actividad se realizó durante la elaboración de la bebida fermentada tipo yogurt en la etapa de fermentación en cual se registraron datos como pH, temperatura óptima de desarrollo, tiempo óptimo de fermentación y concentración de producto en el medio

5.11 EVALUACIÓN SENSORIAL

Fueron sometidos a evaluación la bebida fermentada tipo yogurt desarrollada en las instalaciones de plantas piloto de la Universidad de Cartagena sede piedra de Bolívar comparados con yogurt comercial obtenidos en tiendas comerciales de la zona, a través de una prueba analítica discriminativa de ordenamiento.

5.12 DETERMINACIÓN DE VIDA ÚTIL

La vida útil del producto se determinó al someter al producto a una prueba en tiempo real bajo condiciones normales de refrigeración a 4°C y así comprobar día a día el deterioro que puede presentar el producto frente a sus propiedades físicas, químicas, microbiológicas y sensoriales. En el instante en que alguno de estos parámetros sea inaceptable el producto habrá llegado a fin de su vida útil.



6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 RESULTADOS DE PRUEBAS FISICOQUÍMICAS DEL LACTOSUERO

En la siguiente tabla se presentan los resultados obtenidos de los análisis fisicoquímicos realizados al lactosuero. Para determinar sus componentes y de esta forma poder estandarizar y formular la bebida fermentada tipo yogurt a base de lactosuero dulce.

Tabla 6 Resultados De Pruebas Fisicoquímicas Del Lactosuero

PRUEBAS FISICOQUÍMICAS	RESULTADOS
Grasa	0.0%
Densidad	1.024 g/ml
Lactosa	3.69%
Proteína	2.29%
Solidos Solubles	6.28%
Punto Crioscopico	-0.401 °C
Sales	0.55%
Acidez (ácido láctico)	0.08%
pH	6.5

Fuente: Autor

Como se muestra en la tabla anterior se puede apreciar que los resultados obtenidos son cercanos a los propuestos en el marco teórico por (Guerrero, 2012).

6.2 RESULTADOS DE LA FERMENTACIÓN DE LA BEBIDA FERMENTADA TIPO YOGURT A BASE DE LACTOSERO DULCE

En la siguiente tabla se muestran el desempeño de los microorganismos en la producción de ácido láctico durante la fermentación de la bebida fermentada tipo yogurt a base de lactosuero dulce. Estos datos fueron tomados en periodos de tiempo de 30 minutos cada uno.



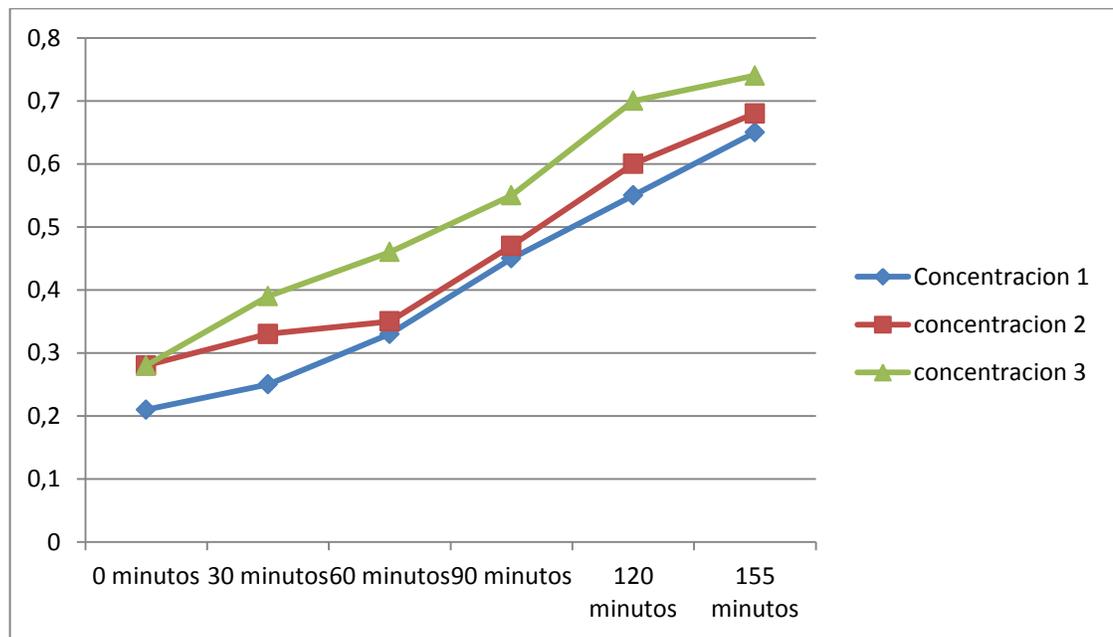
Tabla 7. Producción de ácido láctico durante el proceso de fermentación.

PORCENTAJE DE ÁCIDO LÁCTICO			
TIEMPO	CONCENTRACIÓN 1	CONCENTRACIÓN 2	CONCENTRACIÓN 3
0 minutos	0.21	0.28	0.28
30 minutos	0.25	0.33	0.39
60 minutos	0.33	0.35	0.46
90 minutos	0.45	0.47	0.74
120 minutos	0.55	0.6	0.7
155 minutos	0.65	0.68	0.74

Fuente: Autor

A continuación se puede apreciar el aumento del porcentaje de ácido láctico durante el proceso de fermentación de la bebida fermentada tipo yogurt a base de lactosuero dulce

Figura 3. Aumento Del Porcentaje De Ácido Láctico Durante El Proceso De Fermentación



Fuente: Autor

Los resultados anteriores muestran que los niveles de ácido láctico se encuentran dentro de los rangos establecidos por la norma técnica colombiana NTC 805 de



Elaboración Y Evaluación De Una Bebida Tipo Yogurth A Base De Lactosuero Dulce Fermentada Con Streptococcus Salivarius ssp Thermophilus y Lactobacillus Casei ssp Casei

2005 para ser considerado producto fermentado, por consiguiente el ácido láctico presente en la bebida fermentada tipo yogurt confirma el proceso de fermentación que usan las bacterias en donde usan la lactosa presente en el lactosuero para convertirla en ácido láctico. (Gonzales, 2011)

En la siguiente tabla se muestra el resultado obtenido del descenso del pH durante la fermentación de la bebida fermentada tipo yogurt a base de lactosuero dulce.

Tabla 8. Descenso Del pH Durante El Proceso De Fermentación

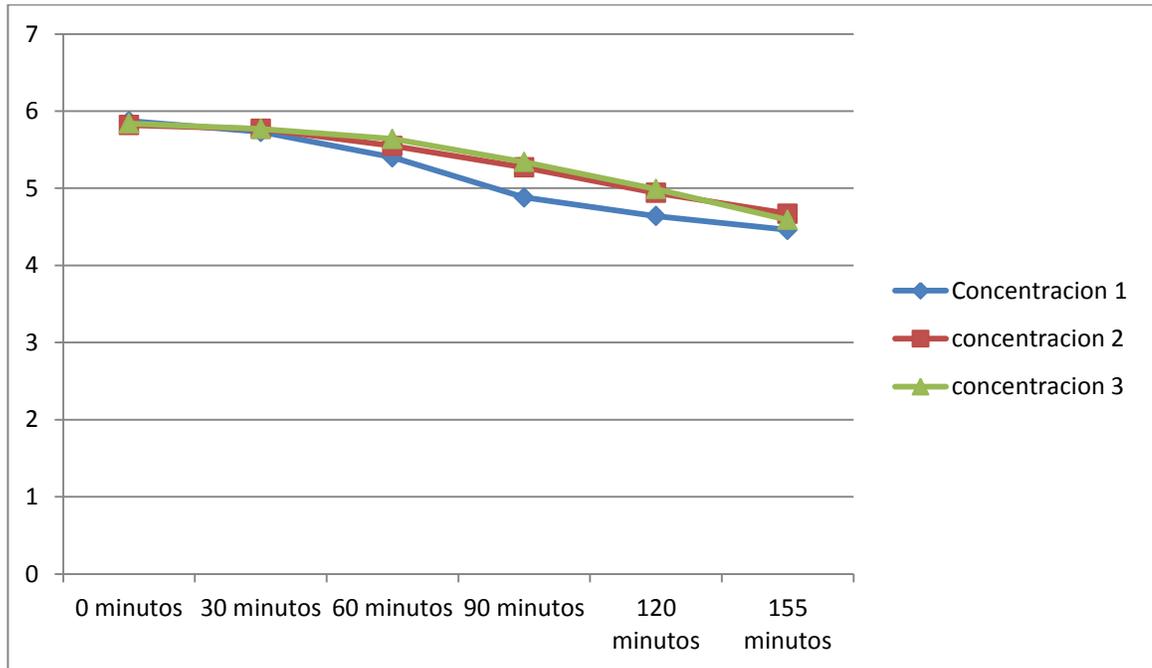
TIEMPO	pH		
	CONCENTRACIÓN 1	CONCENTRACIÓN 2	CONCENTRACIÓN 3
0 minutos	5.87	5.82	5.84
30 minutos	5.73	5.77	5.77
60 minutos	5.4	5.55	5.64
90 minutos	4.88	5.27	5.34
120 minutos	4.64	4.94	4.99
155 minutos	4.46	4.67	4.59

Fuente: Autor

Asimismo en la siguiente grafica se puede observar el descenso del pH durante el proceso fermentación de la bebida fermentada tipo yogurt a base de lactosuero dulce



Figura 4. Descenso Del pH Durante El Proceso De Fermentación



Fuente: Autor

El pH es un buen indicador del estado general del producto ya que tiene influencia en multiples procesos de alteración y estabilidad en los alimentos por esta razón se puede afirmar que este no favorece el crecimiento de bacterias patógenas.

6.3 RESULTADOS DE LAS PRUEBAS FISICOQUÍMICAS DE LA BEBIDA FERMENTADA TIPO YOGURT A BASE DE LACTOSUERO

Las siguientes tablas muestran los resultados obtenidos por medio de las pruebas fisicoquímicas realizadas a la bebida fermentada tipo yogurt a base de lactosuero dulce en sus diferentes concentraciones de sólidos solubles.



Tabla 9. Resultados De Las Pruebas Fisicoquímicas Realizadas Bebida Fermentada Tipo Yogurt A Base De Lactosuero Dulce De Concentración 1(13% De Sólidos Solubles)

PRUEBAS FISICOQUÍMICAS	RESULTADOS
Grasa	0.10%
Densidad	1.072 g/ml
Lactosa	10.72%
Proteína	7.19%
Solidos Solubles	19.48%
Sales	1.73%
Acidez (ácido láctico)	0.65%
pH	4.46

Fuente: Autor

Tabla 10. Resultados De Las Pruebas Fisicoquímicas Realizadas Bebida Fermentada Tipo Yogurt A Base De Lactosuero Dulce De Concentración 2 (17% De Sólidos Solubles)

PRUEBAS FISICOQUÍMICAS	RESULTADOS
Grasa	0.10%
Densidad	1.080 g/ml
Lactosa	13.08%
Proteína	8.83%
Solidos Solubles	23.92%
Sales	2.13%
Acidez (ácido láctico)	0.68%
pH	4.67

Fuente: Autor

Tabla 11. Resultados De Las Pruebas Fisicoquímicas Realizadas Bebida Fermentada Tipo Yogurt A Base De Lactosuero Dulce De Concentración 3 (21% De Sólidos Solubles)

Pruebas fisicoquímicas	Resultados
Grasa	0.10%
Densidad	1.085 g/ml
Lactosa	14.80%
Proteína	10.02%
Sólidos Solubles	27.14%
Sales	2.42%
Acidez (ácido láctico)	0.74%
pH	4.59

Fuente: Autor



Los resultados presentados en las tablas anteriores muestran como todos las diferentes formulaciones de las bebidas tipo yogurt han aumentado el contenido de todos sus componentes después de la fermentación entre los cuales destacan el aumento de la densidad, el contenido de proteína y los sólidos solubles.

6.4 RESULTADOS DE PRUEBAS MICROBIOLÓGICAS REALIZADAS A LA BEBIDA FERMENTADA TIPO YOGURT EN SUS DIFERENTES CONCENTRACIONES

Los siguientes resultados fueron proporcionados por Laboratorio Bacteriológico y Fisicoquímico de Aguas y Alimentos Miguel Torres Benedetti.

Tabla 12. Resultados De Pruebas Microbiológicas Realizadas A La Bebida Fermentada Tipo Yogurt En Sus Diferentes Concentraciones

TIPOS DE MUESTRA	MESOFIOSAERBIS UFC/ML	COLIFORMES TOTALES UFC/ML	COLIFORMES FECALES UFC/ML
Concentracion 13%	2300	Cero	Cero
Concentracion 17%	1200	Cero	Cero
Concentracion 21%	640	Cero	Cero
V. Referencia MS Res. 02310/83	NA	< 90 ufc/ml	Cero ufc/ml

Fuente: Laboratorio Bacteriológico y Fisicoquímico de Aguas y Alimentos Miguel Torres Benedetti

En estos se muestra que no existe presencia de coliformes totales y coliformes fecales por lo tanto el producto se encuentra en condiciones aceptables y aptas para el consumo humano.

6.5 RESULTADOS DE LAS PRUEBAS SENSORIALES REALIZADAS A LA BEBIDA FERMENTADA TIPO YOGURT A BASE DE LACTOSUERO

Durante esta etapa se analizó las preferencias de las propiedades organolépticas: Aroma, Dulzor, Acidez, Textura y Más Parecido a Yogurt, de tres Bebidas Fermentadas tipo yogurt con lactosuero y con concentración de sólidos baja,



Elaboración Y Evaluación De Una Bebida Tipo Yogurth A Base De Lactosuero Dulce Fermentada Con Streptococcus Salivarius ssp Thermophilus y Lactobacillus Casei ssp Casei

media y alta. Para lo anterior se tomaron 31 panelistas los cuales debían seleccionar una de las bebidas según sus preferencias y las propiedades antes mencionadas. Ver resultados en la tabla 11.

Del Análisis comparativo se puede concluir que no existe una preferencia generalizada por alguna de las bebidas fermentadas. La bebida con baja concentración de sólidos mostró mayor preferencia en cuanto al aroma y dulzor, pero la menor preferencia en cuanto a acidez, textura y su parecido a yogurt. Respecto a la propiedad Acidez, la bebida con alta concentración de sólidos mostró la mayor frecuencia. Por su parte, la bebida con concentración media de sólidos mostró mayor aceptación respecto a la propiedad textura y su parecido al Yogurt.

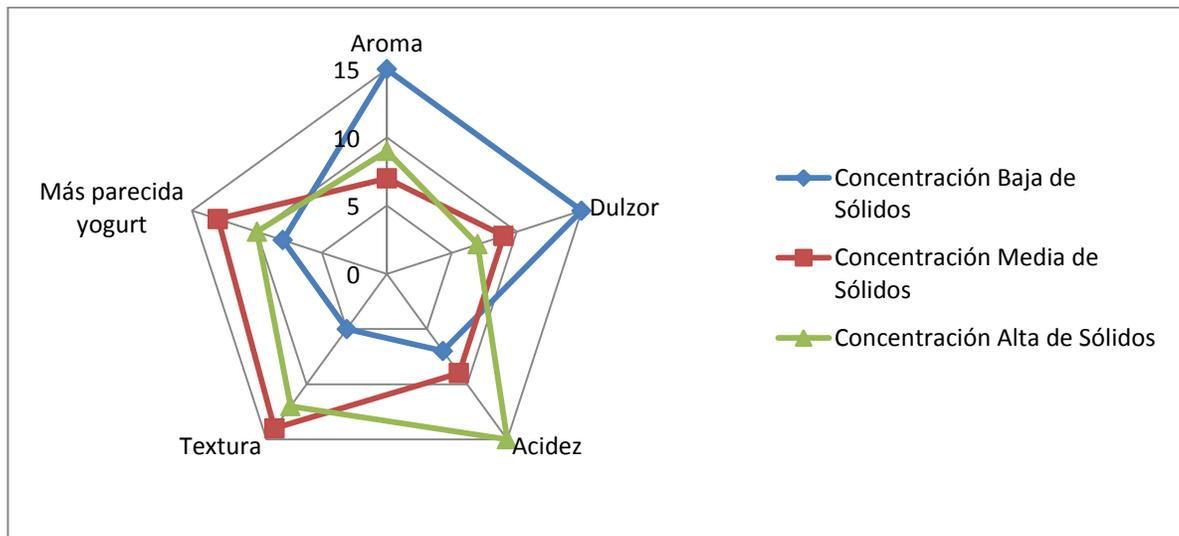
Tabla 13. Preferencias Según Propiedades De Bebida Fermentada Tipo Yogurt Con Lactosuero Y Diferente Concentración De Sólidos

Propiedad	N1	N2	N3
Aroma	15	7	9
Dulzor	15	9	7
Acidez	7	9	15
Textura	5	14	12
Más parecida yogurt	8	13	10

Fuente: Autor



Figura 5. Comparativo De Preferencias Según Propiedades De Bebida Fermentada Tipo Yogurt Con Lactosuero Y Diferente Concentración De Sólidos



Fuente: Autor

6.6 RESULTADOS DE PH Y ACIDEZ A LOS 15 DÍAS DE LA ELABORACIÓN DEL PRODUCTO

En la siguiente tabla se muestra los resultados de pH y porcentaje de ácido láctico, pasados 15 días de la elaboración del producto. Una vez pasado este tiempo el producto presento un marcado aumento en los niveles de ácido láctico y por correspondiente un descenso en el pH. Estos resultados demuestran la supervivencia de la cepa y por tanto, la vida útil del producto en la cual una de las dependencias corresponde a el contenido de ácido láctico y la temperatura de conservación la cual en este caso corresponde a 4°C, durante el almacenamiento la acidez va en aumento esto se debe a la producción de ácido láctico por parte de las bacterias lácticas presentes en la bebida tipo yogurt como se mostró en la tabla 7 es el contenido de ácido láctico el que inhibe el crecimiento de bacterias patógenas. Ahora bien debido a esto el producto no mostraba signos de



putrefacción o descomposición después de 15 días de almacenamiento, todo lo contrario presentaba un aroma deseable característico del yogurt

Tabla 14. Resultados De pH Y Acidez A Los 15 Días De La Elaboración Del Producto

CONCENTRACIONES	ACIDEZ (ÁCIDO LÁCTICO)	PH
13%	0.86%	4.18
17%	0.86%	4.18
21%	1.05%	4.22

Fuente: Autor

6.7 RESULTADOS DE PRUEBAS DE VISCOSIDAD

En la siguiente tabla se muestra los resultados de las pruebas de viscosidad realizadas a las diferentes concentraciones de la bebida fermentada tipo yogurt a base de lactosuero dulce.

Tabla 15. Resultados De Las Pruebas De Viscosidad

CONCENTRACION	RESULTADOS EN CPS
1 (13%)	1.470
2 (17%)	3.299
3 (21%)	3.994

Fuente: empresa Coolechera- Barranquilla

Estos resultados se obtuvieron con las muestras a 20°C, utilizando una aguja #2 a 4 RPM.

En la anterior tabla es se puede apreciar la como la viscosidad aumenta a medida que aumenta la concentración de solidos solubles.



7. CALCULOS

BALANCE DE MATERIA DE LA BEBIDA TIPO YOGURT A BASE DE LACTOSUERO DULCE EN LAS DIFERENTES CONCENTRACIONES

A = Cantidad de lactosuero utilizada

B = Cantidad de leche en polvo descremada utilizada

C = Cantidad de azúcar utilizada

D = Cantidad de mezcla final

X_1 = Concentración de solidos solubles del lactosuero

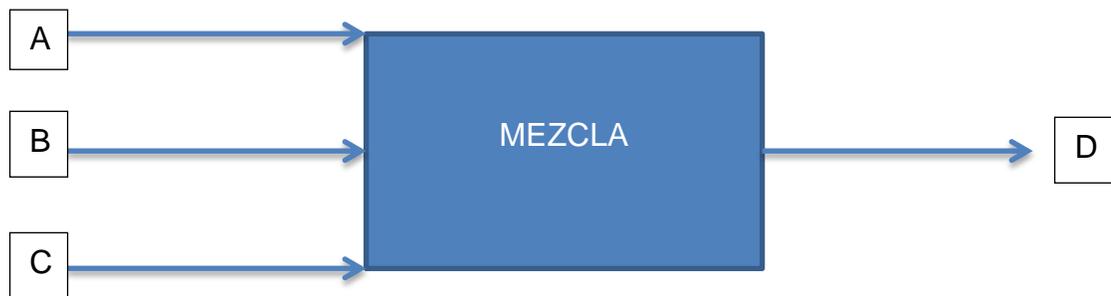
X_2 = Concentración de solidos solubles de la leche en polvo descremada

X_3 = Concentración de solidos solubles del azúcar

X_4 = Concentración de la mezcla final

$A + B + C = D$ \longrightarrow Balance general

$Ax_1 + Bx_2 + Cx_3 + = Dx_4$ \longrightarrow Balance general



Balance De Materia De La Concentración 1 (13%)

Concentración 1 (13%)

$$A + B + C = D$$



Elaboración Y Evaluación De Una Bebida Tipo Yogurth A Base De Lactosuero Dulce Fermentada Con Streptococcus Salivarius ssp Thermophilus y Lactobacillus Casei ssp Casei

$$2048 g + 135.8 g + 122.37 g = 2306.17 g$$

$$Ax_1 + Bx_2 + Cx_3 = Dx_4$$

$$(2048 g * 0.0621) + (135.8 g * 0.37) + (122.37 * 1) = (2306.17 g * x_4)$$

$$\frac{127.1808g + 50.246g + 122.37g}{2306.17g} = x_4$$

$$x_4 = 0.13 * 100\% = 13\% \text{ Solidos solubles presentes en la bebida}$$

Concentración 2 (17%)

$$A + B + C = D$$

$$2048 g + 215.8 g + 214.24 g = 2478.04 g$$

$$Ax_1 + Bx_2 + Cx_3 = Dx_4$$

$$(2048 g * 0.0621) + (215.8 g * 0.37) + (214.24g * 1) = (2478.04 g * x_4)$$

$$\frac{127.1808g + 79.846g + 214.24g}{2478.04g} = x_4$$

$$x = 0.17 * 100\% = 17\% \text{ Solidos solubles presentes en la bebida}$$

Concentración 3 (21%)

$$A + B + C = D$$

$$2048 g + 295.8 g + 323.50 g = 2495.8 g$$

$$Ax_1 + Bx_2 + Cx_3 = Dx_4$$

$$(2048 g * 0.0621) + (295.8 g * 0.37) + (323.50g * 1) = (2667.3 g * x_4)$$

$$\frac{127.1808g + 109.4g + 323.50g}{2667.3g} = x_4$$

$$x = 0.21 * 100\% = 21\% \text{ Solidos solubles presentes en la bebida}$$



8. CONCLUSIONES

- La formulación de la bebida fermentada a base de lactosuero dulce fue aceptable debido a sus características organolépticas tales como dulzor, textura, acidez y aroma
- El lactosuero de quesería constituye un medio de cultivo apropiado para que las cepas *Streptococcus Salivarius ssp Thermophilus* y *Lactobacillus Casei ssp Casei* prosperen ya permite tener poblaciones altas de UFC/ml durante un periodo de almacenamiento de 10 días.
- Existe un aumento favorable en los niveles de lactosa, sólidos solubles, proteína, y densidad además de una mejora apreciables de las características sensoriales del producto.
- Ausencia total de coliformes totales y fecales en los tres productos elaborados.
- A mayor contenido de sólidos solubles mayores fueron los niveles de lactosa, sólidos solubles, proteína, densidad y acidez.
- La bebida con baja concentración de sólidos mostró mayor preferencia en cuanto al aroma y dulzor, pero la menor preferencia en cuanto a acidez, textura y su parecido a yogurt.
- Durante el panel sensorial la bebida de alta concentración (21% de sólidos solubles) presentó una mayor acidez.
- La bebida de concentración media mostró tener los mejores resultados en cuanto a la aceptación en textura y su parecido al yogurt comercial.



Elaboración Y Evaluación De Una Bebida Tipo Yogurth A Base De Lactosuero Dulce Fermentada Con Streptococcus Salivarius ssp Thermophilus y Lactobacillus Casei ssp Casei

- No existe una preferencia generalizada por parte de las diferentes bebidas fermentadas.
- Transcurridos 15 días después de la elaboración del producto este presente aumento en los niveles de ácido láctico y descenso en el pH exhibiendo que las cepas presentes aún se encuentran en actividad metabólica
- Finalmente esta bebida tipo yogurt se puede catalogar como un producto descremado en las tres concentraciones.
- Los resultados de viscosidad muestran que a medida que aumenta el contenido de solidos solubles también los hace la viscosidad.



Elaboración Y Evaluación De Una Bebida Tipo Yogurth A Base De Lactosuero Dulce Fermentada Con Streptococcus Salivarius ssp Thermophilus y Lactobacillus Casei ssp Casei

9. RECOMENDACIONES

- La universidad por intermedio del programa de ingeniería de alimentos promocióne este tipo de investigaciones de este tipo de recursos que no está siendo utilizados en la elaboración de productos alimenticios.
- La universidad de Cartagena deberá generar convenios con las diferentes para facilitar este tipo de investigaciones



10. BIBLIOGRAFÍA

Aranceta J, Serra L. Leche, Lácteos y Salud. Madrid España: Editorial Médica Panamericana; 2005. 27 p.

Atencio F. Enciclopedia practica de las Medicinas Alternativas. Buenos Aires Argentina: Ediciones LEA S.A.; 2005. 97 p.

Campbell N, Reece J. Biología. Madrid España: Editorial Panamericana S.A.; 2007 175 p.

Codex-Alimentarius . Norma general del Codex para los aditivos alimentarios. Codex Stan 192; 1995. 23 p.

Conciencia Animal. Probioticos. [artículo en internet]. <http://www.conciencia-animal.cl/paginas/temas/temas.php?d=976> [Consulta: 17 de julio de 2012]

Cuellas A, Wagner J. Elaboracion de bebida energizante a partir de suero de quesería. Rev. Lab. Tec. Uru. 2010; vol 5: 54-57

Endara F. Elaboración de una bebida a partir del suero de queso y leche descremada con sabor a mango. [trabajo de grado] Honduras: Zamorano. Facultad de ingeniería; 2002.

Franchi O. suero de leche, propiedades y usos. Innovación en la industria láctea. [Artículo de internet]. <http://es.scribd.com/doc/47261459/2/Tipos-de-suero-de-leche-y-sus-componentes>. [Consulta agosto 4 de 2012].

García M, Quintero R, López A. Biotecnología Alimentaria. México D.F.: Editorial Lumisa S.A; 2004. 313 p.



Elaboración Y Evaluación De Una Bebida Tipo Yogurth A Base De Lactosuero Dulce Fermentada Con Streptococcus Salivarius ssp Thermophilus y Lactobacillus Casei ssp Casei

Gcosta M, López A. Manual de Industrias Lácteas. Madrid España: Tetra Pak Hispania, S.A; 2003. 242, 243 p.

Genome.LactobacillusCasei ATCC 334. [artículo en internet] 25-07-12, <http://genome.igi-psf.org/lacca/lacca.home.html>[consulta: 25 de julio de 2012]

Gomez R, Gonzales G, Mejia A. Proceso biotecnológico para la obtencion de una bebida refrescante y nutritiva. Interciencia. 1999; vol. 24 (2): 205-210

Gonzalez J. Elaboración y evaluación nutricional de una bebida proteica a base de lactosuero y chocho (lupinusmutabillis) como suplemento alimenticio. [Tesis de grado]Riobamba, Ecuador: Escuela superior politécnica de Chimborazo, Facultad de ciencias. Escuela de bioquímica y farmacia. 2011. 4, 69 p.

Guarner F,Khan A, Garisch J, Eliakim R, Gangl A, Thomson A,Krabshuis J. Probióticos y Prebióticos. [artículo en internet]. http://www.worldgastroenterology.org/assets/downloads/es/pdf/guidelines/19_probioticos_prebioticos_es.pdf [Consulta: 17 de julio de 2012]

Guerrero W, Gomez C, Castro J, González C, Santos E. Caracterización fisicoquímica del lactosuero en el valle de Tulancingo [Articulo de internet]. http://www.uaeh.edu.mx/investigacion/icbi/LI_FisicAlim/Carlos_Aldapa/3.pdf. [Consulta junio 27 de 2012]

Gutierrez E. Desarrollo de una bebida de suero dulce derivado de la fabricación de queso fresco, fermentada con cultivos lactobacillushelveticus y streptococcussalivariusvarthermophilus (TCC-20), adicionada con cultivos probioticoslactobacillusparacaseisubsp. Paracasei LC-01[Trabajo de grado]. Costa Rica: Universidad de Costa Rica.Facultad de ciencias agroalimentarias; 2006. 13-14 p.



Elaboración Y Evaluación De Una Bebida Tipo Yogurth A Base De Lactosuero Dulce Fermentada Con Streptococcus Salivarius ssp Thermophilus y Lactobacillus Casei ssp Casei

Hernandez A. Microbiología Industrial. Costa Rica: Editorial EUNED; 2003 66,67, 82 p.

Mac Faddin J. Pruebas Bioquímicas para la Identificación de Bacterias de Importancia Clínica. 3 Edición. Estados Unidos: Editorial Médica Panamericana; 2003. 56 p.

Miranda O, Fonseca P, Ponce I, Cedeño C. Elaboración de una bebida fermentada a partir del suero de queso. Características distintivas y control de calidad. Rev. Cubana Alim. Nutri. 2007; vol. 17 (2): 103-108.

Muñi A, Paez G, Faria J, Ferrer J, Ramones E. Eficiencia de un sistema de ultrafiltración/nanofiltración tangencial en serie para el fraccionamiento y concentración de lactosuero. Rev. Cient. FCV-LUZ. 2005; vol. 15 (4): 361-367.

Padin C, Diaz M. Fermentación alcohólica del lactosuero por *Kluyveromyces marxianus* y solventes orgánicos como extractantes. Rev. Soc. Venez. Microb. 2009; vol. 29 (2); 110-116.

Pardo M, Almanza F. Guía de Procesos para la Elaboración de Productos Lácteos. Bogotá: Siglo del Hombre Editores S.A.; 2003 36 p.

Parra R. Bacterias Ácido Lácticas: Papel Funcional en los Alimentos. Rev. Fac. Nal. Agr. 2010; vol. 8 (1): 93-103.

Parra R. Lactosuero: Importancia en la industria de alimentos. Rev. Fac. Nal. Agr. 2009; vol. 62 (1): 4967-4982 p.



Elaboración Y Evaluación De Una Bebida Tipo Yogurth A Base De Lactosuero Dulce Fermentada Con Streptococcus Salivarius ssp Thermophilus y Lactobacillus Casei ssp Casei

Pelayo M. (2009). Lacosuero de residuo a aditivo alimentario [artículo de internet] <http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/ciencia-y-tecnologia/2009/10/15/188582.php> [consulta: 22 de octubre de 2011]

Posada K, Terán D, Ramirez J. [Articulo de internet]. <http://www.publitech.com/contenido/objetos/Lactosuero.pdf>. [consulta agosto 4 de 2012].

Profeco. Bebidas Lacteas Fermentadas. [artículo en internet]. http://www.profeco.gob.mx/revista/pdf/est_04/bebi_lacteas_jul04.pdf [consulta: 18 de julio de 2012]

Ramirez J, Rosas P, Velazquez M, Ulloa J, Arce R. Bacterias Lácticas: Importancia en alimentos y sus efectos en la salud. Universidad de Nayarit; 2007 p.p 2

Rodríguez J. Microorganismos y Salud: bacterias lácticas y bifidobacteriasprobioticas. Madrid: Editorial Complutense; 2006. 19 p.

Romero R; Mestres J. Productos Lácteos: Tecnología. Barcelona España: Ediciones UPC; 2004. 19, 116, 117 p.

Sevenoticias. Crece consumo de productos lácteos en Colombia. [artículo en internet] http://www.sevenoticias.com/sn/jo1515/index.php?option=com_content&view=article&id=448:crece-consumo-de-productos-lacteos-en-colombia&catid=36:noticias&Itemid=54 [consulta: 27 de junio de 2012]

Starr C, Taggart R. Biología 1: La unidad de la vida. México: Editorial Thomson; 2004 142 p.



Elaboración Y Evaluación De Una Bebida Tipo Yogurth A Base De Lactosuero Dulce Fermentada Con Streptococcus Salivarius ssp Thermophilus y Lactobacillus Casei ssp Casei

Valencia J. El suero de quesería y sus posibles aplicaciones. Mun. Lac. Car. 2008; 4-6.

Vasquez C, De Co A, Lopez C. Alimentacion y Nutricion: Manual TeoricoPractico. 2 Edicion. España: Editorial Diaz de Santos; 2005. 154,155 p.

Veisseyre R. Lactologia técnica: Composición, recogida, tratamiento y transformación de la leche. 2 ed. Zaragoza, España: Editorial Acribia; 1988. 28-32 p.

Villacís M. elaboración y evaluación nutricional de una bebida proteica para infantes a base de lactosuero y leche de soya. [Tesis de grado]. Riobamba, Ecuador: Escuela superior politécnica de Chimborazo, Facultad de ciencias. Escuela de bioquímica y farmacia. 2011. 8,9 p.

Villegas, A. Tecnología de alimentos de origen manual de prácticas. México: Editorial Trillas; 2009. 49 p.

Vincent M, Alvarez S, Zaragoza J. Química Orgánica Industrial. Valencia España: Editorial de la UPV; 2006. 69 p.



Elaboración Y Evaluación De Una Bebida Tipo Yogurth A Base De Lactosuero Dulce Fermentada Con Streptococcus Salivarius ssp Thermophilus y Lactobacillus Casei ssp Casei

ANEXOS

Anexo 1. Resultados De Pruebas Microbiológicas Realizadas A La Bebida Fermentada Tipo Yogurt A Las Diferentes Concentraciones

 LABORATORIO BACTERIOLOGICO Y FISICOQUIMICO DE AGUAS Y ALIMENTOS MIGUEL TORRES BENEDETTI UNIVERSIDAD DE LOS ANDES - SANTA FE DE BOGOTA Calle 1ª de Badillo N° 35-50 3 Piso Teléfono 6647047 E.malemetorresbe@hotmail.com. A.A.3302 Cartagena-Colombia	
ANALISIS BACTERIOLOGICOS DE ALIMENTOS	
FECHA DEL MUESTREO	12-IX-12
FECHA DE ANÁLISIS	12-IX-12
EMPRESA	Mateo Marulanda
TIPO DE MUESTRA	Yogurt
TEMPERATURA °C	----
ANÁLISIS	Microbiológico- R. Placa
RECOLECTOR	Estudiantes

RESULTADOS			
Análisis: 15002			
TIPO DE MUESTRA	MESÓFILOS AERÓBIOS ufc/ml	COLIFORMES TOTALES ufc/ml	COLIFORMES FECALES ufc/ml
Yogurt Concentración 13%	2300	Cero	Cero
Yogurt Concentración 17%	1200	Cero	Cero
Yogurt Concentración 21%	640	Cero	Cero
V.Referencia M.S Res.02310/83	NA	< 90 ufc/ml	Cero ufc/ml

OBSERVACIONES: Técnicas microbiológicas del Invima y Ministerio de Salud de Colombia

CUMPLE CON LOS PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS EXIGIDOS


LABORATORIO
MIGUEL TORRES BENEDETTI
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES - SANTA FE DE BOGOTA

Análisis Microbiológicos y Físicoquímicos de Aguas y Lácteos - Microbiología de Alimentos - Asesoría en Control de Calidad - Físicoquímicos de Suelos

www.laboratoriomiqueltorres.com



Elaboración Y Evaluación De Una Bebida Tipo Yogurth A Base De Lactosuero Dulce Fermentada Con Streptococcus Salivarius ssp Thermophilus y Lactobacillus Casei ssp Casei

Anexo 2. Ficha Técnica De Ingredientes Utilizados En El Proyecto

CHR HANSEN			
FD-DVS L.casei-01 nu-trish®			
Información de Producto			
Versión: 1 PI-EU-ES 04-09-2008			
Descripción	Cultivo ácido láctico mesófilo. El cultivo es una cepa simple definida con una larga historia de uso seguro.		
Taxonomía	Lactobacillus paracasei		
Envase	No Material: 100088	Tamaño 5X25 G	Tipo Sobre (s) en caja
Propiedades Físicas	Color:	Blanco a ligeramente rojizo o marrón	
	Aspecto Físico:	Granulado	
Aplicación	Uso El cultivo es utilizado en la producción de productos lácteos fermentados. El cultivo es aplicado fundamentalmente en combinación con cultivos ácido lácticos como Streptococcus thermophilus o cultivos de yogur, pero puede también ser utilizado sólo. Una evaluación de riesgos y control de puntos críticos ha sido desarrollada para productos lácteos fermentados. Para otras aplicaciones una evaluación de riesgos debería ser completada antes de que el producto sea liberado para la venta ya que los riesgos para la seguridad alimentaria son distintos de los productos fermentados.		
	Dosis recomendada Se recomienda que L.casei-01 sea inoculado de acuerdo con el recuento deseado de células probióticas en el producto final. Esto está influido por la caducidad, el pH y la temperatura de almacenamiento del producto final. Para los productos fermentados la interacción con otras cepas además del tiempo de fermentación y la temperatura pueden también afectar al recuento final de células probióticas.		
www.chr-hansen.com			
Página: 1 (3)			
<small>La información aquí contenida es según nuestro conocimiento verdadera y correcta, y presentada de buena fe. Puede sufrir modificaciones sin previo aviso. Ninguna garantía contra infracción de patentes está implícita o inferida. Esta información es ofrecida solamente para su consideración y verificación. Copyright© Chr. Hansen A/S. Todos los derechos reservados.</small>			



Elaboración Y Evaluación De Una Bebida Tipo Yogurth A Base De Lactosuero Dulce Fermentada Con *Streptococcus Salivarius ssp Thermophilus* y *Lactobacillus Casei ssp Casei*

FD-DVS L.casei-01 nu-trish®

Información de Producto

Versión: 1 PI-EU-ES 04-09-2008

CHR HANSEN

Directivas para su uso

Sacar el cultivo del congelador justo antes de su utilización. **No descongelar.** Limpiar la parte superior del sobre con cloro. Abrir el sobre y añadir los gránulos liofilizados directamente al producto pasteurizado mientras se agita suavemente. Agitar la mezcla durante 10-15 minutos para distribuir el cultivo homogéneamente. La temperatura recomendada de incubación depende de la aplicación en la que se va a utilizar el cultivo. Para más información sobre aplicaciones específicas, por favor, consulte nuestros catálogos técnicos y recetas recomendadas.

Gama

L.casei-01 está disponible en forma congelada y liofilizada.

Almacenaje y manipulación

< -18 °C / < 0 °F.

Vida útil

Como mínimo 24 meses desde la fecha de fabricación cuando se almacena siguiendo las recomendaciones.
A +5°C (0°F) la caducidad es de como mínimo 6 semanas.

Información técnica

Métodos analíticos

Los métodos de referencia y analíticos están disponibles bajo petición.

Legislación

Chr. Hansen cumple con los requerimientos generales de seguridad alimentaria establecidos por el Reglamento 178/2002/EC. Las bacterias ácido lácticas son reconocidas de forma general como seguras y pueden ser utilizadas en alimentos, sin embargo, para aplicaciones específicas recomendamos que consulte la legislación nacional.

El producto está destinado a ser utilizado en alimentos.

Seguridad alimentaria

No existe garantía de seguridad alimentaria implícita para aplicaciones de este producto distintas de las indicadas en la sección de utilización. Si desea utilizar este producto en otra aplicación por favor, contacte con su representante de Chr. Hansen para solicitar ayuda.

Ingredientes

Disponible bajo requerimiento.

Etiquetado

Etiquetado recomendado "cultivo ácido láctico" o "cultivo iniciador", sin embargo, la legislación puede variar. Por favor, consulte la legislación local.

www.chr-hansen.com

Página: 2 (3)

La información aquí contenida es según nuestro conocimiento verdadera y correcta, y presentada de buena fe. Puede sufrir modificaciones sin previo aviso. Ninguna garantía contra infracción de patentes está implícita o inferida. Esta información es ofrecida solamente para su consideración y verificación. Copyright© Chr. Hansen A/S. Todos los derechos reservados.



Elaboración Y Evaluación De Una Bebida Tipo Yogurth A Base De Lactosuero Dulce Fermentada Con *Streptococcus Salivarius* ssp *Thermophilus* y *Lactobacillus Casei* ssp *Casei*

FD-DVS L.casei-01 nu-trish®

Información de Producto

Versión: 1 PI-EU-ES 04-09-2008

CHR HANSEN

Marcas comerciales

Las marcas que aparecen en este documento pueden no estar registradas en su país, aun si poseen el signo ®. Las marcas son propiedad de Chr Hansen o usadas bajo licencia.

Certificados alimentarios

Kosher: Kosher Lácteo exclu. Pascua

Servicio técnico

Personal de los Laboratorios de Aplicación y Desarrollo de Productos de Chr Hansen están a su disposición si necesita mas información.

www.chr-hansen.com

Página: 3 (3)

La información aquí contenida es según nuestro conocimiento verdadera y correcta, y presentada de buena fe. Puede sufrir modificaciones sin previo aviso. Ninguna garantía contra infringimiento a patentes está implícita o inferida. Esta información es ofrecida solamente para su consideración y verificación. Copyright© Chr. Hansen A/S. Todos los derechos reservados.



Elaboración Y Evaluación De Una Bebida Tipo Yogurth A Base De Lactosuero Dulce Fermentada Con Streptococcus Salivarius ssp Thermophilus y Lactobacillus Casei ssp Casei

CHR HANSEN

Chr. Hansen Colombia .S.A
Autopista Medellin Km 3.4 Vía Siberia
Centro Empresarial Metropolitano Of. B-38
Teléfono: + (57 1) 437 9900
Fax: + (57 1) 4 37 9899
Cota - Cundinamarca

16 de Agosto de 2012

A: UNIVERSIDAD DE CARTAGENA
Atn: MATEO MARULANDA
Estudiante de Ingeniería de Alimentos

Estimado Mateo,

Respecto a su amable solicitud, le entregamos muestras del siguiente producto para su evaluación:

GIN	Descripción	Cantidad	Lote	Comentarios
100088	FD-DVS L.casei-01 nu-trish®	5 sobres x 25g	2983655	Según aplicación

Esperamos que sus ensayos sean exitosos, cualquier duda por favor contacte a su asesor comercial.

Cordialmente,

Chr. Hansen Colombia S.A.
Centro de Aplicaciones



Anexo 3 Prueba Sensorial Para La Bebida Fermentada Tipo Yogurt A Base De Lactosuero

Nombre:

Fecha:

Bebida Fermentada tipo yogurt

Pruebe los productos que se presenta a continuación:

Marque con una X la Muestra con mejor aroma

1819 _____ 3456 _____ 6790 _____

Marque con una X la muestra más dulce

1819 _____ 3456 _____ 6790 _____

Marque con una X la muestra más acida

1819 _____ 3456 _____ 6790 _____

Marque con una X la muestra que presenta mejor textura

1819 _____ 3456 _____ 6790 _____

Marque con un X la muestra que más se asemeja al yogurt comercial

1819 _____ 3456 _____ 6790 _____

Comentarios _____



Elaboración Y Evaluación De Una Bebida Tipo Yogurth A Base De Lactosuero Dulce Fermentada Con Estreptococcus Salivarius ssp Thermophilus y Lactobacillus Casei ssp Casei

Anexo 4.



Foto 1. analizador de leche



Foto 2. toma de pH



Elaboración Y Evaluación De Una Bebida Tipo Yogurth A Base De Lactosuero Dulce Fermentada Con Estreptococcus Salivarius ssp Thermophilus y Lactobacillus Casei ssp Casei



Foto 3. titulación ácido base



Foto 4. fermentación de la bebida tipo yogurt a base de lactosuero dulce