



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



**FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN
ALIMENTOS**

CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

TEMA:

**“ELABORACIÓN DE YOGURT DESLACTOSADO A BASE DE LECHE
DE VACA, CON LA ADICIÓN DE LA ENZIMA LACTASA”**

Trabajo de Investigación (Graduación). Modalidad: Seminario de Graduación. Presentado como requisito previo a la obtención del Título de Ingeniero en Alimentos otorgado por la Universidad Técnica de Ambato, a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

AUTOR: Ávalos Velarde Luis Gerardo.

TUTOR: Ing. Danilo Morales M.Sc.

Ambato – Ecuador

2012

APROBACIÓN DEL TUTOR

En calidad de tutor de investigación sobre el tema:

“ELABORACIÓN DE YOGURT DESLACTOSADO A BASE DE LECHE DE VACA, CON LA ADICIÓN DE LA ENZIMA LACTASA”, por Luis Gerardo Ávalos Velarde, egresado de la Carrera de Ingeniería en Alimentos, de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos, Universidad Técnica de Ambato, certifico que el trabajo fue realizado por la persona indicada y considero que dicho informe investigativo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser obtenidos a la evaluación del Tribunal de Grado, que el Honorable Consejo Directivo designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Ambato, Enero del 2012

EL TUTOR

.....

Ing. Danilo Morales M.Sc.

AUTORÍA

El presente trabajo de investigación: “ELABORACIÓN DE YOGURT DESLACTOSADO A BASE DE LECHE DE VACA, CON LA ADICIÓN DE LA ENZIMA LACTASA”, es absolutamente original, auténtico y personal, en tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprendan del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, Enero del 2012

.....

Luis Ávalos Velarde

CI: 060292356-7

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS

CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

Los miembros del tribunal de grado aprueban el presente trabajo de graduación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad técnica de Ambato.

Ambato, Enero del 2012

Para constancia firman:

.....

ING. ROMEL RIVERA

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

.....

ING. GLADYS NAVAS

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

.....

ING. CÉSAR GERMAN

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

DEDICATORIA

*Dedico a Dios
por sus bendiciones de salud
y vida hacia mi persona
permitiéndome disfrutar
del sueño de joven cristalizado.*

*Dedico este triunfo
a mi familia
mis Padres y Hermanos
por su abnegada colaboración
y confianza depositada
en mi persona por alcanzar
el título de Ingeniero en Alimentos*

Luis Ávalos Velarde.

AGRADECIMIENTO

*Un agradecimiento
a la Universidad
Técnica de Ambato
por permitirme estudiar
en sus instalaciones.*

*El agradecimiento
a mis profesores
por las horas de
cátedra impartiendo
sus conocimientos
técnicos científicos.*

*Agradezco a mi Tutor
por sus sabias
enseñanzas
impartidas en la
redacción de la tesis.*

*Y a mis amigos
y compañeros
que han estado
junto a mi
en cada segundo
de mi formación
universitaria.*

Gracias a todos!!

Luis Ávalos Velarde

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

PÁGINAS PRELIMINARES

Tema	i
Aprobación del Tutor	ii
Autoría	iii
Aprobación del Tribunal de Grado	iv
Dedicatoria	v
Agradecimiento	vi
Índice General de Contenidos	vii
Índice de Tablas y Figuras	xii
Resumen	xix

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Tema de Investigación	1
1.2 Introducción	1
1.3 Planteamiento del Problema	2
1.3.1 Contextualización	2
1.3.2 Análisis Crítico	7
1.3.3 Prognosis	8
1.3.4 Formulación del Problema	9
1.3.5 Interrogantes de Estudio	9
1.3.6 Delimitación del objeto de Investigación	10
1.4 Justificación	11
1.5 Objetivos	12
1.5.1 Objetivo General	12
1.5.2 Objetivos Específicos	12

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes Investigativos	13
2.2 Fundamentación Filosófica	15
2.3 Fundamentación Legal	16
2.4 Categorías Fundamentales	17
2.4.1 Marco Conceptual de Variable Independiente	17
2.4.2 Marco Conceptual de Variable Dependiente	30
2.5 Hipótesis	54
2.6 Señalamiento de Variables	55
2.7 Diagrama de Flujo	56

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Enfoque	60
3.2 Modalidad básica de Investigación	60
3.3 Nivel o tipo de Investigación	61
3.4 Población y Muestra	61
3.5 Operacionalización de las Variables	63
3.6 Recolección de Información	65

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Leche	66
4.2 Análisis Físico Químico de la leche	67
4.2.1 Grasa	67
4.2.2 Sólidos No Grasos	68
4.2.3 Densidad	68
4.2.4 Proteína	68

4.2.5	Crioscopía	68
4.2.6	Temperatura	69
4.2.7	Lactosa	69
4.2.8	Conductividad Térmica	69
4.2.9	pH	69
4.3	Yogurt Deslactosado	70
4.4	Análisis en el Yogurt Deslactosado	70
4.4.1	pH	70
4.4.2	Grasa	71
4.4.3	Proteína	72
4.4.4	Sólidos no Grasos	74
4.4.5	Densidad	75
4.4.6	Crioscopía	76
4.4.7	Temperatura	77
4.4.8	Lactosa	78
4.4.9	Conductividad térmica	81
4.4.10	Análisis Sensorial	82

CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1	Conclusiones	83
5.2	Recomendaciones	84

CAPÍTULO VI PROPUESTA

6.1	Datos informativos	85
6.2	Antecedentes de la propuesta	85
6.3	Justificación	87
6.4	Objetivos	88
6.5	Análisis de factibilidad	89

6.6 Fundamentación	90
6.7 Metodología	90
6.8 Administrativo	95
6.9 Previsión de la evaluación	96

MATERIALES DE REFERENCIA

BIBLIOGRAFÍA	97
--------------	----

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

ÍNDICES DE TABLAS

Tabla No. A.1: Especificaciones del INEN para leche cruda.

Tabla No. A.2: Composición de la proteína de la leche.

Tabla No. A.3: Detalle del Diseño Experimental.

Tabla No. A.4: Datos iniciales de parámetros de la leche.

Tabla No. A.5: Datos de pH del yogurt deslactosado a diferente tiempo.

Tabla No. A.6: Datos de materia grasa del yogurt deslactosado a diferente tiempo.

Tabla No. A.7: Datos de proteína del yogurt deslactosado a diferente tiempo.

Tabla No. A.8: Datos de SNG del yogurt deslactosado a diferente tiempo.

Tabla No. A.9: Datos de densidad del yogurt deslactosado a diferente tiempo.

Tabla No. A.10: Datos de Crioscopía del yogurt deslactosado a diferente tiempo.

Tabla No. A.11: Datos de Temperatura del yogurt deslactosado a diferente tiempo.

Tabla No. A.12: Datos de Lactosa del yogurt deslactosado a diferente tiempo.

Tabla No. A.13: Datos de Conductividad del yogurt deslactosado a diferente tiempo.

Tabla No. A.14: Datos de % de Agua del yogurt deslactosado a diferente tiempo.

INDICE DE FIGURAS

Gráfico No.1: El árbol de Problemas

Gráfico No.2: Diagrama de Superordinación

Gráfico No.3: Diagrama de Flujo del proceso

Gráfica No.4: Tiempo vs. pH en el yogurt deslactosado.

Gráfica No.5: Tiempo vs. Materia Grasa en el yogurt deslactosado.

Gráfica No.6: Tiempo vs. Proteína en el yogurt deslactosado.

Gráfica No.7: Tiempo vs. Sólidos no Grasos en el yogurt deslactosado.

Gráfica No.8: Tiempo vs. Densidad en el yogurt deslactosado.

Gráfica No.9: Tiempo vs. Crioscopía en el yogurt deslactosado.

Gráfica No.10: Tiempo vs. Temperatura en el yogurt deslactosado.

Gráfica No.11: Tiempo vs. Lactosa en el yogurt deslactosado.

Gráfica No.12: Representación del grado de hidrólisis alcanzado.

Gráfica No. 13: Tiempo vs. Conductividad térmica del yogurt deslactosado.

INDICE DE CUADROS

Cuadro No.1: Dosis estimadas de HA- Lactase

Cuadro No.2: Composición de glúcidos en leche

Cuadro No.3: Propiedades Físicas de la lactosa

Cuadro No.4: Composición química de la leche y yogurt

Cuadro No.5: Plan de Mejoras

Cuadro No.6: Administración de la Propuesta

Cuadro No.7: Previsión de la Evaluación

INDICE DE ANEXOS

Anexo A: Análisis Estadísticos

Anexo B: Gráficos Estadísticos

Anexo C: Fotografías del Desarrollo del Estudio

Anexo D: Análisis Económico

Anexo E: Hoja de Catación

Anexo F: Normas INEN

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue elaborar yogurt deslactosado a base de leche de vaca, con la adición de la enzima lactasa. El diseño factorial empleado fue un AxB con tres niveles para el "Factor A" Cantidad de enzima HA lactase 5200: (6,9 ml/lit, 4,3 ml/lit. y 1,7 ml/lit.) y dos niveles para el "Factor B" Tipo de Fermento a utilizarse: (15 mg/lit. de SACCO (*Streptococcus termophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*). y 87,6 mg/lit de Hansen YC-180 (*Streptococcus termophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*), corrido con una replicación. Se determinó mediante análisis en la leche los parámetros de pH, grasa y proteína y en el yogurt deslactosado de los diferentes tratamientos se realizó un análisis sensorial en el cual se calificó mediante escalas hedónicas los atributos de color, olor, sabor, textura, acidez y aceptabilidad. El mejor tratamiento se lo determinó mediante análisis sensorial con la prueba de Tuckey, dando como resultado que para la obtención de un buen yogurt deslactosado se debe añadir 6,9 ml/lit. de la enzima lactasa que corresponde al tratamiento a₀b₁ que es un tratamiento con una cantidad de enzima HA lactase 5200 de 6.9 ml/lit con el tipo de fermento HANSEN YC-180 en una cantidad de 87.6 mg/lit. Esta se dejó incubar a 40 °C por una hora, lo cual nos ayuda a tener un ahorro en combustible y energía durante todo el proceso.

Palabras Clave: Yogurt Deslactosado, enzima, lactasa, hidrólisis.

CAPITULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1 TEMA DE INVESTIGACION

"Elaboración de yogurt deslactosado a base de leche de vaca, con la adición de la enzima lactasa".

1.2 INTRODUCCION

La lactosa se presenta como el azúcar de la leche, el cual no todos los seres humanos pueden asimilarlo con la misma facilidad; en especial las personas de origen asiático y africano que son las más vulnerables a la poca absorción de este disacárido ya que la lactosa necesita ser desdoblado en glucosa y galactosa para aprovechar su energía en el organismo.

La encargada de realizar esta hidrólisis es la enzima LACTASA. Sin embargo esta enzima puede presentar una baja actividad debido a la desnutrición, por tanto mala absorción de calorías, nacimiento prematuro, anomalías hereditarias entre otras. En la actualidad se busca presentar un producto lácteo que no varíe en sus cualidades pero si en su contenido de lactosa. Estos productos deslactosados pueden variar en su contenido de grasa y sobre todo no tener lactosa para incurrir en este mercado (intolerancia a la lactosa). Habiéndose presentado ya la leche sin lactosa se busca hacer mayor el uso de la enzima lactasa. Es por esto que el yogurt deslactosado se convierte en una nueva alternativa.

Entre las características del yogurt deslactosado se puede citar la variación en la textura, menor tiempo de fermentación, menor contenido de lactosa, poder edulcorante sin necesidad de añadir azúcar.

El yogurt deslactosado estaría satisfaciendo las necesidades de una gran parte de los consumidores, de manera especial con aquellos que tienen mala absorción de lactosa.

1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.3.1 CONTEXTUALIZACIÓN

Macro:

Es conocido que no todos los seres humanos pueden digerir la leche con la misma facilidad, debido a una baja actividad de la lactasa intestinal que presentan algunas personas. Así por ejemplo, el porcentaje de absorción del azúcar de la leche en personas de Europa del Este, Mediterráneo, África, América Latina y Australia, muestran una incidencia del 60%, en los americanos de raza blanca el 19% aproximadamente y casi el 100% en chinos, japoneses, nigerianos, aborígenes australianos.

La lactosa, azúcar que está presente en la leche de vaca, aunque es consumida como disacárido, no es absorbido como tal, ya que para que esto suceda, la lactosa debe primero desdoblarse en glucosa y galactosa.

Solo estos monosacáridos son utilizados como fuente de energía por el organismo. Dicha hidrólisis requerida para la utilización de la lactosa es efectuada por la enzima lactasa, normalmente presente en el intestino delgado. (MUNDO LÁCTEO Y CÁRNICO, 2005).

La intolerancia a la lactosa se presenta como resultado de una deficiencia de β -galactosidasa o lactasa, enzima ubicada en el borde superior de las microvellosidades del intestino delgado. Esta enzima produce la hidrólisis de la lactosa en glucosa y galactosa, monosacáridos fácilmente absorbidos por transporte activo.

La caída de la actividad de la lactasa, que lleva a *una mala digestión de la lactosa*, ocurre desde la niñez a la adultez y es un patrón fisiológico normal en el 75-90% de la población adulta mundial (PEUHKURI, 2000; RENNER, 1997; SAHI, 1994).

Si la actividad de la lactasa es muy baja en relación a la cantidad de lactosa ingerida, ésta no puede ser totalmente hidrolizada y una cantidad considerable de la misma llega al colon. Esto produce síntomas clínicos persistentes tales como: diarrea, distensión abdominal, dolor, borborigmos y flatulencias; síndrome comúnmente referido como *intolerancia a la lactosa* (PEUHKURI, 2000; VEITH, 2004; VESA; MARTEAU; KORPELA, 2000).

Meso:

A nivel de Latino América se tienen las siguientes investigaciones sobre el tema propuesto:

En Argentina, aún no existen en el mercado yogures deslactosados. En algunos países de América Latina, como Costa Rica y Colombia, además de producir “leche deslactosada”, actualmente tienen en el mercado una línea de “yogures deslactosados” (MUNDO LÁCTEO Y CÁRNICO, 2005).

En Colombia el procedimiento del yogurt deslactosado, consiste en colocar la leche pasteurizada con la enzima en silos de

almacenamiento, a una temperatura entre 3-5 °C para contrarrestar el desarrollo de la flora residual. Como este rango de temperatura se encuentra lejos del óptimo de la actividad correspondiente a la β -galactosidasa del *Kluyveromyces* spp. (35-40 °C), enzima habitualmente utilizada en la industria láctea, el proceso insume entre 15 y 20 horas para lograr aproximadamente un 85% de hidrólisis (REPELIUS, 2001).

En el Perú en la actualidad la intolerancia a la lactosa está en el centro de la discusión pública. Esto hará reevaluar muchos aspectos relacionados con nuestra alimentación así como del gasto público destinado a la alimentación de los más pobres a través del Programa Nacional del Vaso de Leche que quizá surgió más como un plan electorero que con la visión particular de las características biológicas del pueblo Peruano, intolerante a la lactosa. El peruano promedio debería adquirir las proteínas necesarias para evitar la "desnutrición energético-protéica" a través de otros alimentos.

La leche como fuente nutricional no es para nosotros los latinoamericanos y los peruanos; es para países europeos, escandinavos y neo zelandeses. Pero, la leche dentro del discurso político, resulta un éxito electorero ya que tiene una connotación cultural determinante, relacionada con alimentación y crecimiento sobre todo infantil y como único alimento preventivo contra la osteoporosis.

Veamos las cifras y la magnitud del problema que se da en el Perú, ya que no sólo es un problema particular de las familias peruanas sino también del gasto público destinado a la nutrición infantil. Esta inversión en alimentación genera un porcentaje muy alto, entre 70% y 90% de malnutrición, debido a las diarreas que produce en personas intolerantes a la lactosa.

Micro:

Tradicionalmente en el Ecuador la producción lechera se ha concentrado en la región interandina, donde se ubican los mayores *hatos lecheros*. Esto se confirma según los últimos datos del Censo Agropecuario del año 2000, donde el 73% de la producción nacional de leche se la realiza en la Sierra, aproximadamente un 19% en la Costa y un 8% en el Oriente y Región Insular.

El uso y destino de la producción lechera en el país tiene un comportamiento regular. Según estimaciones del Ministerio de Agricultura y Ganadería, entre un 25% y un 32% de la producción bruta se destina a consumo de terneros (autoconsumo) y mermas (2%). Este comportamiento resulta explicable ya que las importaciones de *sustituto de leche para terneros* registradas oficialmente constituyen un 3 por mil de la producción interna de leche.

La disponibilidad de leche cruda para consumo humano e industrial representa alrededor del 75% de la producción bruta. La leche fluida disponible se destina en un 25% para elaboración industrial (19% leche pasteurizada y 6% para elaborados lácteos), 75% entre consumo y utilización de leche cruda (39% en consumo humano directo y 35% para industrias caseras de quesos frescos), y aproximadamente un 1% se comercia con Colombia en la frontera.

De las industrias lácteas, el 90% se encuentran ubicadas en el callejón interandino con una fuerte concentración en las provincias del centro norte de la sierra (Pichincha, Cotopaxi, Imbabura, Carchi) y se dedican principalmente a la producción de leche pasteurizada, quesos, crema de leche y otros derivados en menor proporción.

Durante el último quinquenio, y gracias al proceso de liberalización económica y apertura comercial, se han establecido otras Empresas como PARMALAT CEDI, INDUSTRIAS LACTEAS TONY, CHIVERIAS, ALPINA, REY LECHE, y la Planta Pulverizadora de la Asociación de Ganaderos de la Sierra y el Oriente (AGSO), implementada durante el año 2002, que se encuentra en funcionamiento.

Actualmente en el país hay muy poco mercado para los productos deslactosados la mayoría de estos son importados y muy pocos se producen internamente. Por lo que el tema de investigación propuesto puede llevar al mercado lácteo (yogurt) a otro nivel.

1.3.2 ANÁLISIS CRÍTICO

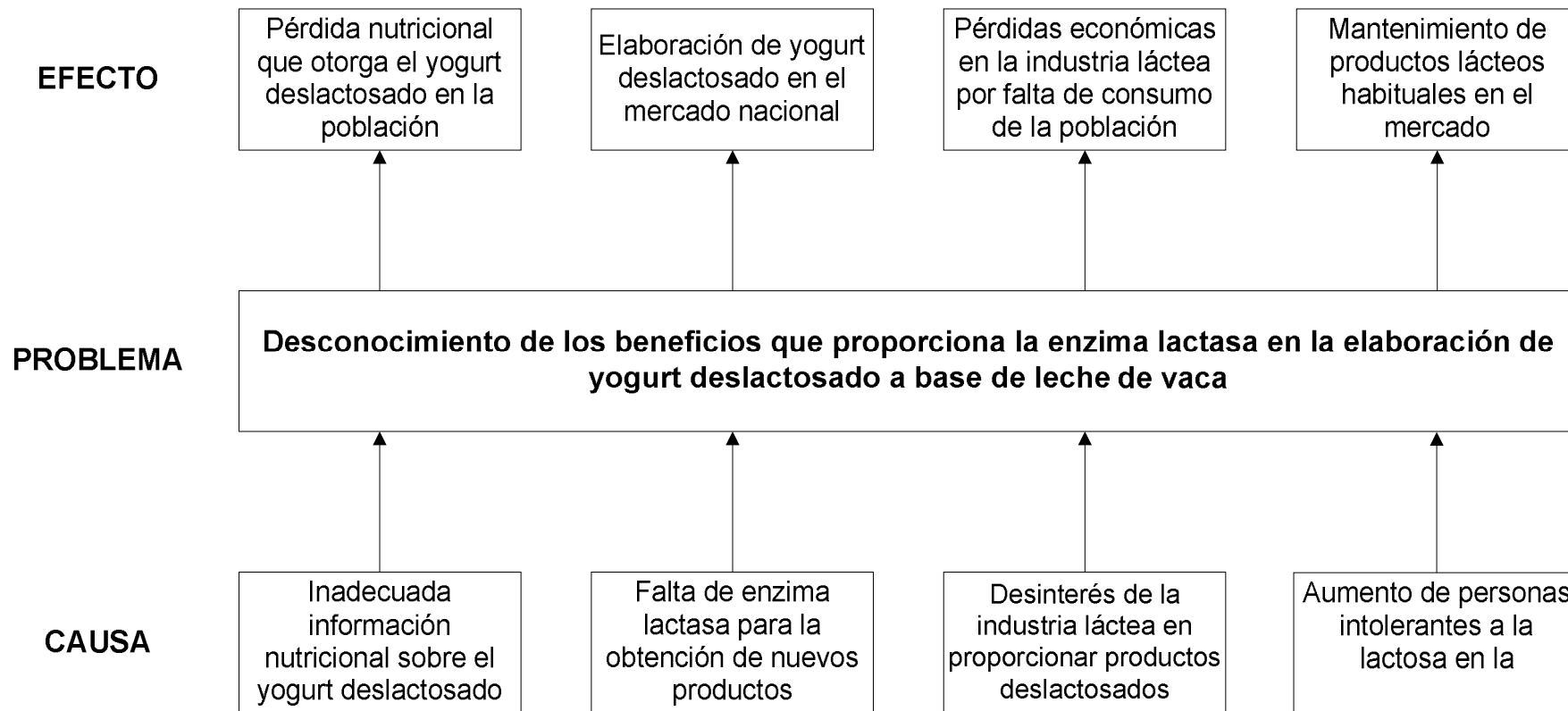


Gráfico No.1: Árbol de Problemas
Elaborado por: Luís Gerardo Ávalos

Causa: Falta de enzima lactasa para la obtención de nuevos productos.

La ausencia de enzima lactasa en el país es notoria, ya que la mayoría de empresas importan esta enzima de otros países como lo son: Colombia, Costa Rica y Argentina. Esta es una de las razones que tienen las empresas lácteas para no realizar productos deslactosados. Ya que el precio de esta enzima no es muy asequible para los productores lácteos, sin embargo existen empresas transnacionales que si elaboran ciertos productos deslactosados como es la leche deslactosada que si encontramos en el mercado nacional (Toni y Parmalat).

Efecto: Elaboración de yogurt deslactosado en el mercado nacional.

La mayoría de empresas lácteas elaboran productos similares como yogurt, quesos, leche, entre otros y una semejanza entre estos es que son del tipo entero, semidescremado o descremado es decir apto para todo público sin ver las necesidades de una parte de la población que es intolerante a la lactosa. La ausencia de productos deslactosados es evidente, cabe mencionar que en el mercado nacional solo encontramos leches deslactosadas y no existe una producción de yogurt deslactosado.

1.3.3 PROGNOSIS

En la actualidad las exigencias del consumidor de productos lácteos en el mercado han sido casi satisfechas por completo, en el área de lácteos podemos encontrar variedad de productos entre estas variedades de quesos y leches, en la parte de yogurt encontramos de distintos sabores y tipos como lo es con adición de frutas o no.

Cabe mencionar que en la población ecuatoriana existen muchos habitantes que son intolerantes a la lactosa incluyendo a los infantes ya que tienen un estómago delicado y por eso no pueden admitir a este tipo de azúcar que es la lactosa.

El propósito de realizar un yogurt deslactosado es incluir un producto con beneficios nutricionales superiores al yogurt común que se encuentra en el mercado. El yogurt deslactosado, aparte de los beneficios que otorga el producto fermentado como tal, permitirá adicionalmente a las personas intolerantes a la lactosa, reducir los problemas o trastornos intestinales como son diarrea y flatulencia.

Con esto se podrá ofrecer variedad de productos a todos los consumidores incluidos a aquellos que no tienen problemas con la lactosa. Además se incluirá este producto nuevo en el país, ya que lamentablemente no se lo tiene al alcance del consumidor actual.

1.3.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo la adición de enzima lactasa en la leche de vaca ayudará a la elaboración de yogurt deslactosado a base de leche de vaca?

Variable Independiente: Cantidad de enzima HA lactasa 5200.

Variable Dependiente: Tipo de fermento a utilizarse (SACCO y HANSEN YC-180).

1.3.5 INTERROGANTES DE ESTUDIO

- ¿Dónde se determinará el porcentaje de enzima lactasa que se utilizará en la leche para la producción de yogurt deslactosado?

- ¿Cómo se identificará la etapa del proceso de elaboración de yogurt, en la cual se inoculará la enzima para deslactosar la leche?
- ¿Cuáles serán las características sensoriales que se evaluarán del yogurt con leche deslactosada?
- ¿Cuáles son las ventajas de elaborar Yogurt con leche deslactosada?
- ¿Cómo se seleccionará el mejor tratamiento mediante un análisis estadístico y sensorial?
- ¿Cuál será el nivel de aceptabilidad?
- ¿Dónde se propondrá un diagrama de procesos estandarizado para la elaboración de yogurt con leche deslactosada, mediante la adición de la enzima lactasa?

1.3.6 DELIMITACIÓN DEL OBJETO DE INVESTIGACIÓN

- **Campo:** Tecnología de Lácteos
- **Área:** Enzimas
- **Aspecto:** Hidrólisis de la Leche
- **Delimitación Temporal:** El trabajo de Investigación tuvo una duración de meses desde Noviembre del 2010 hasta Abril del 2011
- **Delimitación Espacial:** El estudio se efectuó en los laboratorios de la Planta de Lácteos SAN PABLO ubicado en la ciudad de Ambato, cantón Píllaro de la provincia de Tungurahua.

1.4 JUSTIFICACIÓN

El presente estudio de investigación se sustenta en la poca variedad de productos fermentados deslactosados que se encuentran en el mercado nacional, por esta razón es importante desarrollar un proceso de elaboración de yogurt con leche deslactosada que tenga base científica simple y que se lo pueda implementar en una planta procesadora de leche tradicional para así aumentar la productividad de la industria lechera y brindar más opciones de trabajo para la comunidad.

El estudio de investigación aportará también a la satisfacción de los clientes con problemas de intolerancia a la lactosa, ya que podrán obtener en el mercado un producto nutritivo y que no les causará daños colaterales al consumirlo, es así que este estudio no solo aportará a la comunidad sino también teóricamente brinda una base para futuras investigaciones de productos lácteos

No obstante, la persistencia de malestares gastrointestinales luego de consumir yogur, indicarían que la cantidad de β -galactosidasa del cultivo no siempre es suficiente para atenuar los síntomas de la mala digestión (DEWIT; POCHART; DESLEUX, 1988; KOLARS et al., 1984; MARTEAU et al., 1990).

A partir de la década del 70, se sugiere que el yogurt con leche deslactosada podría ayudar a mejorar la intolerancia a la lactosa. Actualmente, uno de sus efectos probióticos más consistentes y reproducibles, es la disminución de los síntomas asociados con la mala digestión de la lactosa. La liberación de la lactasa contenida en las células del fermento, cuando éstas llegan al intestino, sería una de las razones posibles por las cuales el consumo de yogur mejora la digestión de la lactosa (BAER, 1970; De VRESE; KELLER; BARTH, 1992; De VRESE et al., 2001; GENDREL et al., 1990; GILLILAND; KIM, 1984; KOLARS et al.,

1984; MARTEAU et al., 1990; MARTINI et al., 1987; POCHART et al., 1989; SHERMAK et al., 1995).

Esto conlleva a la necesidad de introducir mejoras en el yogurt, como lo es la reducción de su contenido en lactosa mediante la utilización de lactasas exógenas.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo General

- 1.5.1.1** Elaborar yogurt deslactosado, a base de leche de vaca con la adición de la enzima lactasa.

1.5.2 Objetivos Específicos

- 1.5.2.1** Determinar el porcentaje de enzima lactasa que se utilizará para la producción de yogurt deslactosado.
- 1.5.2.2** Obtener el Yogurt con leche deslactosada, con la adición de los fermentos SACCO (*Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgáricus*) y HANSEN YC-180 (*Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgáricus*).
- 1.5.2.3** Evaluar las características sensoriales del yogurt deslactosado. Seleccionar el mejor tratamiento mediante un análisis sensorial y estadístico.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

La leche deslactosada se somete a un proceso en el cual se transforma la lactosa en glucosa y galactosa para hacerla de mayor digestibilidad. Es especialmente producida para aquellos intolerantes a la lactosa que quieren seguir disfrutando de un sabor entero. La leche deslactosada está completamente libre de lactosa, tiene una alta digestibilidad, ayuda a evitar toda clase de malestares a los intolerantes de la lactosa y aporta todas las propiedades nutricionales de la leche.

Algunos beneficios:

- Esta leche deslactosada evita que los intolerantes a la lactosa no sufran malestares como náuseas, cólicos y distensiones abdominales.
- Perfecta para los alérgicos a la lactosa, para que puedan seguir consumiendo leche rica en calcio y así evitar enfermedades como la osteoporosis.
- Es de muy fácil digestión y se metaboliza mucho más rápido.

Según Álvarez, (1989), la leche guardada a la temperatura ambiente se acidifica y luego se coagula, pero no entra en putrefacción fácilmente, por ello se ha tratado de aumentar la velocidad de acidificación para que la leche pueda ser preservada por muchos días. En esta vía, la leche fue tratada de varias maneras en diferentes países dando lugar a diferentes productos con distintos nombres. El mismo autor redacta que los

productos tuvieron una idea en común, la acidificación producida por las bacterias ácido lácticas, siendo acompañada en algunos productos por una pequeña fermentación alcohólica.

Desde el siglo XIX, los microbiólogos han estado interesados en la bacteriología de las leches fermentadas y ellos han identificado algunas bacterias que dan a los productos su aroma específico. Como resultado de estas investigaciones hoy es posible, la elaboración técnica de una gran variedad de leches fermentadas con especial atención a sus propiedades físicas y caracteres organolépticas.

Según Foster (1965), el yogur es una de las leches fermentadas más antiguas. Desde tiempos muy remotos ha sido un alimento de importancia de los pueblos del Cercano Oriente, en especial de los que se hallan en las costas del Mediterráneo Oriental. El yogur es una preparación de coagulación rápida y decididamente ácida con muy poco o ningún alcohol. Es parecido a las leches fermentadas que en Egipto reciben el nombre de "lebeu", de "lebeny" en Siria, de "dahi" en la India y de "mazun" en América.

El gran interés por la elaboración de productos fermentados pudo venir en gran parte debido a las teorías de Metchnikoff (citado por Tamine y Robinson, 1991) quien señala que al consumir yogur no solo puede curar enfermedades intestinales como diarrea, constipación y disentería, sino también otras como migraña, cálculos hepáticos, y algunas del hígado. Metchnikoff, también postuló que el yogur podía ayudar a las personas a vivir más.

De acuerdo a los registros históricos más antiguos del yogur, (Tamine y Robinson, 1991), la producción de leche acidificada se convirtió rápidamente en una forma de conservación de la leche. Poco a poco, nuevas comunidades aprendieron este sencillo tratamiento de

conservación y uno de los productos obtenidos se denominó "yogurt" vocablo derivado del término Turco "Jugur".

A pesar que el yogur ofrece un sinnúmero de propiedades positivas corre el riesgo de alterarse en pocos días, especialmente si se mantiene a temperatura ambiente.

2.2 FUNDAMENTACIÓN FILOSÒFICA

El perfil de investigación científica tiene un fundamento de carácter académico científico con clara predisposición dialéctica en la que predomina el análisis, la síntesis, la inducción y la deducción.

Es analítico porque permite desglosar las partes del tema investigativo y someterlo al crisol de la ciencia. Es sintético por cuanto se abstrae el conocimiento para poder llegar a generalizaciones. Es inductivo porque vamos de lo particular a lo general en el proceso de investigación y por último es deductivo por cuanto en algunas etapas de la investigación se ha iniciado de lo general a lo particular.

La presente investigación tiene un enfoque de paradigma positivista, según Thomas S Kuhn (1961) y Karl Popper (1962), asentándose en lo epistemológico, la cuestión del desarrollo y del conocimiento científico es el principal problema, pues es necesario además acudir a aspectos ajenos a la ciencia misma, sociológicos y psicológicos, propugnar y preguntar cómo procede la ciencia en realidad y no cómo tendría, o pensamos que tendría, que proceder.

La Ciencia no es una serie lineal de descubrimientos e inventos científicos. Es errónea la concepción de que las realizaciones científicas actuales son la herencia de una serie de conceptos y hallazgos, con una

depuración de todas aquellas cosas que hoy se definen como inservibles e ingenuas.

El paradigma es el elemento vertebral de la teoría de las revoluciones científicas y es un modelo a seguir, en una comunidad científica, de los problemas que tiene que resolver y del modo como se van a dar las soluciones. Un paradigma comporta una manera de entender el mundo, explicarlo y manipularlo. Son realizaciones científicas universalmente reconocidas que, durante cierto tiempo, proporcionan modelos de problemas y soluciones a una comunidad científica.

2.3 FUNDAMENTACIÓN LEGAL

El presente trabajo de investigación tiene una fundamentación legal en las siguientes normas INEN vigentes para la Leche y derivados. NTE INEN 0003:84 AL 03.01-104 6 p 1. rev.,; Leche y Productos Lácteos. Terminología; Milk and milk products. Terminology.

2.4 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES

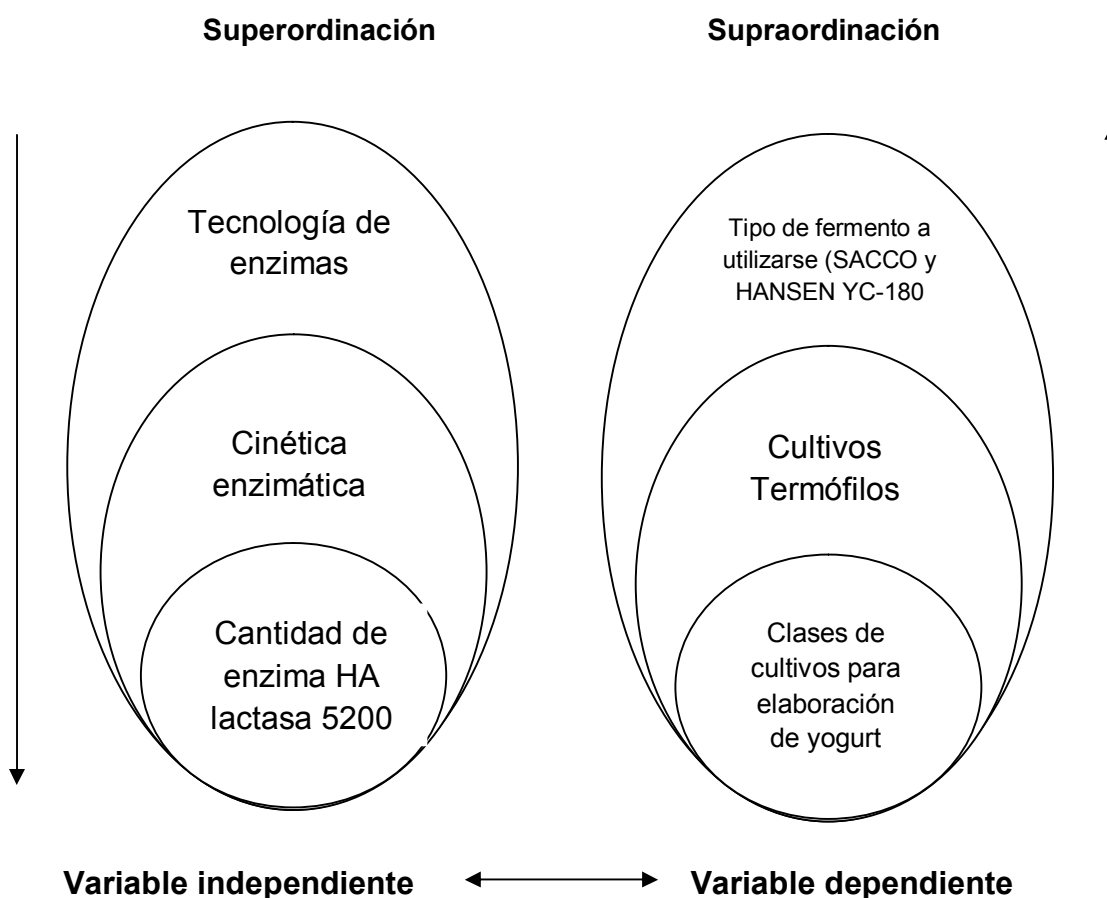


Gráfico No.2: Inclusiones Conceptuales.

Elaborado por: Luis G. Ávalos V.

2.4.1 Marco conceptual de la Variable Independiente

Enzima Lactasa

La lactasa es una enzima que transforma la lactosa en glucosa y galactosa. (<http://www.definition-of.net/definicion-de-lactasa>).

La lactasa, un tipo de β -galactosidasa, es una enzima producida en el intestino delgado y que se sintetiza durante la infancia de todos los mamíferos. Su acción es imprescindible en el proceso de conversión de

la lactosa, azúcar doble (disacárido), en sus componentes glucosa y galactosa. La lactasa se produce en el borde de cepillo de las células que recubren las microvellosidades intestinales.

Pertenece a la familia de las disacaridasas, que son las enzimas que se encargan de romper los disacáridos en los monosacáridos que los forman. La falta de lactasa origina intolerancia a la lactosa, que es una anomalía relativamente frecuente, sobre todo en personas de avanzada edad. Se ha sugerido que la secreción de lactasa en la etapa adulta humana es una adaptación evolutiva que surgió hace más de 7.500 años. Esta síntesis de lactasa es característica de la población balcánica.

Las anomalías (POWELL, 2009) relacionadas con la lactasa son:

- Intolerancia a la lactosa: es un síndrome clínico que cursa con una o más de las siguientes manifestaciones: dolor abdominal, diarrea, náuseas, flatulencia y sensación de plenitud tras la ingestión de un producto que contiene lactosa.
- Mala absorción de lactosa: es un problema fisiológico que se asocia a la intolerancia a la lactosa y se atribuye al desequilibrio entre la cantidad de lactosa ingerida y la capacidad de digerir la lactosa.
- Deficiencia primaria de lactasa: es la ausencia relativa o absoluta de lactasa que se desarrolla durante la infancia y que en la mayor parte de los casos es la causa de la mala absorción e intolerancia a la lactosa. Esta deficiencia también se refiere como hipolactasia de adultos, ausencia de la persistencia de lactasa o deficiencia lactásica hereditaria.
- Deficiencia secundaria de lactasa: es la deficiencia de lactasa por lesiones del intestino delgado, gastroenteritis aguda, diarrea persistente, quimioterapia para el cáncer, etc. Es decir, por

trastornos que alteran la mucosa gástrica y que se presentan a cualquier edad, si bien es común en la infancia.

- Deficiencia congénita de lactasa: es un caso extremadamente raro de déficit de lactasa por causas desconocidas que se presenta en el recién nacido. Hasta el desarrollo de preparados infantiles exentos de lactosa, los sujetos con este déficit no podían sobrevivir. (<http://es.wikipedia.org/wiki/Lactasa>)

Las Enzimas Lactasas

Según la Enciclopedia Microsoft® Encarta® 98 (1997). Las enzimas son cualquiera de las numerosas sustancias orgánicas especializadas compuestas por polímeros de aminoácidos que actúan como catalizadores en el metabolismo de los seres vivos. Cada enzima es específica de forma selectiva para la sustancia sobre la que causa reacción, y es más eficaz a una temperatura determinada.

Las enzimas se denominan añadiendo la terminación *asa* al nombre del sustrato con el cual reaccionan. La enzima que provoca la hidrólisis de la lactosa recibe el nombre de lactasa; aquellos que controlan la hidrólisis de las proteínas se denominan proteasas. Algunas enzimas como la tripsina y pepsina, conservan los nombres utilizados antes de que se adoptara esta nomenclatura.

Las enzimas se clasifican en varias categorías: hidrolíticas, oxidantes y reductoras, dependiendo del tipo de reacción que controlen. Las enzimas hidrolíticas aceleran las reacciones en las que una sustancia se rompe en componentes más simples por reacción con moléculas de agua, las enzimas oxidativas, conocidas como oxidasas, aceleran las reacciones de oxidación y las reductoras las reacciones de reducción en las que se libera el oxígeno. Otras enzimas intervienen en la catálisis de otros tipos de reacciones.

Como norma, las enzimas no atacan a las células vivas. Sin embargo tan pronto muere una célula, esta es digerida por enzimas que rompen sus proteínas. La resistencia de las células vivas se debe a la incapacidad de los enzimas de atravesar la membrana celular mientras las células tienen vida. Cuando la célula muere, su membrana se hace permeable y la enzima puede penetrar en la célula y destruir las proteínas en su interior. Algunas células contienen también enzimas inhibitorias, denominadas antienzimas, que evita la acción de una enzima sobre un sustrato.

Las lactasas, las enzimas que desdoblan a la lactosa, se hallan en el intestino de mamíferos jóvenes, en plantas, levaduras, bacterias y hongos. La actividad principal de las lactasas se halla, en la mayoría de los estreptococos lácticos utilizados en el proceso de fabricación de quesos. (Nijpels H.H. citado por Birch, 1981).

Según Kirk Othmer (1961), las lactasas se obtienen de varias levaduras, mohos y bacterias: *Saccharomyces frágilis*, *Oidium lactis*, *Escherichia coli*, *Lactobacillus bulgáricus*, *Lactobacillus delbruechii*. La enzima de la *Escherichia coli* es bastante aplicable en la química analítica. Las lactasas son derivadas de: *Saccharomyces fragili*, *Torulopsis sphaeri-* ca, *Zygosaccharomyces lactis*, *Candida utilis*, y *Candida pseudotropicalis*, aunque *Saccharomyces fragilis* parece ser el organismo que presta mayor ventajas para la producción de la enzima. (Webb y colaboradores, 1972)

El uso de lactasas para la hidrólisis de la lactosa en sus constituyentes monosacáridos ha abierto nuevas posibilidades para la leche, el queso, el suero y los jarabes de lactosa, dando por resultado nuevos y mejores productos y procesos lácteos. La hidrólisis es altamente específica como lo son todas las reacciones enzimáticas y con las purificaciones

preparadas de lactasa los otros componentes del sustrato permanecen sin cambiar. (Nijpels

H.H., citado por Birch, 1981).

La utilización de lactosa por levaduras es dependiente de la lactasa, y la cantidad y eficiencia de su producción refleja la capacidad de las cepas de levadura para hacer uso de la misma. (Abreu J., citado por Cedeño y Tinoco, 1993).

Propiedades de la lactasa de *Kluyveromyces lactis*

La enzima de *Kluyveromyces fragilis* trabaja a un pH óptimo y por tanto es adecuado para la hidrólisis de la lactosa en la leche y actualmente se le ha otorgado el estatus GRAS (Mahoney y Andamchuck, 1980).

Cedeño R. y Tinoco (1993) se refieren a la lactosa extraída a partir de la levadura de *K. Fragilis* e indican que es la más conveniente para realizar la hidrólisis del azúcar de la leche por tener el pH óptimo cercano al pH de la leche que es 6,7.

Por otra parte, Abreus J., citado por Cedeño R y Tinoco (1993) comenta que la levadura de *K. fragilis* es una de las mejores fuentes de obtención de la enzima ya que además de tener la ventaja adicional de ser aprobada para uso en alimentos. Se ha empleado en numerosas investigaciones debido a su capacidad para crecer rápidamente en suero lácteo con alta producción de la enzima y sin producir ninguna toxina.

El proceso para la producción de lactasas, según Morgan, Stimpson, y, Myres y Stimpson (citado por Webb y colaboradores, 1972) describen los procedimientos siguientes:

El suero que contiene 2 a 8% de sólidos se ajustan a [pH] 4,5 y acalorado a 185°F por 30 minutos para precipitar las proteínas del suero.

Se fortifica el fragmento del líquido 0,1% maíz licor empinado y con una fuente de nitrógeno (0,2% [urea], 0,14% amoníaco, o 0,4% (NH₄)₂HPO₄).

El líquido fortificado es enfriado a 86 °F e inoculado con 10% de cultivo *Saccharomyces fragilis* desarrollado activamente para que el suero inoculado contenga 10 a 60 millones de células por mililitro.

La fermentación se completa de 2 a 8 horas con aireación, o 30 horas sin aireación (Young y Healey, citado por Webb y colaboradores, 1972). Una producción óptima de lactasa fue obtenida cuando el medio contenía 0,06% de nitrógeno disponible, fue aireada a la tasa de un volumen de aire por volumen de medio, por minuto.

Las células de levaduras son separadas del suero y lavadas si se desea un producto con buen sabor. El lavado no es necesario si la preparación de lactosa se destina a alimentación animal.

Se seca la concentración de levaduras y se almacena a 40°F hasta que se vuelva a usar.

Wendorff y col. (citado por Webb y colaboradores, 1972) reportaron que las condiciones siguientes fueron necesarias para maximizar la producción de lactasas.

- El suero contiene de 10 - 15% de lactosa
- Adición al suero licor de maíz o caseína
- Ajuste del pH de 4,0-4,5

- Incubación

Esta lactasa es una preparación purificada líquida de lactosa aislada de la levadura láctea *K. Lactis*. Esta levadura fue descrita como un organismo lácteo bien conocido y usado en la producción de ciertos tipos de yoghurt y otros productos lácteos fermentado. Como polvo seco inactivo, la levadura también es usada como alimento dietético y suplemento proteínico. (Nijpels H.H., citado por Birch, 1981).

pH de Actividad

Por ser derivada de un organismo lácteo no es sorprendente el que esta lactasa tenga una actividad óptima cercana al pH natural de la leche fresca, 6.6 - 6.8°C.

Como consecuencia, esta lactasa puede ser aplicada únicamente a la leche y suero dulce cuyos productos se encuentran dentro del pH establecido. El suero ácido (pH inferior 6) primero tiene que ser ajustado al rango de pH normal, que puede ser con agentes neutralizantes adecuados como hidróxido de potasio y/o sales fosfatadas.

Según, Nijpels H.H. (citado por Birch, 1981) la actividad enzimática de esta lactasa puede ser inhibida por los iones sodio y amonio pero fuertemente por los iones calcio. En el caso nuestro se lo inactivo usando carbonato de sodio (Na_2CO_3 0,5 M) obteniendo excelentes resultados.

Temperatura de actividad

Nijpels H.H. (citado por Birch, 1981) reporta que la temperatura óptima de esta enzima se encuentra a 35 - 40 °C. y además escribe que con una temperatura de 4 °C la enzima trabaja muy bien.

Esta propiedad de la lactasa del *K. Lactis* es de importancia práctica debido a que el incremento de la descomposición a estas temperaturas bajas parece ser muy mínimo. La leche o suero puede ser tratado durante el periodo de almacenamiento usual de una noche.

Enzima Ha-Lactase

Ha-Lactase es uno de los productos en nuestra salud y bienestar de la cartera.

Una gran parte de la población mundial sufre de intolerancia a la lactosa, lo que les impide disfrutar del valor nutricional de los productos lácteos. Esto podría causar disminución de energía y la absorción de proteínas, y la falta de minerales esenciales, especialmente calcio.

Con el uso de Ha-lactase, los productos lácteos pueden estar disponibles para los consumidores que sufren de la intolerancia y la mala absorción. Otra de las ventajas de la utilización de Ha-Lactase es que la dulzura de los aumentos del producto sin el uso de azúcares o edulcorantes artificiales. Su uso en la leche se ha establecido desde hace muchos años, y el uso de los productos lácteos fermentados está creciendo rápidamente.

Ha-Lactase se produce por la fermentación de la levadura *Kluyveromyces lactis* es la levadura que produce la lactasa más ampliamente usada en la industria láctea para hidrolizar la lactosa de la

leche y está disponible en dos variedades que difieren en la actividad de la lactasa.

Descripción General:

Ha-Lactase es una combinación enzimática líquida, translúcida, de color castaño claro, compuesta de lactasa producida por fermentación de cepas seleccionadas de *Kluyveromyces fragilis*, donde el componente activo es una β -galactosidasa.

Producción:

Ha-Lactase promueve la hidrólisis de la lactosa formando una mezcla de glucosa y galactosa, con la finalidad de proporcionar mejor solubilidad y digestibilidad, evitando la tendencia a cristalización de este azúcar en el producto. Alguna formación de oligosacáridos ocurre en la etapa inicial de la reacción y en alta concentración de lactosa.

COMO USAR ESTE PRODUCTO:

- Ha-Lactase puede ser usado para tratamiento de productos de leche dulce, helados, y suero de leche, mejorando la calidad y producción económica.
- Ha-Lactase puede ser usada para procesos parciales, así como para procesos continuos.
- La dosis necesaria de Ha-Lactase es determinada por la actividad de preparación, grado de hidrólisis requerida, temperatura y pH de la leche, tiempo de reacción y tipo de leche.

Calidad bacteriológica y datos técnicos:

Cuenta con máxima garantía de microorganismos por ml. De Ha-Lactase.

Actividad:	3.000 LAU/ml.
Densidad:	1,2 g/mg.
Recuento de microorganismos:	
Recuento total:	< 5 x 10 /ml
Coliformes:	< 100ufc/ml
Levaduras:	< 100ufc/ml
Mohos:	< 100 ufc/ml
Actividad relativa:	90-100 % a 40-50 grados centígrados.
	90-100 % en pH 6,0 - 7,0
Actividad residual:	A 30 ° C - 90-100% después de 6h.
	A 45 ° C - 50-60% después de 6h.
	A 50 ° C - 2 - 4 % después de 6h.

Conservación y validez:

Ha-Lactase debería ser almacenado en un lugar oscuro, bajo refrigeración, a temperaturas inferiores a 5°C. Bajo estas condiciones, en envase cerrado, el producto mantiene sus especificaciones por un período de hasta 6 meses. Almacenado en temperaturas de 5 a 10 grados centígrados mantiene su actividad hasta tres meses.

Aprobación:

Ha-Lactase obedece con las especificaciones recomendadas por FAO/WHO JECFA y FCC para alimentos con enzimas de calidad, suplementado con restricciones futuras para recuento total viable, y otros criterios de pureza.

Cuadro No. 1: Dosis estimadas de Ha-Lactase

Dosis de HA-lactase (ml/l)	Tiempo de reacción (horas)	Temperatura de reacción (°C)	Grado de hidrólisis (%)
0,3 - 0,5	10	5	20
0,1 - 0,2	24	5	20
0,5 - 0,9	1	30	20
0,1 - 0,2	4	30	20
0,2 - 0,4	1	40	20
0,05 - 0,1	4	40	20
1,0 - 1,6	10	5	50
0,5 - 0,7	24	5	50
2,1 - 3,1	1	30	50
0,5 - 0,8	4	30	50
0,9 - 1,4	1	40	50
0,2 - 0,4	4	40	50
3,5 - 5,4	10	5	80
1,5 - 2,2	24	5	80
6,9 - 10,4	1	30	80
1,7 - 2,6	4	30	80
2,9 - 4,3	1	40	80
0,7 - 1,1	4	40	80

Fuente: www.chr-hansen.com

Fermento Láctico

El fermento es una sustancia elaborada por las células que interviene en el desarrollo de procesos orgánicos.

La fermentación láctica es una ruta metabólica anaeróbica que ocurre en el citosol de la célula, en la cual se oxida parcialmente la glucosa para obtener energía y donde el producto de desecho es el ácido láctico.

Este proceso lo realizan muchas bacterias (llamadas bacterias lácticas), hongos, algunos protozoos y muchos tejidos animales; en efecto, la fermentación láctica también se verifica en el tejido muscular cuando, a causa de una intensa actividad motora, no se produce una aportación adecuada de oxígeno que permita el desarrollo de la respiración aeróbica. Cuando el ácido láctico se acumula en las células musculares produce síntomas asociados con la fatiga muscular.

Algunas células, como los eritrocitos, carecen de mitocondrias de manera que se ven obligadas a obtener energía por medio de la fermentación láctica; por el contrario, el parénquima muere rápidamente ya que no fermenta, y su única fuente de energía es la respiración aeróbica.

Las bacterias del ácido láctico (BAL), o también bacterias ácido lácticas y cultivos lácticos -por razón de sus características al ser procesadas y multiplicadas para su utilización como grupo- comprenden un caldo de bacterias fermentadoras y productoras de ácido láctico, función por la que son usadas en la industria para darle ciertas cualidades a los alimentos y protegerlos contra la acción de otros organismos dañinos. Uno de ellos pueden ser los *Bactobacillus* los cuales aportan al producto un buen cuidado.

http://es.wikipedia.org/wiki/Cultivos_l%C3%A1cticos)

Fermentación

La fermentación mejor conocida de la lactosa es el agriamiento de la leche con producción de ácido láctico. Entre las bacterias que causan esta reacción se generan el *Streptococcus lactis* y el *Lactobacillus casei*. Otro producto importante transformación de la lactosa es el ácido propiónico, mediante la acción de un cultivo mixto *Propionibacterium*

shermanii y *Lactobacillus casei*, Alcohol etílico producido por *Torula lactasa*. (Kirk Othmer, 1961).

Según Muñoz J. (1978), la lactosa sufre diversas transformaciones; cualitativas y cuantitativas en función del microorganismo que actúa sobre ella. Entre los microorganismos fermentantes se encuentran:

- Bacterias lácticas.
- Bacterias homolácticas (termo-bacterias y *Streptococcus láctis*).
- Bacterias heterolácticas (*p cocus*, *coli*-bacterias, coliaerogenas).
- Sacaromicetos.
- Torulas.
- *Clostridium butiricus*.
- Bacterias propiónicas.

Entre las fermentaciones más importantes que corresponden a la industria láctea se encuentran, la fermentación láctica, fermentación alcohólica y fermentación butírica. (Alais, Ch. 1985).

Fermentación láctica

Luquet, F. y col. (1991) se refiere a la fermentación láctica y señala que el proceso lo llevan a cabo microorganismos adaptados a metabolizarlo en un proceso que llene el ácido láctico como producto final. Las bacterias (*Lactobacillus* y *Streptococcus* son especialmente aptas para producir ácido láctico. Con ello se origina una disminución del pH de la leche, lo que es indispensable para lograr la coagulación en la fabricación de leches fermentadas o de quesos.

La acidificación espontánea es el hecho más comúnmente observado en la leche conservada a la temperatura ambiente. La acidez se eleva muy lentamente al principio, luego, tras algunas horas y según la temperatura, muy rápidamente; se frena un poco cuando el contenido

de ácido láctico llega al 1%. En este momento solamente % de la lactosa se ha transformada; esta detención se debe al efecto inhibitor del ácido sobre las bacterias (Alais, Ch. 1985).

Las bacterias productoras de ácido láctico se clasifican como: homofermentativas que son las responsables de la producción únicamente de ácido láctico; y, heterofermentativas que además de ácido láctico producen ácido acético, alcohol y CO₂. Entre las bacterias homofermentativas se encuentran *Streptococcus crémoris*, *Streptococcus lactis*, *Streptococcus diacetylactis*, *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*. Mientras tanto, los géneros *Lactobacillus* y *Leuconostoc* pertenecen aquellos organismos heterofermentativos.

Generalmente los *Streptococcus* pueden producir de 0,8 a 1% de ácido láctico y los *Lactobacillus*, de 1,5 a 2%. La diferencia entre los dos tipos de microorganismos es la resistencia al medio ácido.

De acuerdo a lo expuesto, las bacterias lácticas producen relativamente poca cantidad de ácido láctico si tomamos en cuenta la cantidad de lactosa presente en la leche (4 a 5%). Los *Streptococcus* mesófilos producen un 0,42%, los *Lactobacillus helveticus* con un 2 a 2,5%. La producción de ácido láctico se detiene por auto inhibición de los microorganismos debido a la acidez alcanzada. (Cogan, citado por Luquet F. y col 1991).

2.4.2 Marco conceptual de la Variable Dependiente

La Leche

La importancia de la leche radica en su variada y compleja composición. Pues en ella encontramos la mayoría de los elementos necesarios para el organismo. Además, la leche, posee componentes únicos que la hacen imprescindible para una correcta nutrición.

La leche se compone de proteínas, hidratos de carbono, grasas, vitaminas y minerales:

- Proteínas: son las encargadas de formar la estructura de nuestro cuerpo. Las albúminas, globulina (muy importante para los recién nacidos) y caseína. Esta última es una proteína exclusiva de la leche que contiene todos los aminoácidos esenciales que necesitamos.
- Hidratos de carbono: son grandes fuentes naturales de energía. La lactosa, compuesta por glucosa y galactosa. Su poder edulcorante es muy bajo, lo que retrasa la sensación de cansancio.
- Grasas: Son sustancias de reserva energética que aportan energía y vitaminas. encontramos sobre todo vitamina B2, B12 y A. Que son vitaminas hidrosolubles y liposolubles, es decir, de fácil absorción para nuestro cuerpo.
- Minerales: al igual que las vitaminas, los minerales, ayudan a que nuestros órganos funcionen correctamente. La leche es rica en calcio y fósforo. Componentes fundamentales para el desarrollo de los niños y la salud de los adultos.

A continuación se mostrará un cuadro en el que se observa los componentes de la leche y su proporción:

Tabla No. 1: Especificaciones del INEN para la leche Cruda

REQUISITOS	UNIDAD	Mínimo	Máximo	Método de ensayo
Densidad relativa a 15 °C	-	1.029	1.033	INEN 11
Contenido de grasa	%	3.2	-	INEN 12
Acidez titulable	%	0.14	0.17	INEN 13
Sólidos totales	%	11.4	-	INEN 14
Cenizas	%	0.65	0.80	INEN 14
Proteínas	%	3.2	-	INEN 16
Punto de congelación	°C	-0.575	-0.530	INEN 15
Ensayo de reductasas	h	2	-	INEN 18
Lectura refractométrica a 20 °C	° Zeiss	37.5	39	INEN 91
Impurezas macroscópicas	Grado	-	2	INEN 1552

Fuente: www.inen.com

La leche (ALBANO B. 2006), es una secreción nutritiva de color blanquecino opaco producida por las glándulas mamarias de las hembras (a veces también por los machos) de los mamíferos (incluidos los monotremas). Esta capacidad es una de las características que definen a los mamíferos.

La leche es la base de numerosos productos lácteos, como la mantequilla, el queso, el yogur, entre otros. Es muy frecuente el empleo de los derivados de la leche en las industrias agroalimentarias, químicas y farmacéuticas en productos como la leche condensada, leche en polvo, caseína o lactosa.

La leche se utiliza también en la alimentación animal. Está compuesta principalmente por agua, iones (sal, minerales y calcio), hidratos de carbono (lactosa), materia grasa y proteínas.

Proteína: Entre el 3 y el 3,2% de la leche de vaca, está formado por proteínas.

Estas proteínas se distribuyen en seroproteínas o proteínas solubles, caseínas y otras sustancias nitrogenadas de naturaleza no protéica. Antiguamente se seguía una metodología de agrupación de las proteínas de la leche en albúminas, globulinas y caseína.

Actualmente, la clasificación de las proteínas de la leche, teniendo en cuenta las principales, es tal y como se describe en la siguiente tabla de proteínas:

Tabla No. 2: Datos de la composición de las proteínas de la leche

Porcentaje de proteína en la leche	g/kg proteína	p/p
Caseína		
Alfa-s1-caseína	10,0	30,6
Alfa-s2-caseína	2,6	8
Beta-Caseína	10,1	30,8
Gamma-Caseína	3,3	10,1
Caseína total	26,0	79,5
Proteínas del suero de la leche		
Beta-lactoalbúmina	1,2	3,7
Beta-lactoglobulina	3,2	9,8
Albúminas del suero de leche	0,4	1,2
Inmunoglobulinas	0,7	2,1
Misceláneos	0,8	2,4
Proteínas totales del suero de la leche	6,3	19,3
Proteínas de las membranas de los glóbulos grasos	0,4	1,2
Proteínas total	32,7	100

Fuente: <http://alimentosproteinas.com/leche>

Caseína: La leche contiene vitaminas (principalmente tiamina, riboflavina, ácido pantotéico y vitaminas A, D y K), minerales (calcio, potasio, sodio, fósforo y metales en pequeñas cantidades), proteínas (incluyendo todos los aminoácidos esenciales), carbohidratos (lactosa) y lípidos. Los únicos elementos importantes de los que carece la leche son el hierro y la vitamina C. En cuanto a las proteínas, éstas se pueden clasificar de manera general en proteínas globulares y fibrosas. Particularmente en la leche hay tres clases de proteínas: caseína, lactoalbúminas y lacto globulinas.

La caseína es una proteína de la leche del tipo fosfoproteína que se separa de la leche por acidificación y forma una masa blanca. Las fosfoproteínas son un grupo de proteínas que están químicamente unidas a una sustancia que contiene ácido fosfórico, por lo tanto su molécula contiene un elemento fósforo. La caseína representa cerca del 77 al 82 por ciento de las proteínas presentes en la leche y el 2.7 por ciento en la composición de la leche líquida.

Cuando coagula con renina, es llamada paracaseína, y cuando coagula a través de la reducción del pH es llamada caseína ácida. Cuando no está coagulada se le llama caseinógeno.

La caseína es un sólido blanco-amarillento, sin sabor ni olor, insoluble en agua. Se dispersa bien en un medio alcalino, como una solución acuosa de hidróxido de sodio: NaOH, formando caseinatos de sodio.

La caseína se obtiene coagulando leche descremada con ácido clorhídrico diluido, así se imita la acidificación espontánea. Los coágulos se decantan, se lavan con agua, se desecan y finalmente se muelen. Dentro de las principales aplicaciones que tiene la caseína, se encuentran:

Aplicaciones de la caseína

La caseína generalmente se emplea en la industria para la fabricación de pinturas especiales y en la preparación de tejidos, clarificación de vino, elaboración de preparados farmacéuticos, la fabricación de plásticos (botonería, peines y mangos de utensilios), pinturas, la cual ha sido usada desde la antigüedad por los egipcios, pegamento en relojería, carpintería (recomendadas para maderas terciadas), papel, vidrio, porcelana.

La caseína industrial se vende en grano, fino o grueso. La “harina de caseína”, está finamente molida.

La Lactosa

La lactosa es un disacárido que se encuentra en la leche de los mamíferos; es el compuesto preponderante del extracto seco total. La lactosa está constituida por una α o β glucosa unida a una p-

galactosidasa, lo que da lugar a la presencia de dos lactosas. Luquet y col. (1991).



Glúcidos de la leche

El glúcido más importante de la leche de casi todas las especies constituye la lactosa. De hecho es propio de la leche, sin embargo se ha encontrado en otros lugares como en las frutas de la familia Sapotaceae. (Walstra y Jenness, 1984).

La cantidad de lactosa presente en la leche varía desde cero, en la leche de algunas focas, hasta aproximadamente 100 gr/lt. en la de ciertos primates (animales). En la leche de vaca la mayoría de autores coinciden en una concentración bien constante de 45 a 50 gr/lt.

En el Cuadro 2, se detalla la composición de los glúcidos de leches mayormente consumidas por el hombre.

Cuadro No2. Composición de los glúcidos de las leches de mujer y de vaca.

Glúcidos en g/lt	Leche de mujer		Leche de vaca	
	Calostro	Leche	Calostro	Leche
Lactosa	32	60 - 65	28	50
Polisólidos				
• Neutros con Nitrógeno	32	10 - 12	5 - 6	1
• Ácidos		</1		< 0,5

Fuente: Luquet y col. (1991)

Desde el punto de vista químico, Alais Ch. (1985), clasifica a los glúcidos de la siguiente forma:

- Glúcidos neutros. Lactosa y poliósidos que contienen lactosa y fructosa; pueden encontrarse libres o combinados.
- Glúcidos nitrogenados. Glucosemia N-acetilada y galactosemia N-acetilada; se encuentran siempre ligados a glúcidos neutros.
- Glúcidos ácidos. Ácidos siálicos; ligados siempre a glúcidos neutros o nitrogenados.

Luquet y col. (1991), resumen la presencia de los principales glúcidos de la leche de vaca y clasifican atendiendo a la polaridad eléctrica:

- Glúcidos neutros, lactosa (compuesto mayoritario), glucosa (70 mg/lit.) y galactosa (20 mg/lit.)
- Glúcidos con nitrógeno: N-acetilglucosamina (trazas), N-acetilgalactosamina (trazas).
- Glúcidos ácidos con nitrógeno: ácido N-acetilneuramínico o ácido siálico (trazas)

La cantidad de glúcidos depende de la salud de la ubre y la raza del animal productor. Sharma y Misra, (citado por Alais, 1985) se refieren a la variación de glúcidos en la leche; aumentan ligeramente por sobrealimentación de hidratos de carbono, especialmente los solubles o disminuye por mastitis en la ubre; por otra parte Luquet y col (1991) reportan que la tasa de glúcidos varía en función del estado de lactación. En las vacas la cantidad de lactosa varía de 28 gr/lit en el calostro y 50 gr/lit en la leche.

Estructura física

La lactosa es un disacárido que consiste de galactosa y glucosa unidos por un enlace beta-1,4. El sistema enzimático (UDP-galactosil

transferasa y Vlactalbúmina) requerido para formar este enlazamiento es único de las ubres de los mamíferos.

La fórmula empírica de la lactosa es: $C_{12}H_{22}O_{11}$ de peso molecular 342. Para los compuestos cuya estructura tiene más de un carbono asimétrico, el prefijo D o L.

Existen dos formas isoméricas de la lactosa: α y β que según Alais Ch. (1985) se diferencian únicamente en la posición del -OH en el carbono "x" de la glucosa (Fig 1) La estructura hemiacetal da lugar al equilibrio entre los dos isómeros α y β que difieren en la configuración estérica del -OH y -H del C-1.

Durante la síntesis de la lactosa, Luquet y col. (1991) manifiestan, el isómero β de la galactosa se une por un carbono-1 anomérico al carbono-4 de la glucosa, con lo que el carbono-1 de la [3- galactosa pierde su poder rotatorio. Por otra parte persiste la función hemiacetálica del carbono-1 anomérico de la glucosa, razón a lo cual existen los dos isómeros α y β para la lactosa.

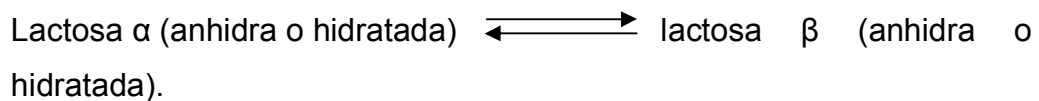
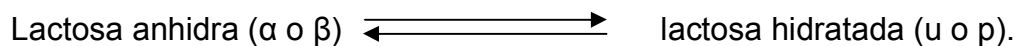
Fórmulas químicas

Existen dos formas químicas de la lactosa, la forma alfa monohidratada y la beta anhidra. La lactosa comercial frecuentemente es una mezcla de una parte de alfa y dos partes de beta. También existe la lactosa glass que es una solución superenfriada y supersaturada de lactosa, Warner. (1991)

Luquet y col, (1991), obtuvieron a más de los isómeros α y la formación de distintos tipos de lactosa en función de la temperatura de cristalización:

- α -Lactosa monohidratada: $C^H^O_n-b^O$ se forma al cristalizar a temperatura de $93.5^\circ C$.
- α -Lactosa anhidra: $C^H^O_n$, no se forma de manera natural, pero puede prepararse a partir de la α -lactosa hidratada por deshidratación a vacío a temperatura de 65 y $94^\circ C$.
- Lactosa hidratada: no se forma de manera natural
- Lactosa amorfa: por secado rápido a alta temperatura de una solución de lactosa se forma polvo constituido por una mezcla desordenada de α y β -lactosa, anhidra pero microscópica.

En lo referente al equilibrio de las formas de lactosas en solución. Alais Ch. manifiesta que varían según las condiciones físicas y probablemente existe un doble equilibrio, así.



La lactosa hidratada lleva una molécula de agua que según Goded y Mur (1996) no pierde hasta los $120^\circ C$. La lactosa anhidra tiene un peso molecular 342 y la hidratada 360 , entonces la relación de una a otra es $0,95$, así:

$$360 \cdot 0,95 = 342 \text{ (anhidro)}$$

$$342 / 0,95 = 360 \text{ (hidratada)}$$

Propiedades físicas

La lactosa contribuye al peso específico, al punto de congelación, al punto de ebullición y a la presión osmótica, pero no en forma directa al pH de la leche (Warner 1980).

Luquet y col. (1991) destacan que la α lactosa hidratada contiene un 5% de agua, que es 7 veces menos soluble que la β lactosa anhidra; y por el contrario su poder rotatorio es más alto. Los mismos autores manifiestan que debido a la baja solubilidad de la α lactosa monohidratada, es posible aislarla por cristalización a partir de las soluciones concentradas y saturadas de isómeros α y β .

Alais Ch. (1985) afirma que los isómeros no se distinguen sino solo por sus propiedades físicas.

CUADRO 3. Propiedades Físicas de la Lactosa

Características	Isómeros de la lactosa	
	α , H ₂ O	β *
Poder rotatorio	+89	+35
Temperatura de fusión	202°	252°
Concentración de equilibrio a 15°	38%	62%
Cristalización de las soluciones saturadas		
Por encima de 94°	-	β -anhidra
Por debajo de 94°	α -hidratada	-
Solubilidad inicial a 15° (g/100g de agua)	7	50
Solubilidad inicial a 100° (g/100g de agua)	70	95

Fuente: Alais Ch.(1985)

Propiedades químicas

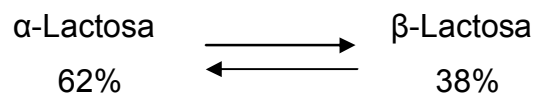
Solubilidad

Vásconez, C. (1996), manifiesta que es importante determinar la solubilidad porque permite conocer las relaciones soluto-solvente con el objeto de poder aplicar procesos precisos para aislar o purificar cualquier especie química, carácter de importancia industrial.

De hecho, cuando se disuelve lactosa en agua, a una temperatura determinada se aprecia que se disuelve rápidamente una cierta cantidad que, según Spreer (1990), corresponde a la forma α y si se

agita esta solución durante 24 horas se observa que se disuelve una nueva cantidad. En efecto, una fracción de lactosa α se ha transformado en lactosa β más soluble. El mismo autor resume que la solubilidad se obtiene cuando la solución está saturada (15°C) de lactosa.

Se ha demostrado que la lactosa es un azúcar relativamente poco soluble y es dependiente de la temperatura, además; alcanza su equilibrio máximo cuando se ha obtenido 62% de lactosa α y 38% de β .



Luquet, F. y col. (1991) manifiestan que éste azúcar es 10 veces menos solución que la sacarosa y la capacidad de disolución de la α -lactosa monohidratada aumentan con el tiempo debido a que el fenómeno de mutarrotación hace que aparezca la β lactosa, que es 7 veces más soluble. La solubilidad inicial de la lactosa ordinaria a 15°C (7,3 g/100 ml de agua), se eleva, tras agitación hasta 17 g. (Alais, 1985).

Según, Kessler citado por Luquet, F. y col. (1991) la solubilidad de la lactosa en función de la temperatura varía notablemente.

- A 15 °C la solubilidad inicial es: 7.3 g. de α -lactosa, por 100 g. de agua
- A 15°C, después de 24 horas, la solubilidad es: 17 g. de mezcla de α y β en 100 g. de agua.
- A 25°C, después de 24 horas, la solubilidad final es: 22 g. de mezcla de α y β en 100 g. de agua.

Sabor dulce

La lactosa no sabe tan dulce como otros azúcares corrientes: sacarosa, glucosa y fructosa. La β -lactosa es más dulce que la α -lactosa, pero tal diferencia no parece tener importancia ya que al equilibrarse los anómeros se elimina rápidamente de las soluciones preparadas.

Luquet. F. y col. (1991), en cuanto al dulzor expresa que la lactosa tiene un poder edulcorante bajo. Una forma de composición, se puede indicar que la lactosa tiene un índice de 17, glucosa 75, sacarosa 100 y la fructosa 170. Fennema (1982) coincide en que este azúcar posee un poder edulcorante de seis veces menor que el azúcar ordinario (sacarosa), lo que considera adecuado para reforzar las dietas lácteas.

Intolerancia

La intolerancia a la lactosa se define por sus efectos clínicos, a saber, dolores abdominales, diarrea, flatulencia y otros. Según, Nijpels H.H. (citado por Birch, 1981), la ingestión oral de 50 g de lactosa en agua después de un ayuno nocturno hecho por una persona con mal-absorción de lactosa es suficiente para que ocurran dichos efectos.

Estos síntomas reflejan la presencia del azúcar lactosa en el intestino grueso y su fermentación por las bacterias colónicas. Las bacterias colónicas son aquellas que se encuentran en el colon de las personas y animales lactantes.

Scrimshaw citado por Suárez D. y col. (1988) en su tratado, Dieta, Genética e Intolerancia a la lactosa describen, entre los factores que pueden afectar la capacidad de un sujeto para ser intolerantes a la lactosa incluyen: La actividad de la lactasa, el tiempo de tránsito

gastrointestinal, la carga de lactasa y la fermentación colónica. La enzima lactasa parece ser la responsable principal.

La actividad de la lactasa es alta en todos los infantes, sin embargo, después de los 3 a 5 años de edad, la mayoría de la población mundial experimenta una pérdida de 90 a 95 % de actividad de la lactasa intestinal.

El patrón normal de pérdida de la actividad de la lactasa intestinal es transmitido por un gen recesivo y no debe ser considerada una enfermedad, sino más bien el patrón común en la fisiología humana. (Suárez D. y col. 1988)

Por su parte, Tamime y Robinson. (1991) comentan que la mayoría de los niños recién nacidos son capaces de secretar la enzima lactasa por lo que la lactosa presente en la leche es hidrolizada fácilmente en glucosa y galactosa los cuales son fermentados sin causar efectos adversos.

Estas consideraciones son afectadas mayormente a las poblaciones donde la domesticación de animales productores de leche ha sido escaso o ninguno, especialmente las personas de raza de color.

La deficiencia de la lactasa intestinal, según Walstra y Jenness, (1991) se debe a la gastroenteritis ya que los microorganismos que atacan a la porción pilosa de la membrana del intestino delgado pueden modificarlo alterando así su actividad lactásica.

Otro de los factores de deficiencia, el mismo autor considera a los factores genéticos, la incidencia de la intolerancia a la lactosa varía mucho en los distintos grupos étnicos.

Los descendientes de aquellos grupos cuyos adultos han consumido leche durante generaciones tienen una incidencia mucho menor que los que proceden de sociedades o grupos que toman leche diariamente. Según parece, esta deficiencia es rara entre los caucásicos la mayoría de los cuales han sido criados con leche de vaca durante generaciones. (Fennema O.R., 1982).

El Yogurt

Según la Enciclopedia Microsoft® Encarta® 98 (1997), yogurt es el producto lácteo fermentado, semilíquido, considerado un alimento saludable que se elabora con leche entera o descremada, cocida y concentrada por evaporación. La fermentación se consigue añadiendo a ésta cultivos de dos

bacterias, *Lactobacillus acidophilus* y *Streptococcus thermophilus*.

Osborne, D. (1978), indica que la composición química de los alimentos es la mejor indicación de su potencial valor nutritivo, si se aceptan los valores como representativos resulta que el yogurt puede suponer una importante contribución en cualquier dieta.

No obstante, debe aceptarse que los valores de composición química solo son una parte de la historia y que, dejando a un lado las casi mágicas propiedades atribuidas al yogurt, algunos aspectos de los efectos del yogurt en el organismo humano no se pueden deducir de un análisis químico, (Tamine y Robinson, 1991).

El yogurt representa una fuente de energía importante en la dieta, si se considera que el yogurt natural contiene alrededor de 6,4 g de sacarosa por 100 g de carbohidratos y los yogurts de frutas presentan hasta 18 - 20 g de sacarosa por cada 100 g de carbohidratos, además de otros carbohidratos asimilables (Tamine y Robinson, 1991).

CUADRO 4. Composición química de la leche y yogurt.

Compuesto (Unidades/100g)	Leche		Yogurt		
	Entera	Desnatada	Entero	Desnatado	De frutas
Calorías	67,50	36,00	72,00	64,00	98,00
Proteínas (g)	3,00	3,30	13,60	4,50	5,00
Grasa (g)	4,25	0,13	30,90	1,60	1,25
Carbohidratos (g)	4,75	5,10	19,60	6,50	18,60
Calcio (mg)	119,00	121,00	145,00	150,00	176,00
Fósforo (mg)	94,00	95,00	114,00	118,00	153,00
Sodio (mg)	50,00	52,00	47,00	51,00	-
Potasio (mg)	152,00	145,00	186,00	192,00	254,00

Fuente: Tamine. (1991)

En cuanto al yogurt como medicamento, Foster, señala que médicos antiguos recetaban para el tratamiento de: disentería, tuberculosis, hígado, intestino y otros. Los médicos de hoy en día incluyen al yogurt en la dieta de algunas personas afligidas de estreñimiento, diarrea, gastritis, y además para repoblar la flora intestinal.

Comercialmente, el yogurt ha adquirido una importancia relativamente grande gracias a la aceptación del consumidor debido a la introducción de sabores naturales o artificiales de frutos. Las estadísticas en Europa y en otras regiones reflejan un aumento en la producción de 20 a 25% anual desde que empezó a fabricar yogurt con sabor a frutas como naranja, limón, cereza, mora, entre otras.

El Ecuador posee gran variedad de frutas tropicales y de clima templado, lo que hace un país adecuado para fabricar yogurt con amplia gama de sabores satisfaciendo las diversas necesidades del consumidor.

Selección de la materia prima para elaboración de yogurt

La selección de leches para la elaboración de yogurt debe ser cuidadosa ya que en función del tipo de leche utilizado, se pueden presentar variaciones en la calidad del yogurt. Por ejemplo, las leches con un elevado contenido en grasa (provenientes de oveja búfala) dan lugar a un yogurt muy rico y cremoso con un excelente grupo lactosa es vital ya que sirve como fuente de energía para los microorganismos indicadores del yogurt. Por otro lado, la leche puede contener células o leucocitos procedentes de la célula mamaria y, en algunos casos debido a la falta de cuidado durante la obtención de las leches, esta queda expuesta a una ulterior contaminación por paja, hojas, pelos, semillas y excrementos.

Los requerimientos empleados en la selección de leches incluyen:

Leche

Provenir de vacas sanas, libres de mastitis (sabor salado) y leches que estén fuera del periodo calostrual.

Estar libre de antibióticos (penicilina) y desinfectantes.

Tener bajo recuento bacterial (porcentaje negativo de coliformes, patógenos, hongos).

Poseer poca actividad lipolítica (mínima hidrólisis de grasa para evitar la rancidez).

Ser concentrado en sólidos totales (17 a 18%).

No poseer acidez mayor a 18°Th.

Consistencia

Las proteínas desempeñan un importante papel en la formación del coágulo y por tanto la consistencia y viscosidad del producto es directamente proporcional a la concentración de la proteína presente.

Entre las ventajas que se consigue concentrando los sólidos, especialmente las proteínas se tiene:

- Mejora el sabor y enmascara la percepción de la acidez.
- Mejora la consistencia y la viscosidad.
- Previene la separación del suero. (Almanza y Barrera, 1991).

Tratamiento térmico

El tratamiento térmico ha sido utilizado en el proceso de elaboración de yogurt como un método para conseguir incrementar la concentración del extracto seco lácteo. Los efectos del tratamiento térmico se puede resumir en los siguientes:

Destrucción y/o eliminación de la flora contaminante especialmente microorganismos patógenos.

Liberación de sustancias indeseables que afectan el crecimiento de los microorganismos iniciadores del yogurt.

Cambios en las propiedades físico-químicas de los componentes de la leche especialmente proteína.

Para el proceso de elaboración de yogurt la leche se calienta a diferentes temperaturas. La selección de una determinada temperatura y tiempo son considerados para cada planta, pero, la mayoría de autores consultados coinciden que se debe tratar la leche a 85°C por un lapso de 20 a 30 minutos.

Homogenización

La homogenización (55 a 60°C) es el proceso por el cual se subdividen los glóbulos grasos de la leche haciendo que las micelas de caseína se rompan y se sitúen en la superficie del glóbulo graso consiguiendo aparecer y actuar como una micela de caseína, lo cual aumenta su capacidad de ligado de agua mejorando la consistencia del producto. Este tratamiento persigue:

Evitar la formación de grumos de glóbulos grasos y la tendencia de la grasa a acumularse en la superficie.

Disminuye la aglutinación y la fuerza ascensional efectiva debido a la absorción de micelas y submicelas de caseína (Tamine, 1991).

Proceso de elaboración

Los procedimientos para la fabricación industrial del yogurt varían considerablemente en cuanto a ciertos detalles, pero el proceso fundamental es esencialmente el mismo en todas las industrias elaboradoras de productos lácteos.

Se concentra la leche con el fin de aumentar su extracto seco en un 2 a 2,5%, con lo cual el yogurt final tendrá la consistencia debida. También está permitido la adición de leche en polvo a la leche normal, evitando así el proceso de concentración. La leche utilizada debe haber pasado por una centrifuga para su higienización y normalización.

Se pasteuriza la leche ya preparada, a una temperatura alta (90 a 92°C) por 4 o 5 minutos. Para este tipo de yogurt se trató a una temperatura de 76 a 80°C por el lapso de 15 minutos por la utilización de la enzima Lactasa consiguiendo un producto de coágulo firme. A la

vez que se realiza la pasteurización y cuando la temperatura alcanza los 60 a 65°C se recomienda desairar de igual forma que en la homogenización, para dividir finalmente los glóbulos de la grasa, lo que otorga mayor brillo y viscosidad al yogur.

La leche así preparada es enfriada e incubada con el cultivo iniciador en proporción de 1,5 a 3% a la temperatura de 40 a 45°C con ligera agitación, de donde pasa a su envasado en tarrinas individuales.

Durante tres o cuatro horas se mantiene los envases en cámaras a 45°C para que se desarrollen los cultivos lácticos los cuales degradan la lactosa para producir el ácido láctico y por ende la formación del coágulo del yogurt. Se debe resaltar que la lactosa no es completamente utilizada por los microorganismos del yogurt debido al efecto adverso de un incremento en la acidez (0,7 a 1% en ácido láctico) sobre los microorganismos iniciadores.

Una vez alcanzado el punto justo (pH inferior a 4,6) en las mismas cámaras los yogurts se enfrían a 4°C, llevando a cámaras frigoríficas donde se mantienen a temperaturas comprendidas entre 1 y 10°C.

Como variante esta la fabricación de yogurts aromatizados, azucarados, en este caso antes del llenado en tarrinas, además de los cultivos lácticos, se pueden añadir también los aromas necesarios permitidos y el azúcar. Una variante en la elaboración del yogurt son los llamados, yogurt-batidos, que contienen frutas, azúcar y otros productos alimenticios. Últimamente se ha popularizado un tipo de yogurt que se toma como bebida y que tiene una estructura prácticamente líquida.

Cultivos iniciadores para yogurt

Los cultivos iniciadores para la fabricación de yogurt *contienen Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*. Pette (1950) citado por Alvarez, F. (1989) demostró que estas dos bacterias crecen en simbiosis, es decir, tanto el uno como el otro desarrollan productos secundarios durante la fermentación para su crecimiento. Por ejemplo algunos aminoácidos de la caseína, especialmente la valina que es producida por los *Lactobacillus* tiene un efecto estimulante sobre los *Streptococcus*, al mismo tiempo un estimulante para los *Lactobacillus* (ácido fórmico) es producido por los *Streptococcus*.

Lactobacillus bulgaricus

Es una especie bacteriana inmóvil que adapta la forma de bastoncitos delgados formando cadenas más o menos largas, generalmente crecen a temperaturas de 22 a 50°C, su óptimo desarrollo se obtiene a 45 a 50°C a un pH de 6,0. Se lo puede encontrar en la leche y en los productos lácteos almacenados a temperaturas elevadas, tiene importancia no solo en la elaboración de yogurt sino también en la manufactura industrial del ácido láctico.

Los *Lactobacillus* liberan glicina, histidina, colina, valina y otros de las proteínas de la leche, pero, la continua liberación de estos aminoácidos y la disminución del pH afectan adversamente a los *Streptococcus* por consiguiente la acidez alcanzada en la primera etapa de la fermentación se debe a los *Streptococcus*, pero el desarrollo final de acidez se debe a los *Lactobacillus*.

Por otra parte, el sabor especial del yogurt proviene de un compuesto orgánico, el acetaldehído (CH₃ CHO) que posee un fuerte y agradable olor. Pero durante el periodo de maduración (tiempo en el que el

producto permanece en refrigeración) éste olor se disipa un poco por la presencia de pequeñas cantidades de dióxido de carbono, ácido acético, acetona y otros compuestos de aroma (Hernández, 1982).

Concentraciones bajas de antibióticos (penicilina 0,1 y 0,2j.ig/ml) afectan el desarrollo del *Lactobacillus*, con un nivel de 0,3j.ig/ml puede detener por completo la fermentación láctica.

Streptococcus thermophilus

Es una bacteria que se presenta en forma de coco esférico u ovoide, gram (+), es inmóvil, frecuentemente bicelular y agrupándose en largas cadenas, su temperatura de crecimiento varía de 20 a 50°C. Su temperatura óptima es de 40 a 45°C y un pH de 6,8. Coagula la leche en un periodo de 6 a 8 horas desarrollando una acidez máxima de 1% de ácido láctico.

Este microorganismo se halla en la ubre sana, en los equipos de ordeño, en los recipientes de leche y en la leche misma, se aísla con relativa facilidad mediante la pasteurización, se inhibe con 0,1jag/ml de penicilina. Además, crea el pH ácido necesario de las condiciones anaerobias precisas para el crecimiento de los *Lactobacillus* mediante la ligera acidificación de la leche y el consumo de oxígeno.

La actividad de los *Streptococcus*, puede ser detenida por la presencia de mucho ácido y se paralizará completamente cuando el pH se acerque a 4,2. Por su parte los *Lactobacillus* soportan pH más bajo, lo que supone su continua multiplicación.

El efecto más destacado de esta bacteria es que, comienza la acidificación de la leche previniendo así el desarrollo de otras bacterias no lácticas. Sin embargo, pueden tener alguna influencia sobre la

consistencia del yogur en el sentido de reducir la viscosidad, (Hernández y Asenjo, 1982).

Preparación del cultivo iniciador

Las cepas de *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus* se obtiene en sobres los cuales son cepas liofilizadas que contienen cantidades iguales de ambos elementos y existen casas especializadas que los suministran a los fabricantes de yogurt. Para nuestro estudio se utilizó una cepa BIOFERMENT del laboratorio BIONIC Biotechnologisches (Alemania).

La diferencia entre el yogurt y la cuajada, es que la cuajada es solo leche cuajada y el yogurt es leche cuajada y fermentada.

El yogurt es muy digestivo, recomendable en trastornos por bacterias de putrefacción, que no podrán desarrollarse al pH producido por los microorganismos del yogurt.

El yogurt (VARNAM, 1994), es un producto lácteo obtenido mediante la fermentación bacteriana de la leche. Si bien se puede emplear cualquier tipo de leche, la producción actual usa predominantemente leche.

La fermentación de la lactosa (el azúcar de la leche) en ácido láctico es lo que da al yogurt su textura y sabor tan distintivo. A menudo se le añade fruta, vainilla, chocolate y otros saborizantes, pero también puede elaborarse sin añadirlos; en algunos países se conoce al de sabor natural como Kumis.

El yogurt deslactosado por vía enzimática, además de los beneficios que otorga el producto fermentado como tal, permitirá adicionalmente a

las personas intolerantes a la lactosa, a reducir los problemas o trastornos intestinales como son diarrea y flatulencias.

Así también al aprovechar los azúcares resultantes de la hidrólisis, no solo se reflejará en un mejor aprovechamiento de la energía, sino que dada su función de acarreadores, permitirá una mejor absorción de vitaminas y minerales, especialmente el Calcio, evitando con esto problemas de descalcificación, particularmente importante en personas adultas.

Análisis Sensorial

Para realizar el análisis sensorial se estiman los atributos:

Textura, dulzor y color, mientras que la Aceptabilidad (Grado de satisfacción) se evalúa mediante las características: Color, Olor, Sabor, Acidez, Textura y Aspecto en general. (Anexo E)

El análisis estadístico utilizado para el análisis sensorial es un diseño de doble criterio de clasificación (bloques). Este diseño tiene por objetivo aislar el factor extraño que ejerce influencia sobre las observaciones, en este caso, dicho efecto lo constituye la subjetividad de cada juez en las pruebas sensoriales. Saltos, H. (1993).

Posterior a realizar el análisis de varianza respectivo, se determina si existe diferencia estadística significativa, de ser así, los promedios serán evaluados mediante una prueba de Tukey.

Análisis Económico

Un análisis económico permite estimar y conocer la rentabilidad del producto elaborado con la aplicación tecnológica apropiada. Para ello se realiza un balance de costos en sinergia con un balance de materiales que da como resultado el precio al cual el producto será expuesto al mercado (PVP) tomando en cuenta los principales rubros que representa obtener el tipo de yogurt, otros indicadores como; punto de equilibrio, que ayuda a conocer el valor en porcentaje (%) cuando una empresa no pierde ni gana financieramente hablando; ROI, retorno sobre la inversión por sus siglas en inglés.

Mejor Tratamiento

Se determina mediante un análisis de los resultados de las cataciones utilizando una escala hedónica en las hojas de cata.

Se evalúan los atributos ya antes mencionados como los son: color, olor, sabor, acidez, textura y aceptabilidad de las diferentes presentaciones del yogurt deslactosado.

2.5 HIPÓTESIS

Hipótesis Nula

La utilización de la enzima lactasa no incide en la elaboración de yogurt deslactosado, a base de leche de vaca.

Hipótesis Alternativa

La utilización de la enzima lactasa incide en la elaboración de yogurt deslactosado, a base de leche de vaca.

2.6 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES

2.6.1 Variable Independiente:

Cantidad de enzima HA lactasa 5200

2.6.2. Variable Dependiente:

Tipo de Fermento a utilizarse (SACCO y Hansen YC-180)

2.7 Diagrama de flujo de la Elaboración del yogurt deslactosado

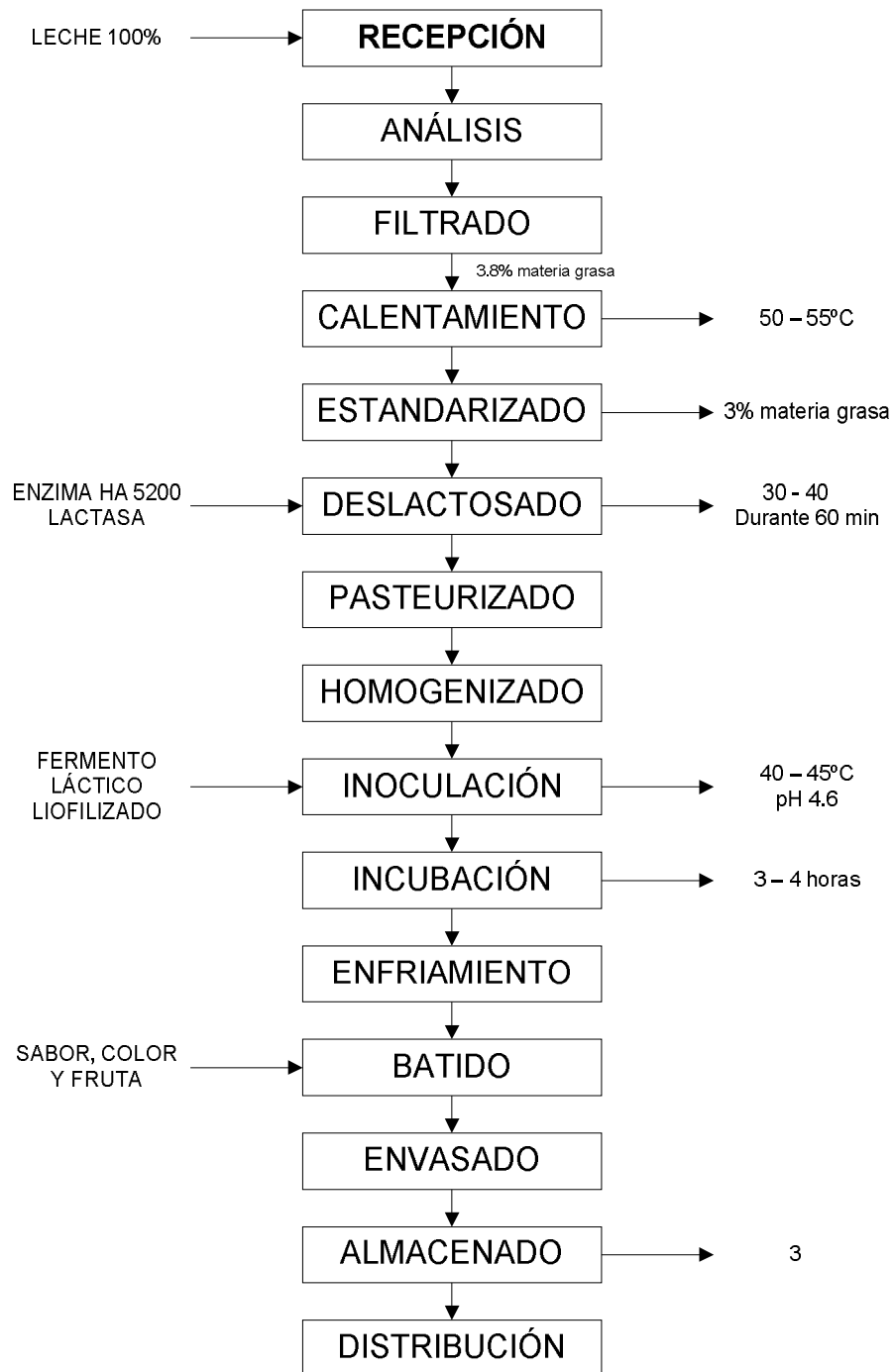


Gráfico No. 3: Diagrama de flujo del proceso

Elaborado por: Luis Ávalos Velarde

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE YOGURT DESLACTOSADO

RECEPCIÓN: La leche se recibe en envases limpios y desinfectados con agua potable a la que se ha añadido 5 gotas de detergente industrial usp por litro.

ANÁLISIS: Los controles de calidad se realizan con análisis físico químicos y biológicos.

- La calidad del yogurt depende de la calidad de la materia prima, de las técnicas de elaboración empleadas y sobre todo de la higiene personal y de los utensilios utilizados.
- La leche es un alimento muy perecible y se contamina fácilmente, por ello es necesario que el ordeño y el manejo de los productos lácteos sea muy cuidadoso e higiénico. La leche debe proceder de vacas sanas y libres de enfermedades infecto-contagiosas.
- Se realiza los siguientes análisis de andén: acidez, densidad, pruebas organolépticas.

FILTRADO: La leche se filtra utilizando un lienzo o tamiz de acero inoxidable limpio y desinfectado, con el fin de eliminar partículas (macromoléculas) extrañas procedentes del ordeño.

CALENTAMIENTO: Se procede a subir la temperatura de la leche de 50 - 55 °C para posteriormente hacer el proceso de estandarización.

ESTANDARIZADO: Esta operación consiste en conferir a la leche la el porcentaje apropiado de grasa para el yogurt tipo 1 que se estandariza al 3% de materia grasa en leche.

DESLACTOSADO: Se aplican las enzimas lactasas para realizar la hidrólisis de la lactosa, a una temperatura que se encuentra entre 30 y 40°C por una hora (60 min), evitando que se contamine la leche y durante el tiempo recomendado

PASTEURIZACIÓN: Utilizando una marmita, la leche se calienta hasta una temperatura de 80°C durante 20 minutos. Es recomendable que la leche se mantenga a esta temperatura en forma constante, porque temperaturas mayores desnaturalizan las proteínas y bajan la calidad del producto terminado y temperaturas menores no eliminan la carga bacteriana y el producto se deteriora por contaminación.

HOMOGENIZACIÓN: El proceso de homogenización se da a 1500rpm evitando así la formación de macro moléculas y líneas de grasa.

INOCULACIÓN: Consiste en incorporar a la leche el cultivo activado de yogurt en la proporción de 0.03 gramos por litro de leche luego se bate suavemente hasta obtener una mezcla homogénea.

INCUBACIÓN: Esta operación consiste en mantener la mezcla anterior a una temperatura promedio de 40 a 45 °C. Durante 3 - 4 horas. Hasta alcanzar un pH de 4.6 Transcurrido este tiempo se observa la coagulación del producto adquiriendo la consistencia de flan.

ENFRIAMIENTO: El producto debe enfriarse hasta una temperatura de 3°C.

BATIDO: Procedemos a batir, saborizar, adicionar pulpa de fruta, y sus respectivos colorantes por sabor de fruta para luego envasarlo.

ENVASADO: Se envasa en recipientes de polietileno de baja densidad transparentes y etiquetados **CONSERVACIÓN:** El yogurt envasado debe

conservarse a temperatura máxima de refrigeración de 4°C. En estas condiciones pueden durar hasta 21 días sin alteraciones significativas.

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 ENFOQUE

El presente trabajo de investigación constituye un enfoque cuantitativo, ya que se propone el uso de herramientas de análisis sensorial que permitirá evaluar los diferentes atributos psico-sensoriales, una vez que se obtengan los resultados que se procesarán en un programa de análisis estadístico, InfoStat el cual nos permite utilizar datos complejos, ofrece gráficos que facilitan la interpretación de los resultados y la selección del mejor tratamiento, logrando así obtener un producto con características físico-químicas y sensoriales aceptables por el consumidor, con la posibilidad de su aplicación industrial y que además genere rentabilidad.

3.2 MODALIDAD BÁSICA DE INVESTIGACIÓN

Documental y Bibliográfica

El presente estudio tiene un sustento bibliográfico – documental y de campo; es bibliográfico porque se consultará libros, textos, revistas, folletos, internet, trabajos de investigación relacionados a fin de sustentar con información técnica y precisa que fortaleció la parte documental de la investigación.

Experimental

Debido a que se maneja una variable independiente para observar el efecto en la variable dependiente con la intención de precisar la relación causa-efecto.

3.3 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN

El presente estudio tiene los siguientes niveles o tipos: Exploratorio, Descriptivo, correlacional o asociación de variables. Es exploratorio porque permite desarrollar temas nuevos o poco conocidos. Es descriptivo porque desarrolla ampliamente criterios y contenidos. Y es correlacional o de asociación de la variable independiente con la variable dependiente, lo que nos permite:

- Predicciones estructuradas.
- Análisis de correlación de variables.
- Medición cuantitativa de resultados.

3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA

La concentración de la enzima HA lactasa 5200, el tipo de fermento SACCO y HANSEN YC- 180 y las características sensoriales del yogurt deslactosado; se aplicaron para un Diseño Factorial AxB, con una réplica para el análisis de varianza, tomando para ello los siguientes factores con sus respectivos niveles.

A: Cantidad de enzima HA lactasa 5200

A0: 6,9 ml/lt.

A1: 4,3 ml/lt.

A2: 1,7 ml/lit.

B: Tipo de Fermento a utilizarse

B0: 15 mg/lit. de SACCO (*Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgáricus*).

B1: 87.6 mg/lit de HANSEN YC-180 (*Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*).

Respuestas experimentales:

La evaluación sensorial: Color, olor, sabor, apariencia, textura y aceptabilidad, del yogurt deslactosado, permitirá escoger el mejor tratamiento. Como respuestas experimentales se tendrán los análisis físicos químicos realizados en el mejor tratamiento.

3.5 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE INDEPENDIENTE: Cantidad de enzima HA lactasa 5200.

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems Básicos	Téc-Instrumentos
Es una enzima que permite deslactosar la leche de vaca, mediante un proceso físico químico de desdoblamiento de la proteína obteniendo galactosa y glucosa.	Actividad: 3.000 LAU/ml. Densidad: 1,2 g/mg. Recuento de microorganismos: Recuento total: < 5 x 10 /ml Coliformes: < 100ufc/ml Levaduras: < 100ufc/ml Mohos: < 100 ufc/ml Actividad relativa: 90-100 % a 40-50°C 90-100 % en pH 6,0 - 7,0	ml/lt	¿La cantidad de enzima afecta en la viscosidad del yogurt? ¿Las diferentes marcas de enzimas existentes no influyen en la calidad del yogurt deslactosado?	Internet libros revistas

Elaborado por: Luis Ávalos Velarde

Variable Dependiente: Tipo de fermento a utilizarse (SACCO y HANSEN YC-180).

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems Básicos	Téc- Instrumentos
<p>Es una sustancia elaborada por células que intervienen en el desarrollo de procesos orgánicos en una fermentación anaeróbica en el cual se oxida la glucosa para tener energía y donde el producto de desecho es ácido láctico.</p>	<p>Tipo de Fermento: animal</p> <p>Concentraciones:</p> <p>HANSEN YC-180: 87.6 mg/lt</p> <p>SACCO: 15 mg/lt</p> <p>Clase de cultivo: Termophilus</p>	<p>mg/lt</p>	<p>¿La cantidad de fermento afecta en la viscosidad del yogurt?</p> <p>¿Las diferentes marcas de fermentos existentes no influyen en la calidad del yogurt deslactosado?</p>	<p>Internet</p> <p>libros</p> <p>revistas</p>

Elaborado por: Luis Ávalos Velarde

3.6 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Se obtuvo como respuestas experimentales los datos de color, olor, sabor, acidez y textura en una escala hedónica que nos facilitó la obtención de valores para poder procesarlos estadísticamente y así llegar al mejor tratamiento.

Para las pruebas se utilizó un panel de 12 catadores semientrenados de edades comprendidas entre 20 y 22 años, 50% del sexo femenino y 50% del sexo masculino, los cuales evaluaron las muestras mediante una escala hedónica de 1-5. La hoja de cata se puede apreciar en el Anexo E.

CAPITULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS

4.1 LECHE

Tabla No. 3: Detalle del Diseño Experimental

Nº	Tratamiento	Detalle de niveles y factores	
		A(ml/lt)	B(ml/lt)
1	a0b0	6.9	15 de SACCO
2	a0b1	6.9	87.6 de HANSEN
3	a1b0	4.3	15 de SACCO
4	a1b1	4.3	87.6 de HANSEN
5	a2b0	1.7	15 de SACCO
6	a2b1	1.7	87.6 de HANSEN

Elaboración: Luis Gerardo Ávalos Velarde

De acuerdo a la norma NTE INEN 0009:87 AL 03.01-401 6 p 2. Rev (Leche cruda. Requisitos: Raw milk. Specifications), la leche cruda deberá presentar aspecto normal, estar limpia, exenta de olores y sabores extraños, calostro, preservadores, colorantes, antibióticos, pesticidas, agua añadida u otras materias extrañas a su naturaleza.

La leche con porcentaje menor al 3.2 % en grasa puede recibirse en planta previa comprobación y certificación de no estar adulterada.

En la leche utilizada para elaborar el yogurt deslactosado se obtuvieron en sus pruebas de anden y laboratorio los siguientes resultados: Grasa = 3.81, pH = 6.76, Densidad = 1.029, Lactosa = 4.6, Proteína = 3.17, Acidez

= 14°D; determinados por diferentes métodos en el laboratorio de la empresa láctea “SAN PABLO”.

4.2 ANÁLISIS FÍSICOS QUÍMICOS DE LA LECHE

Tabla No. 4: Datos iniciales de los distintos parámetros de leche

MG (%)	3,81
SNG (%)	8,59
D (g/cm³)	1,029
P (%)	3,17
CRIO	55,1
T (°C)	29,8
L (%)	4,6
C (W/m°C)	5,05
pH	6,76

Obtenido: Laboratorio de Lácteos “San Pablo” – Equipo Ekomilk Total

MG: Materia Grasa, SNG: Sólidos no Grasos, D: Densidad, P: Proteína, CRIO: Crioscopía, T: Temperatura, L: Lactosa, C: Conductividad Térmica, pH.

4.2.1 Grasa

En este parámetro se obtuvo 3,81% de materia grasa, lo cual podemos comparar con el dato bibliográfico el cual es 3,2 - 4,3% de materia grasa. Con esto podemos indicar que la leche se encuentra dentro de la normativa, además este es uno de los parámetros más indispensables ya que de la cantidad de materia grasa que tenga la leche se parte para la elaboración de subproductos como es el caso de la elaboración de yogurt deslactosado. Este parámetro da la característica indispensable al yogurt el cual es la textura del mismo.

4.2.2 Sólidos no Grasos

Los sólidos de la leche que obtuvo nuestra materia prima (leche entera) es de 8.59%, comparando este valor con datos bibliográficos se puede decir que se encuentra dentro del rango ya que su valor va de 8.30-8.80% según la variable de grasa que puede bajar o subir el rango de sólidos no grasos.

4.2.3 Densidad

La densidad se toma a dos temperaturas, sea a 15 o 20°C según termolactodensímetro, en este caso se determinó la densidad a 15°C teniendo un valor de 1.029. Según la norma INEN 9 para leche cruda el rango permitido es de 1.029 a 1.032.

4.2.4 Proteína

Se determinó la cantidad de proteína que contiene la leche cruda, el cual se obtuvo un valor de 3.17 y el dato bibliográfico es de 2,9 -3,2% por ende podemos indicar que la leche analizada para ser expuesta a procesamiento se encuentra dentro de los parámetros requeridos.

4.2.5 Crioscopía

La crioscopía de la leche según datos bibliográficos oscila en un rango de -0.530 a -0.555, la leche utilizada para la elaboración del yogurt deslactosado tuvo un valor de -0.551, lo que indica que se encuentra dentro de los parámetros permitidos.

4.2.6 Temperatura

La leche utilizada para el yogurt deslactosado tuvo una temperatura de 29.8°C y la normativa indica que los valores van de un rango de 15-30°C para analizar en el laboratorio.

4.2.7 Lactosa

Según datos bibliográficos la lactosa de la leche va en un rango de 4.0-5.0%, en la nuestra se obtuvo un valor de 4.6 lo cual indica que se encuentra dentro de los rangos y cumple con la normativa para posteriores estudios como es nuestro caso la elaboración de yogurt deslactosado.

4.2.8 Conductividad Térmica

La conductividad térmica es la propiedad que nos indica la capacidad que tienen los alimentos, en este caso la leche, para conducir calor. Según datos bibliográficos los valores de conductividad térmica van de 5.0 - 5.5 W/m°C y el valor que se obtuvo es de 5.05, lo cual indica que la leche está dentro del rango de conductividad térmica, cabe mencionar que este valor se lo determinó a 15°C.

4.2.9 pH

La materia prima que es la leche de vaca cruda estuvo en óptima condiciones en este análisis, obteniendo un pH inicial de 6,76 con el cual se puede indicar que este valor se encuentra dentro de las normas establecidas para este parámetro.

4.3 YOGURT DESLACTOSADO

El yogurt deslactosado por vía enzimática, además de los beneficios que otorga el producto fermentado como tal, permitirá adicionalmente a las personas intolerantes a la lactosa, reducir los problemas o trastornos intestinales como son diarrea y flatulencias.

Además se incorporaron saborizantes y colorantes para darle un aspecto diferente al yogurt, esto ayudó para realizar análisis sensoriales.

4.4 ANÁLISIS EN EL YOGURT DESLACTOSADO

Estos parámetros se los realizó en base al mejor tratamiento, ya que de esta parte los análisis para demostrar la calidad del producto en sí.

4.4.1 pH

En los análisis realizados en el yogurt deslactosado, se pudo obtener que en el parámetro de pH indicado de norma es de 4.6 un pH ácido y el que se registro en nuestro producto es 4.5.

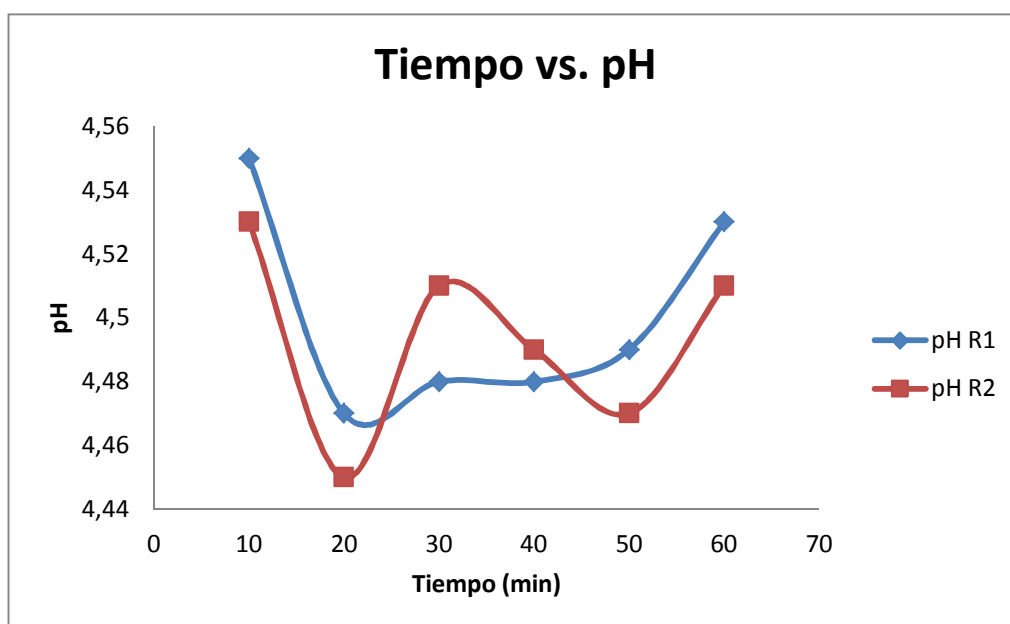
Mediante estos resultados podemos decir que el yogurt deslactosado obtenido tiene una acidez ligera lo cual es muy conveniente, ya que el consumidor prefiere un yogurt no muy ácido, por ende podemos indicar que este producto tiene una buena aceptación en el mercado.

Tabla No. 5: Datos de pH del yogurt deslactosado a diferente tiempo

	pH	
	R1	R2
t1	4,55	4,53
t2	4,47	4,45
t3	4,48	4,51
t4	4,48	4,49
t5	4,49	4,47
t6	4,53	4,51

Elaborado por: Luis Ávalos Velarde
Obtenido: Laboratorio de Lácteos "San Pablo" – Equipo Ekomilk Total

Gráfica No. 4: Representación de Tiempo vs. pH en el yogurt deslactosado.



4.4.2 Grasa

En este parámetro se obtuvo un porcentaje de materia grasa de 4,8 y comparándolo con el dato bibliográfico que es 3.0, se puede observar que hay una diferencia de 1,8 lo cual no perjudica al momento de obtener el producto final, ya que este se encuentra hidrolizado es decir separada la molécula de glucosa y galactosa los cuales son monosacáridos. Además

podemos indicar que no existe rango establecido de materia grasa para este tipo de yogurt que viene a ser un yogurt tipo 1.

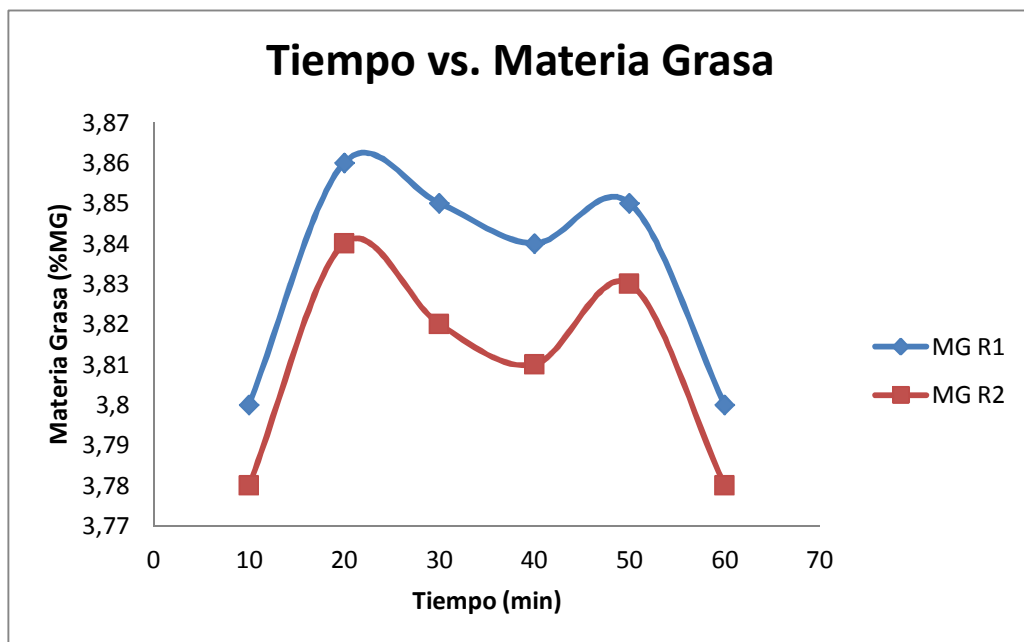
Tabla No. 6: Datos de materia grasa del yogurt deslactosado a diferente tiempo.

	MG	
	R1	R2
t1	3,8	3,78
t2	3,86	3,84
t3	3,85	3,82
t4	3,84	3,81
t5	3,85	3,83
t6	3,8	3,78

Elaborado por: Luis Ávalos Velarde

Obtenido: Laboratorio de Lácteos "San Pablo" – Equipo Ekomilk Total

Gráfica No. 5: Representación de Tiempo vs. Materia Grasa en el yogurt deslactosado.



4.4.3 Proteína

En el parámetro de proteína se obtuvo un valor de 3,33 en la tabla expuesta a continuación y el dato bibliográfico de este parámetro es de

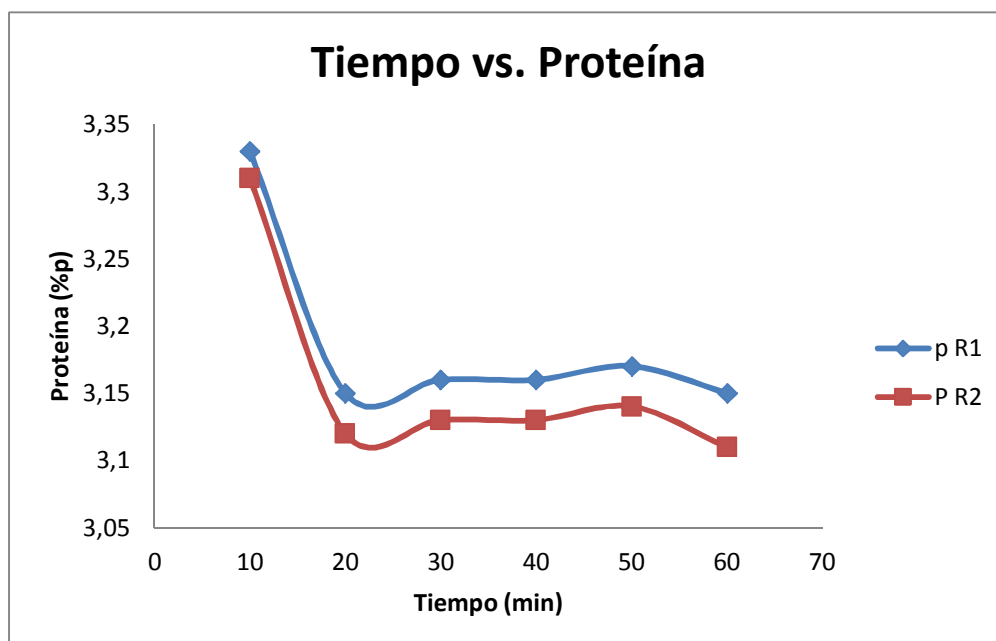
2,9- 3,2%. Al igual que el anterior parámetro ya descrito, existe diferencia no significativa ya que se habla de un valor 0,1. Esto no influye en el producto final el cual es el yogurt deslactosado. El valor de proteína de leche es de 2.9 / 3.2 según norma y en nuestro producto es de 3.42 el cambio de valor da por la concentración de los sólidos al instante de hidrolizar.

Tabla No. 7: Datos de proteína del yogurt deslactosado a diferente tiempo.

	P	
	R1	R2
t1	3,33	3,31
t2	3,15	3,12
t3	3,16	3,13
t4	3,16	3,13
t5	3,17	3,14
t6	3,15	3,11

Elaborado por: Luis Ávalos Velarde
Obtenido: Laboratorio de Lácteos "San Pablo" – Equipo Ekomilk Total

Gráfica No. 6: Representación de Tiempo vs. Proteína en el yogurt deslactosado.



4.4.4 Sólidos No Grasos

Este valor de 8.89 está muy cerca del punto 9 del máximo establecido de sólidos totales según el análisis de un equipo de nombre lactómetro el cual indica como valor más alto nueve y determina los valores de proteína, lactosa, cenizas, etc.

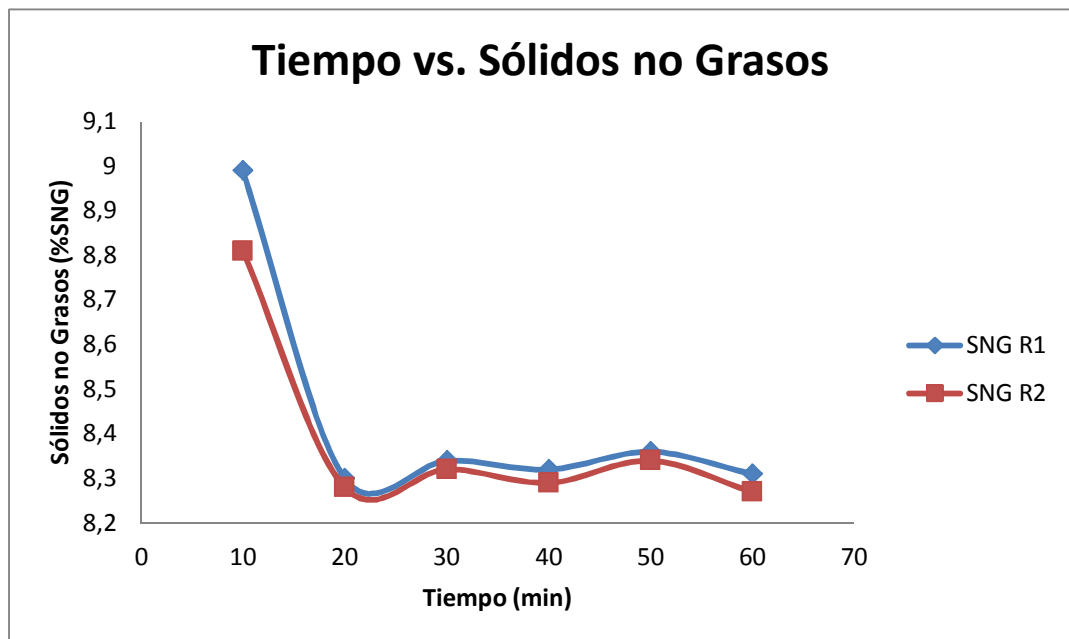
Tabla No. 8: Datos de Sólidos no Grasos del yogurt deslactosado a diferente tiempo.

	SNG	
	R1	R2
t1	8,99	8,81
t2	8,3	8,28
t3	8,34	8,32
t4	8,32	8,29
t5	8,36	8,34
t6	8,31	8,27

Elaborado por: Luis Avalos Velarde

Obtenido: Laboratorio de Lácteos "San Pablo" – Equipo Ekomilk Total

Gráfica No. 7: Representación de Tiempo vs. Sólidos no Grasos en el yogurt deslactosado.



4.4.5 Densidad

Los valores indicados de densidad según norma es de 1,028/1,032 si observamos el valor que da como resultado del producto es 1,031 gr/cm³ indica un buen peso del producto analizado indicando que es un excelente alimento apto para el consumo humano cumpliendo con la norma establecida.

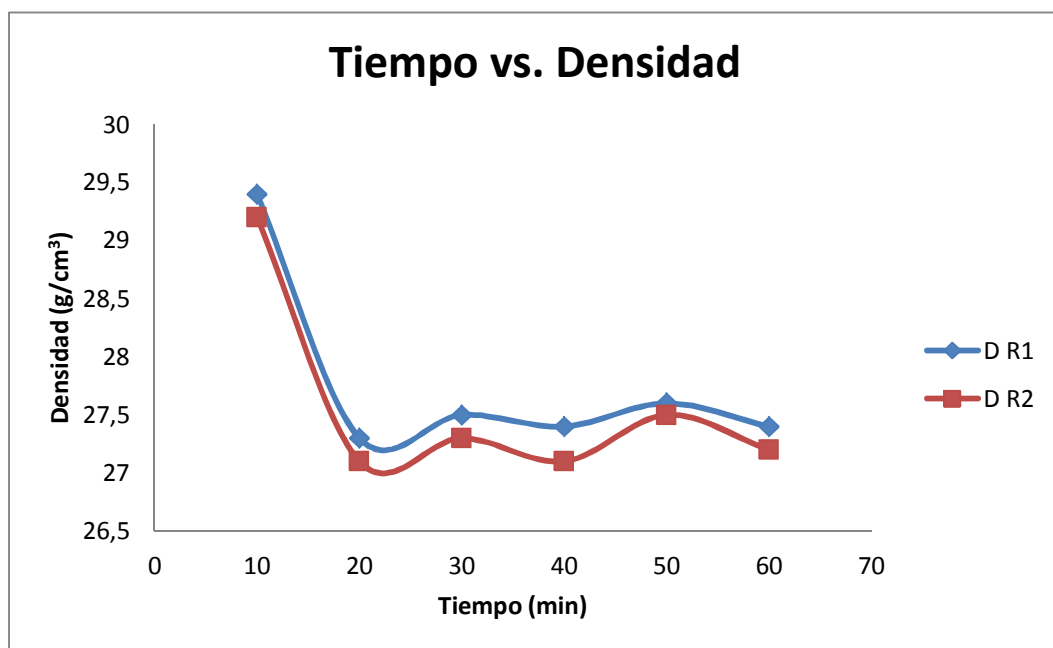
Tabla No. 9: Datos de Densidad del yogurt deslactosado a diferente tiempo.

	D	
	R1	R2
t1	29,4	29,2
t2	27,3	27,1
t3	27,5	27,3
t4	27,4	27,1
t5	27,6	27,5
t6	27,4	27,2

Elaborado por: Luis Avalos Velarde

Obtenido: Laboratorio de Lácteos "San Pablo" – Equipo Ekomilk Total

Gráfica No. 8: Representación de Tiempo vs. Densidad en el yogurt deslactosado.



4.4.6 Crioscopía

La leche presenta un punto de congelamiento menor que el del agua destilada debido fundamentalmente a su contenido en minerales y lactosa. Durante la hidrólisis por el agregado de enzima (HA-LACTASE), la molécula de lactosa se hidroliza en glucosa y galactosa. Esta hidrólisis se ve acompañada por el correspondiente descenso del punto de congelación de la solución.

Los valores correspondientes a crioscopía fueron obtenidos mediante el uso del equipo EKOMILK TOTAL disponible en el laboratorio de Lácteos “San Pablo”, y se encuentran presentados en la Tabla No. 10 se encuentran dentro del rango bibliográfico, de -0.530 a -0.555 y adicionalmente se comprueba el descenso del punto de congelación certificando la hidrólisis de la leche.

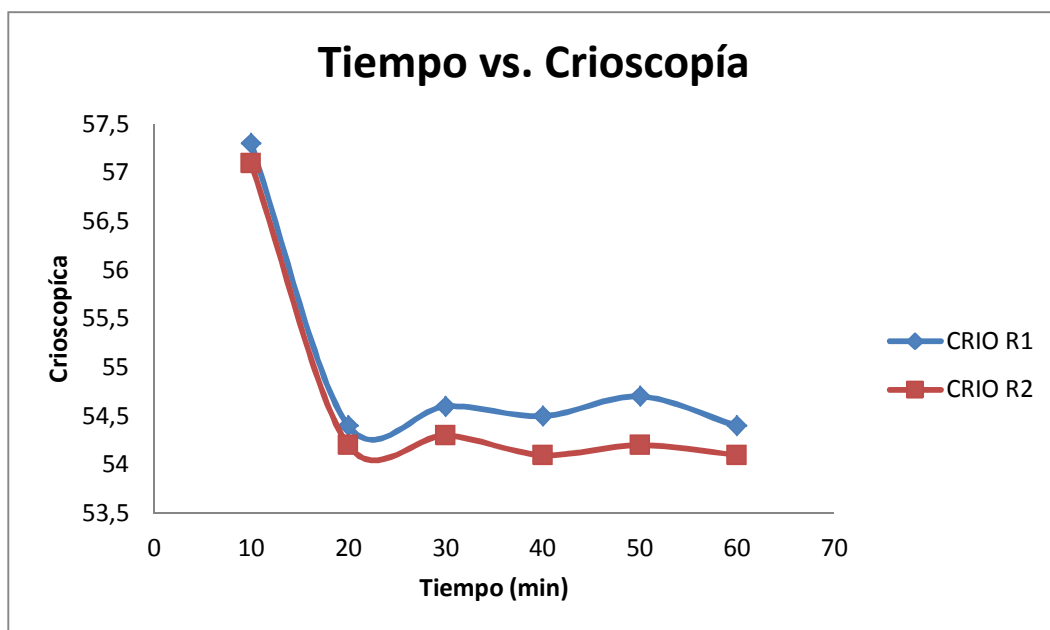
Tabla No. 10: Datos de Crioscopía del yogurt deslactosado a diferente tiempo.

	CRIO	
	R1	R2
t1	57,3	57,1
t2	54,4	54,2
t3	54,6	54,3
t4	54,5	54,1
t5	54,7	54,2
t6	54,4	54,1

Elaborado por: Luis Ávalos Velarde

Obtenido: Laboratorio de Lácteos “San Pablo” – Equipo Ekomilk Total

Gráfica No. 9: Representación de Tiempo vs. Crioscopia en el yogurt deslactosado.



4.4.7 Temperatura

El valor de temperatura para hidrolizar la leche según la ficha técnica es de 40°C observando una leve alza de la misma a 41°C que no es significativo.

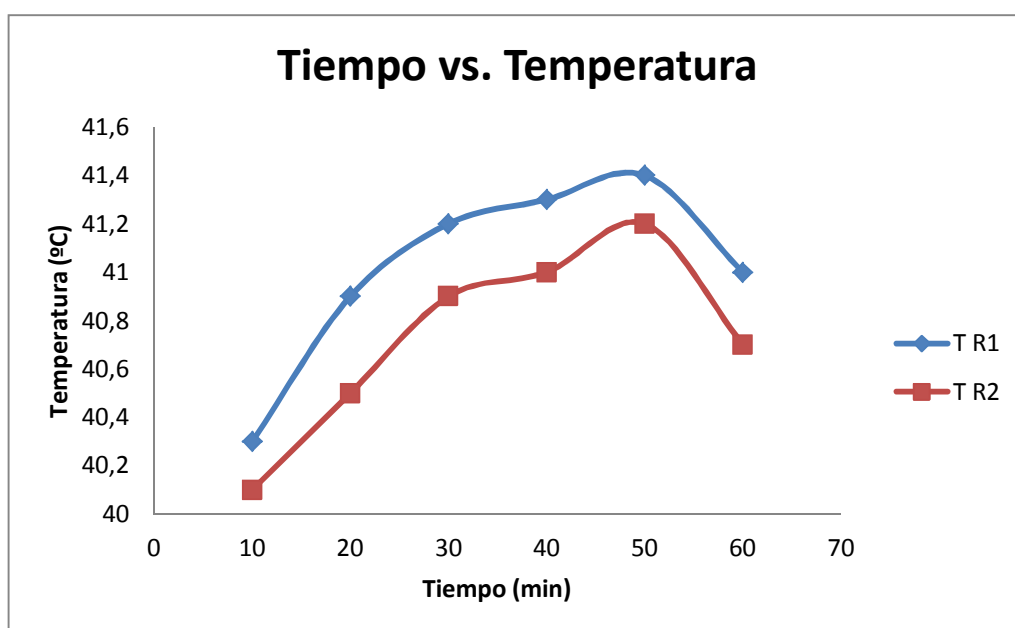
Tabla No. 11: Datos de Temperatura del yogurt deslactosado a diferente tiempo.

	T	
	R1	R2
t1	40,3	40,1
t2	40,9	40,5
t3	41,2	40,9
t4	41,3	41
t5	41,4	41,2
t6	41	40,7

Elaborado por: Luis Ávalos Velarde

Obtenido: Laboratorio de Lácteos "San Pablo" – Equipo Ekomilk Total

Gráfica No. 10: Representación de Tiempo vs. Temperatura en el yogurt deslactosado.



4.4.8 Lactosa

Al analizar el efecto de la dosis de enzima (HA Lactasa 5200) sobre la composición de azúcares, se encuentra que partiendo con el 4,6 % de lactosa en la leche y usando una dosis de 6,9 ml/l de enzima se obtiene el menor contenido de lactosa residual (0,9 %). Esta cantidad representa un porcentaje de hidrólisis del 80,11%, (Gráfica No. 12) valor significativamente mayor al conseguido con la dosis de 4.3 ml/l (74,89%) y 1,7 ml/l (71,25%).

Durante el proceso de hidrólisis y posteriormente el de fermentación, los productos glucosa y galactosa, en especial esta última, van incrementando, mientras que el sustrato lactosa va decreciendo, como se observa en la Gráfica No. 11.

Actualmente no existe una normativa que especifique y regule contenido de lactosa en yogurt deslactosado, de modo que es conveniente

mencionar que, los datos del contenido de lactosa residual reportados en la Tabla No. 12 para cada tratamiento, se encuentran dentro del rango bibliográfico especificado en la Norma NTE INEN 10; la misma que cita, que el porcentaje de lactosa contenido en leche pasteurizada entera, semidescremada y descremada debe encontrarse en un rango de 0,7% (Producto bajo en lactosa) hasta 1.4 % (producto parcialmente deslactosado).

El proceso de elaboración propuesto permite obtener un yogurt con un contenido de lactosa menor a 1%. Esto lo convierte en un alimento adecuado para el consumo de personas que padecen de intolerancia al azúcar de la leche.

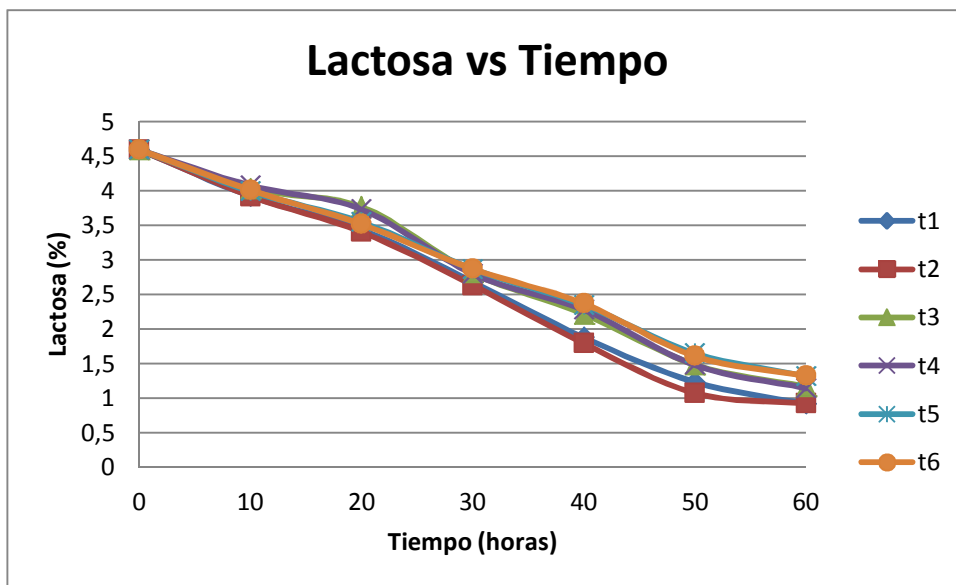
Tabla No. 12: Contenido de lactosa (%) en el yogurt deslactosado.

Tiempo	t1	t2	t3	t4	t5	t6
0	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6
10	3,9	3,9	4,0	4,1	4,0	4,0
20	3,4	3,4	3,8	3,7	3,6	3,5
30	2,7	2,6	2,8	2,8	2,9	2,9
40	1,9	1,8	2,2	2,3	2,4	2,4
50	1,2	1,1	1,5	1,5	1,7	1,6
60	0,9	0,9	1,2	1,1	1,3	1,3

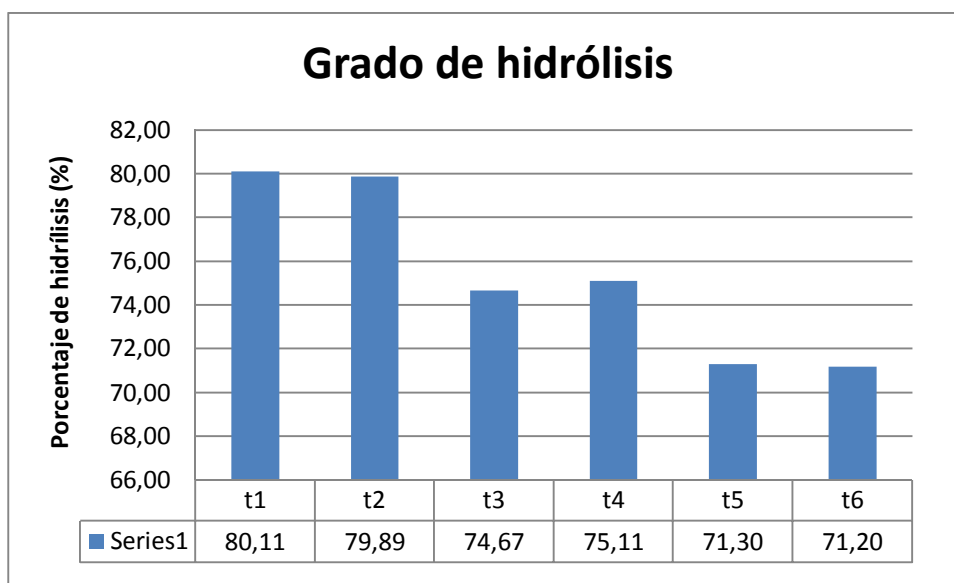
Elaborado por: Luis Ávalos Velarde

Obtenido: Laboratorio de Lácteos "San Pablo" – Equipo Ekomilk Total

Gráfica No. 11: Representación de Tiempo vs. Lactosa en el yogurt deslactosado.



Gráfica No. 12: Representación del grado de hidrólisis alcanzado.



4.4.9 Conductividad Térmica

Los valores de conductividad térmica de la leche se registra un valor de 5 a 6 % en nuestro producto registramos un valor de 5.09 que está dentro del valor estimado.

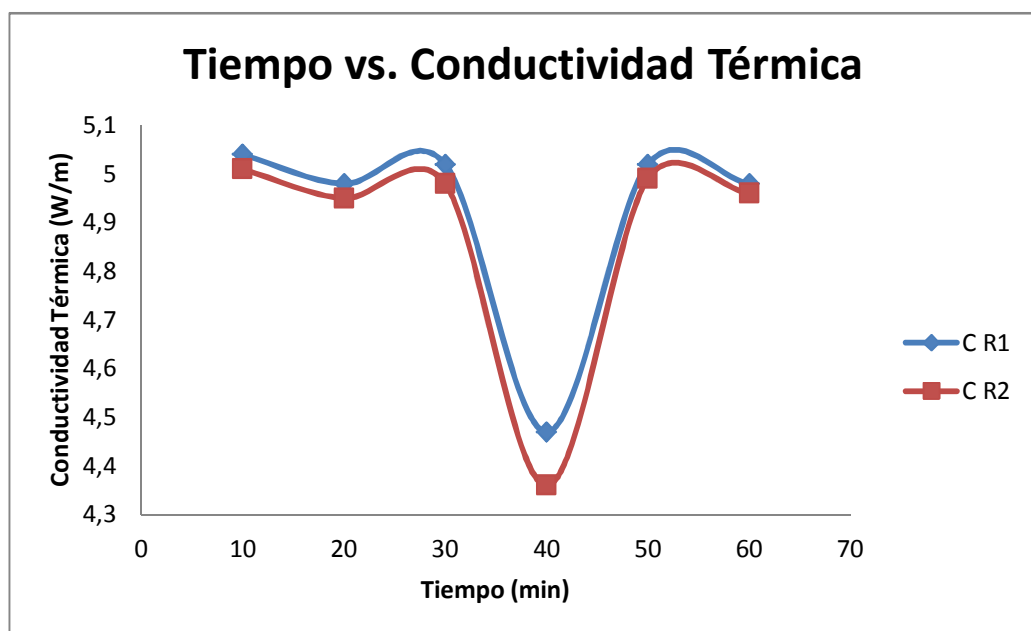
Tabla No. 13: Datos de Conductividad Térmica del yogurt deslactosado a diferente tiempo.

	C	
	R1	R2
t1	5,04	5,01
t2	4,98	4,95
t3	5,02	4,98
t4	4,47	4,36
t5	5,02	4,99
t6	4,98	4,96

Elaborado por: Luis Ávalos Velarde

Obtenido: Laboratorio de Lácteos "San Pablo" – Equipo Ekomilk Total

Gráfica No. 13: Representación de Tiempo vs. Conductividad térmica en el yogurt deslactosado.



4.4.10 Análisis Sensorial

En las respectivas cataciones del yogurt deslactosado podemos indicar que los atributos que se midieron fueron: color, olor, sabor, textura, y acidez. En el color en el caso del yogurt deslactosado natural es decir sin adición de sabor tuvo un sabor bueno y la misma calificación obtuvo el yogurt deslactosado

saborizado, este se lo hizo con sabores de fresa y durazno.

En el olor del yogurt deslactosado se obtuvo una calificación de característico en la escala hedónica utilizada.

En el sabor del yogurt se obtuvo una calificación de agradable, lo cual ocurrió de la misma manera en los dos tipos de yogurt deslactosado saborizado.

En el parámetro de textura se obtuvo una calificación de buena, la cual se la demostró con los análisis realizados en el yogurt deslactosado, los cuales dependen de los sólidos no grasos que se encuentran en el producto, los cuales son: proteína, grasa, cenizas, glucosa y galactosa.

La acidez del yogurt obtuvo una calificación de ligera, la cual beneficia mucho al momento de expender el producto en el mercado, ya que los consumidores prefieren un yogurt de acidez ligera a una acidez intensa. Este parámetro también se lo determina directamente haciendo el análisis de pH. Ver Anexo E.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

En el proceso de elaboración del yogurt deslactosado y mediante las pruebas preliminares del mismo se obtuvo que la mejor dosificación para obtener un yogurt deslactosado es añadiendo 6,9 ml/lit de enzima lactasa. Con este porcentaje se obtiene el mejor tratamiento para la elaboración. Y de acuerdo al análisis sensorial específicamente en el parámetro de aceptabilidad, se puede indicar que este yogurt deslactosado tiene una excelente aceptabilidad.

El porcentaje de enzima lactasa utilizada para la elaboración de yogurt deslactosado fue el que se determinó en el tratamiento a_0b_1 que es el que se utilizó 6.9ml/lit de enzima lactasa.

Las características sensoriales que se seleccionó para determinar el mejor tratamiento de yogurt deslactosado fueron un buen sabor, color, olor y aceptabilidad. Mediante una escala hedónica que se utilizó para determinar cada uno de estos calificativos. En el parámetro color y sabor se puede indicar que los catadores toman mucho en cuenta el tipo de yogurt, es decir, pueden escoger entre la variedad de yogurt deslactosado sabor a fresa, durazno o natural. Estos factores que ya mencionamos dependen de la preferencia gustativa del consumidor.

Se seleccionaron los mejores atributos sensoriales para el mejor tratamiento, para esto se calificaron algunos parámetros como lo son: olor, color, sabor y aceptabilidad. Para ello se seleccionó un panel de 12

catadores debidamente semi-entrenados y como resultado se obtuvo que el mejor tratamiento es el que se lo realizó con el fermento HANSEN YC-180 el cual corresponde al tratamiento a_0b_1 (6.9 ml/lit de enzima lactasa y 87.6 de fermento HANSEN YC-180), en donde se obtiene 0,9 % de lactosa residual con un 80,11 % de hidrólisis.

Mediante la elaboración del yogurt deslactosado se puede identificar un método para deslactosar la leche de vaca, el cual es a 40°C durante 1 hora, añadiendo durante el proceso la enzima lactasa HA5000.

Con la elaboración de este yogurt y del mismo modo procesándolo de manera correcta, se propone un método mediante la adición de la enzima lactasa, el cual tiene una relación directa con el mejor tratamiento que es a_0b_1 (6.9 ml/lit de enzima lactasa y 87.6 de fermento HANSEN YC-180).

5.2 RECOMENDACIONES

Para optimizar recursos y reducir costos de producción al obtener este producto, se recomienda reutilizar la enzima lactasa de origen nacional, lo cual ayudará a abaratar el precio final del producto.

Para estudios complementarios o manejo industrial del proceso de este tipo de yogurt se puede optar por la adquisición al por mayor de la enzima lactasa con la finalidad de facilitar su procesamiento, reduciendo gastos de obtención de materia prima importada y consecuentemente su tiempo de proceso.

Sugerir se realice un estudio pormenorizado de la composición nutricional así como la curva de estabilidad para establecer el tiempo de vida útil real del producto y de esta manera obtener una alternativa nutritiva con sus respectivos respaldos legales de comercialización.

CAPITULO VI

PROPUESTA

6.1 DATOS INFORMATIVOS

Tema: "Elaboración de yogurt deslactosado, a base de leche de vaca utilizando la enzima lactasa HA-5200 y fermento HANSEN YC-180; con la adición de hojuela de fibra dietética"

Institución Ejecutora: Universidad Técnica de Ambato - Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

Beneficiarios: Industrias lácteas del país, estudiantes de la carrera de ingeniería en alimentos.

Ubicación: Ambato - Ecuador.

Tiempo estimado para la ejecución: 25 semanas

Equipo Técnico Responsable: Egdo. Luis Ávalos Velarde, Ing. Danilo Morales.

Costo: \$ 600

6.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

La lactosa, azúcar que está presente en la leche de vaca, aunque es consumida como disacárido, no es absorbida como tal, ya que para que esto suceda, la lactosa debe primero desdoblarse en glucosa y galactosa.

Solo estos monosacáridos son utilizados como fuente de energía por el organismo. Dicha hidrólisis requerida para la utilización de la lactosa es efectuada por la enzima lactasa, normalmente presente en el intestino delgado. (MUNDO LÁCTEO Y CÁRNICO, 2005).

La intolerancia a la lactosa se presenta como resultado de una deficiencia de β -galactosidasa o lactasa, enzima ubicada en el borde superior de las microvellosidades del intestino delgado. Esta enzima produce la hidrólisis de la lactosa en glucosa y galactosa, monosacáridos fácilmente absorbidos por transporte activo.

La actividad de la lactasa permanece en niveles altos durante la primera parte de la niñez (salvo ausencia por causas genéticas) y luego declina a valores muy bajos en la adultez. La caída de la actividad de la lactasa, que lleva a una *mala digestión de la lactosa*, ocurre desde la niñez a la adultez y es un patrón fisiológico normal en el 75-90% de la población adulta mundial (PEUHKURI, 2000; RENNER, 1997; SAHI, 1994).

Si la actividad de la lactasa es muy baja en relación a la cantidad de lactosa ingerida, ésta no puede ser totalmente hidrolizada y una cantidad considerable de la misma llega al colon. Esto produce síntomas clínicos persistentes tales como: diarrea, distensión abdominal, dolor, borborismos y flatulencias; síndrome comúnmente referido como *intolerancia a la lactosa* (PEUHKURI, 2000; VEITH, 2004; VESA; MARTEAU; KORPELA, 2000).

De las Industrias el 90% se encuentran ubicadas en el callejón interandino con una fuerte concentración en las provincias del centro norte de la sierra (Pichincha, Cotopaxi, Imbabura, Carchi) y se dedican principalmente a la producción de leche pasteurizada, quesos, crema de leche y otros derivados en menor proporción.

Durante el último quinquenio, y gracias al proceso de liberalización económica y apertura comercial, se han establecido otras Empresas como PARMALAT CEDI, INDUSTRIAS LACTEAS TONY, CHIVERIAS, ALPINA, REY LECHE, y la Planta Pulverizadora de la Asociación de Ganaderos de la Sierra y el Oriente (AGSO), implementada durante el año 2002, que se encuentra aún en funcionamiento.

Actualmente en el país hay muy poco mercado en el mundo de los productos deslactosados la mayoría de estos son importados y muy pocos se producen internamente. Por lo que el tema de investigación propuesto puede llevar al mercado lácteo a otro nivel.

6.3 JUSTIFICACIÓN

El presente estudio de investigación se sustenta en la poca variedad de productos deslactosados que se encuentran en el mercado nacional, por esta razón es importante desarrollar un proceso de elaboración de yogurt deslactosado que tenga base científica simple y que se lo pueda desarrollar en una planta procesadora de leche tradicional para así aumentar la productividad de la provincia y brindar más opciones de trabajo para la comunidad.

El estudio de investigación aportará también a la satisfacción de los clientes con problemas de intolerancia a la lactosa ya que podrán obtener un producto nutritivo y que no les causará daños colaterales al consumirlo, es así que este estudio no solo aportará a la comunidad si no también teóricamente brinda una base para futuras investigaciones de productos lácteos

A partir de la década del 70, se sugiere que el yogur podría ayudar a mejorar la intolerancia a la lactosa. Actualmente, uno de sus efectos probióticos más consistentes y reproducibles, es la disminución de los

síntomas asociados con la mala digestión de la lactosa. La liberación de la lactasa contenida en las células del fermento, cuando éstas llegan al intestino, sería una de las razones posibles por las cuales el consumo de yogur mejora la digestión de la lactosa (BAER, 1970; De VRESE; KELLER; BARTH, 1992; De VRESE et al., 2001; GENDREL et al., 1990; GILLILAND; KIM, 1984; KOLARS et al., 1984; MARTEAU et al., 1990; MARTINI et al., 1987; POCHART et al., 1989; SHERMAK et al., 1995).

No obstante, la persistencia de malestares gastrointestinales luego de consumir yogur, indicarían que la cantidad de β -galactosidasa del cultivo no siempre es suficiente para atenuar los síntomas de la mala digestión (DEWIT; POCHART; DESLEUX, 1988; KOLARS et al., 1984; MARTEAU et al., 1990).

Esto conlleva a la necesidad de introducir mejoras en este producto, como lo es la reducción de su contenido en lactosa mediante la utilización de lactasas exógenas.

6.4 OBJETIVOS

6.4.1 OBJETIVO GENERAL

Elaborar yogurt deslactosado, a base de leche de vaca utilizando enzima lactasa HA-5200 y fermento HANSEN YC-180; con la adición de hojuela de fibra dietética

6.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

6.4.2.1 Desarrollar una tecnología para elaborar yogurt deslactosado, utilizando 6.9 ml/l de enzima lactasa HA-5200 y 87.6 mg/l de fermento HANSEN YC-180.

6.4.2.2 Realizar el análisis microbiológico del yogurt deslactosado durante 15 días a temperatura ambiente y refrigeración para establecer la vida útil del producto.

6.4.2.3 Realizar un estudio económico del yogurt deslactosado.

6.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

De la investigación efectuada se desprende que la presente propuesta es factible de realizarla. Los recursos humanos, materiales y financieros están al alcance de quienes llevaran adelante las acciones del indicado trabajo, conviene tener en cuenta varios aspectos como:

- Político: Predisposición de las autoridades para otorgar permisos necesarios.
- Sociocultural: Su implantación fortalecería beneficio compartido (productores-comercializadores).
- Tecnológico: Esta propuesta consta con la tecnología adecuada.
- Organizacional: Las personas encargadas cuentan con el apoyo necesario.
- Económico y financiero: Los recursos necesarios serán autofinanciados por la persona interesada en este producto.

La puesta en marcha de la presente propuesta resulta factible ya que el costo de la materia prima no es muy elevado y también se muestra la cantidad y la aplicación correcta de la enzima lactasa, con este yogurt deslactosado se ayuda a las personas que tienen problemas con la intolerancia a la lactosa.

6.6 FUNDAMENTACIÓN

La principal causa del deterioro de los alimentos es el ataque por diferentes tipos de microorganismos (bacterias, levaduras y mohos). El problema del deterioro microbiano de los alimentos tiene implicaciones económicas evidentes, tanto para los fabricantes (deterioro de materia prima y productos elaborados antes de su comercialización, pérdida de la imagen de la marca, etc.) como para distribuidores y consumidores (deterioro de productos después de su adquisición y antes de su consumo). Se calcula que más del 20% de todos los alimentos producidos en el mundo se pierden por acción de los microorganismos. Por otra parte, los alimentos alterados pueden resultar muy perjudiciales para la salud del consumidor.

Finalmente para determinar la aceptabilidad del producto se realizará el respectivo análisis sensorial en base al trabajo experimental.

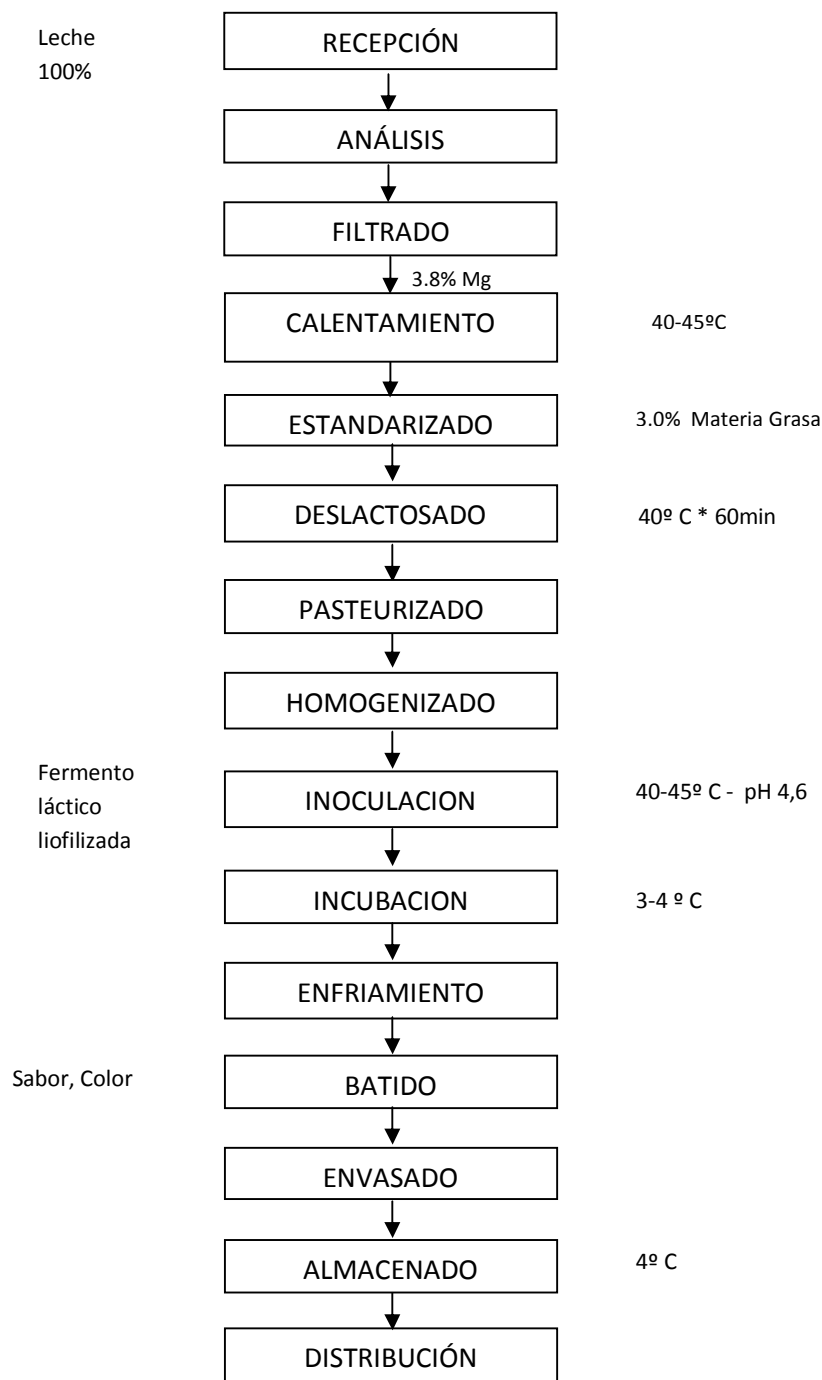
6.7 METODOLOGÍA

Dentro del modelo operativo se encuentra el desarrollo de los cuatro objetivos específicos planteados en la presente propuesta:

1. Diagrama de flujo y descripción de proceso del desarrollo de la tecnología de elaboración.
2. Identificación de la correcta aplicación de la enzima lactasa para así realizar un nuevo producto basándose en aceptabilidad.
3. Análisis de las condiciones correctas de almacenamiento y distribución, los cuales se tomarán como una guía para mantener el producto en excelentes condiciones.
4. Realizar el estudio económico del yogurt deslactosado.

Gráfico N° 14: Diagrama de flujo del proceso de yogurt deslactosado

Diagramas de flujo de la elaboración de Yogurt Deslactosado



Elaborado por: Luís Ávalos Velarde, 2011

Explicación del diagrama de flujo propuesto para la elaboración de Yogurt Deslactosado.

RECEPCIÓN: La leche se recibe en envases limpios y desinfectados con agua potable a la que se ha añadido 5 gotas de detergente industrial usp por litro.

ANÁLISIS: Los controles de calidad se realizan con análisis físico químicos y biológicos.

- La calidad del yogurt depende de la calidad de la materia prima, de las técnicas de elaboración empleadas y sobre todo de la higiene personal y de los utensilios utilizados.
- La leche es un alimento muy perecible y se contamina fácilmente, por ello es necesario que el ordeño y el manejo de los productos lácteos sea muy cuidadoso e higiénico. La leche debe proceder de vacas sanas y libres de enfermedades infecto contagiosas.
- Se realiza los siguientes análisis de andén: acidez, densidad, pruebas organolépticas.

FILTRADO: La leche se filtra utilizando un lienzo o tamiz de acero inoxidable limpio y desinfectado, con el fin de eliminar partículas extrañas procedentes del ordeño.

CALENTAMIENTO: Se procede a subir la temperatura de la leche de 40-45 °C para posteriormente hacer el proceso de estandarización.

ESTANDARIZADO: Esta operación consiste en conferir a la leche la densidad apropiada al proceso de elaboración del yogurt y se estandariza al 3% de materia grasa en leche.

DESLACTOSADO: Se aplican las enzimas lactasas para realizar la hidrólisis de la lactosa, a una temperatura de 40°C por una hora (60 min.), evitando que se contamine la leche y durante el tiempo recomendado

PASTEURIZACIÓN: Utilizando una marmita, la leche se calienta hasta una temperatura de 90 °C durante 25 minutos. Es recomendable que la leche se mantenga a esta temperatura en forma constante, porque temperaturas mayores desnaturalizan las proteínas y bajan la calidad del producto terminado y temperaturas menores no eliminan la carga bacteriana y el producto se deteriora por contaminación.

HOMOGENIZACIÓN: El proceso de homogenización se da a 1500 rpm evitando así la formación de macro moléculas y líneas de grasa.

INOCULACIÓN: Consiste en incorporar a la leche el cultivo activado de yogurt en la proporción de 0.03 gramos por litro de leche luego se bate suavemente hasta obtener una mezcla homogénea.

INCUBACIÓN: Esta operación consiste en mantener la mezcla anterior a una temperatura promedio de 40 a 45 °C. Durante 4 a 5 horas. hasta alcanzar un pH de 4.6 Transcurrido este tiempo se observa la coagulación del producto adquiriendo la consistencia de flan,

ENFRIAMIENTO: El producto debe enfriarse hasta una temperatura de 1 a 4 °C.

BATIDO: Procedemos a batir, saborizar, adicionar pulpa de fruta, y sus respectivos colorantes por sabor de fruta para luego envasarlo.

ENVASADO: Se envasa en recipientes de polietileno de bala densidad transparentes y etiquetados

CONSERVACIÓN: El yogurt envasado debe conservarse a temperatura de refrigeración de 1 a 4 °C. En estas condiciones pueden durar hasta 21 días sin alteraciones significativas.

Cuadro No. 5: Plan de mejoras

Fases	metas	Actividades	Responsables	Recursos	Presupuesto	tiempo
Formulación de la propuesta	Utilización de enzima lactasa para yogurt deslactosado.	Revisión bibliográfica. Visita técnica al área de producción.	Egdo. Luis Ávalos Velarde. FCIAL	Humanos Técnicos Económicos	40	7 días
Desarrollo preliminar de la propuesta	Mantener el producto en anaquel para ver su vida útil y del mismo modo la aceptabilidad del mismo.	Elaboración del manual de procesamiento.	Egdo. Luis Ávalos Velarde. FCIAL	Humanos Técnicos Económicos	100	20 días
Implementación de la propuesta	Ejecución de la Propuesta	Capacitación al personal para su aplicación.	Egdo. Luis Ávalos Velarde. FCIAL	Humanos Técnicos Económicos	50	7 días
Evaluación de la propuesta	Comprobar errores y aciertos	Chequear el lugar de trabajo. Entrevista con el personal.	Egdo. Luis Ávalos Velarde. FCIAL	Humanos Técnicos Económicos	20	7 días

Elaborado por: Luis Ávalos Velarde.

6.8 ADMINISTRATIVO

Cuadro N° 6

Administración de la propuesta.

Indicadores a mejorar	Situación actual	Resultados esperados	Actividades	Responsable
Aprovechamiento de materia prima	Desperdicios de materia prima	Otorgar valor agregado a MP.	Análisis de costo por unidad de producto.	Egdo. Luis Ávalos Velarde.
Almacenamiento en anaquel para analizar su vida útil y aceptabilidad.	Falta de conocimiento de la enzima lactasa empleada para este nuevo producto.	Obtener un producto que garantice la salud del consumidor.	<p>Implementar las variables definidas para obtener un producto aceptable e inocuo.</p> <p>Dar a conocer a las personas los beneficios de la enzima lactasa y las cualidades de la misma.</p> <p>Presentar el producto terminado y del mismo modo realizar una promoción del producto.</p>	

Elaborado por: Luis Ávalos Velarde

6.9 PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN.

Cuadro N° 7 Previsión de la evaluación.

Preguntas Básicas	Explicación.
¿Quién solicita evaluar?	<ul style="list-style-type: none">• Comerciantes• Productores
¿Por qué evaluar?	Porque debe hacer control en el proceso de elaboración.
¿Para qué evaluar?	Para garantizar la salud del consumidor y corregir errores.
¿Qué evaluar?	<ul style="list-style-type: none">• Tecnología utilizada• Situación actual
¿Quién evalúa?	FCIAL
¿Cuándo evaluar?	Constantemente desde las pruebas hasta el producto terminado.
¿Cómo evaluar?	Mediante comparación entre normas y fichas de observación de parámetros del producto.
¿Con qué evaluar?	Análisis del producto terminado.

Elaborado por: Luis Ávalos Velarde.

BIBLIOGRAFÍA

1. ALBANO Beja-Pereira, Giorgio Bertorelle y otros: The origin of European cattle: Evidence from modern and ancient DNA PNAS, May 2006; 103:8113 – 8118
2. BABAYAN, V. K. Medium chain length fatty acid esters and their medical and nutritional applications. **Journal of the American Oil Chemist`s Society**, v. 58, n. 1, p. 49-50, 1981.
3. BOYAZOGLU, J.; MORAND-FEHR, P. Mediterranean dairy sheep and goat products and their quality. A critical review. **Small Ruminant Research**, v. 40, n. 1, p. 1-11, 2001.
4. CARMINATTI, C. A. **Ensaio de hidrolise enzimatica da lactose em reator a membrana utilizando β -galactosidase *Kluyveromyces lactis***. Florianópolis, 2001, 79p. Dissertação - (Mestre em Engenharia Química), Centro Tecnológico-Dpto.de e Engenharia de Alimentos, Universidad Federal de Santa Catarina. Disponível em: <<http://www2.enq.ufsc.br/teses/m076.pdf>>. Acesso: 10 Jun. 2006.
5. CHACÓN VILLALOBOS, A. Aspectos nutricionales de la leche de cabra (*capra hircus*) y sus variaciones en el proceso agroindustrial. **Agronomía Mesoamericana**, v. 16, n. 2, p. 239-252, 2005.
6. DE VRESE, M.; KELLER, B.; BARTH, C. A. Enhancement of intestinal hydrolysis of lactose by microbial b-galactosidase (EC 3.2.1.23) of kefir. **British Journal of Nutrition**, v. 67, n. 1, p. 67-75, 1992.

7. DE VRESE, M. et al. Are viable microorganisms essential for the enhancement of intestinal hydrolysis of lactose by the Beta-galactosidase of fermented milk products?. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 73, (suppl.), p. 490S, 2001.

8. DESCHAVANNE, P. J.; VIRATELLE, O. M.; YON, J. M. Conformational adaptability of the active site of β -galactosidase. **Journal of Biological Chemistry**, v. 253, n. 3, p. 833-837, 1978.

9. DEWIT, O.; POCHART, P.; DESLEUX, J. F. Breath hydrogen concentration after lactose, milk, fresh or heated yogurt ingestion by healthy young adults with or without lactose malabsorption. **Nutrition**, v. 4, n. 2, p. 131, 1988.

10. GENDREL, D. et al. Utilisation d'un lait fermenté en poudre chez l'enfant malnutri ou intolérant au lactose. **Presse Médicale**, v. 19, n. 10, p. 700-704, 1990.

11. GILBERE, G.; HOM, D. A. **The magic of goat milk**. 2002 . Disponivel em: <http://fredompressonline/FPO_feacturedArticles_carpa.htm>. Acesso: 16 nov. 2004.

12. GILLILAND, S. E.; KIM, H. S. Effect of viable starter culture bacteria on lactose utilization in humans. **Journal of Dairy Science**, v. 67, n. 1, p. 1-6, 1984.

13. GREZESIAK, T. Prescription of goat milk in pediatrics revolutionary? **Le Concours Medical**, v. 111, p. 3059-3064, 1989.

14. HEYMAN MB. 2006. Lactose Intolerance in Infants, Children, and Adolescents. [Pediatrics 118 \(3\): 1279-1286.](#)

15. ITAN Y, POWELL A, BEAUMONT MA, BURGER J Y THOMAS MG. 2009 The Origins of Lactase Persistence in Europe. PLoS Computational Biology '5'(8): e1000491. doi:10.1371/journal.pcbi.1000491
16. HAENLEIN, G. F. W. Role of goat meat and milk in human nutrition. In: International Conference of Goats, 5, 1992. **Proceedings...** New Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas, 28(Supl.): 109-115, dez. 2008 115 Rodriguez; Cravero; Alons
17. SALTOS A, 2007 "Manual de Sensometría en Alimentos". Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos-Universidad Técnica de Ambato"
18. SHERMAK, M. A et al. Effect of yogurt on symptoms and kinetics of hydrogen production in lactose-malabsorbing children. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 62, p. 1003-1006, 1995.
19. SUAREZ F. L.; SAVAIANO, D. A.; LEVITT, M. D. Review article: the treatment of lactose intolerance. **Alimentary Pharmacology & Therapeutics**, v. 9, n. 6 p. 589-597, 1995.
20. VEGA Y LEÓN, S. et al. Leche de cabra: producción, composición y aptitud industrial. **Revista Carnilac Industrial**. 2005. Disponible en: <<http://www.alfa-editores.com/canilac.htm>>. Acesso em: 16 Oct. 2005.
21. VEITH, W. **Lactose Intolerance-Scientific Perspectives**. 2004. Disponível em: <http://www.amazingdiscoveries.org/health_lactose.htm>. Acesso em: 4 Ago. 2004.

22. VESA, T. H.; MARTEAU, P.; KORPELA, R. Lactose intolerance. **Journal of the American College of Nutrition**, v. 19, (Suppl. 2), p. 165S-175S, 2000.

23. WHITE, R. P. et al. Identification of capric acid as a potent vasorelaxant of human basilar arteries. **Stroke**, v. 22, n. 4, p. 469-476, 1991.

24. ZADOW, J. G. 1984. Lactose: Properties and uses. **Journal of Dairy Science**, v. 67, n. 11, p. 2654-2679, 1984.

NTE INEN 0009:87 AL 03.01-401 6 p 2. rev,
Leche cruda. Requisitos
Raw milk. Specifications

NTE INEN 0010:87 AL 03.01-402 5 p 2. rev,
Leche pasteurizada. Requisitos
Pasteurized milk. Specifications

NTE INEN 0710:83 AL 03.01-433 5 p
Yogur. Requisitos
Yogurt. Specifications

ANEXO A

**ANALISIS ESTADISTICO-DISEÑO DE BLOQUES
INCOMPLETOS
(HOJA ELECTRONICA EXCEL)**

ANOVA PARA LA ACEPTABILIDAD

Tabla No. 15: Análisis de varianza (ANOVA)

FV	SC	GL	CM	RV	Ft
Tr	6,7917	5	1,3583	9,3143	3,3258
A	2,2167	14	0,1583	1,0857	2,8647
B	1,4583	10	0,1458		
T	10,4667	29			

Rechazo Ho

Elaborado Por: Luis G. Ávalos V.

ANOVA PARA EL SABOR

Tabla No. 16: Análisis de varianza (ANOVA)

FV	SC	GL	CM	RV	Ft
Tr	5,7500	5	1,1500	5,1111	3,3258
B	4,4667	14	0,3190	1,4180	2,8647
E	2,2500	10	0,2250		
T	12,4667	29			

Rechazo Ho

Elaborado Por: Luis G. Ávalos V.

ANOVA PARA EL OLOR

Tabla No. 17: Análisis de varianza (ANOVA)

FV	SC	GL	CM	RV	Ft
Tr	3,6250	5	0,7250	3,4118	3,3258
A	5,0500	14	0,3607	1,6975	2,8647
B	2,1250	10	0,2125		
T	10,8000	29			

Rechazo Ho

Elaborado Por: Luis G. Ávalos V.

ANOVA PARA EL COLOR

Tabla No. 18: Análisis de varianza (ANOVA)

FV	SC	GL	CM	RV	Ft
Tr	8,5833	5	1,7167	5,8857	3,3258
A	12,3667	14	0,8833	3,0286	2,8647
B	2,9167	10	0,2917		
T	23,8667	29			

Rechazo Ho

Elaborado Por: Luis G. Ávalos V.

PAQUETE ESTADISTICO INFOSTAT

Análisis de Varianza para la Aceptabilidad

Tabla No. 19: Análisis de Varianza (ANOVA)

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	9,01	19	0,47	3,25	0,0302
Tratamiento	6,78	5	1,34	9,30	0,0022 **
Catadores	2,21	14	0,15	1,07	0,3244
Error	1,46	10	0,14		
Total	10,47	29			

Test: Tukey Alfa= 0,05 DMS= 0,83888

Tabla No. 20: Valor de Tukey.

Tratamiento	Medias	n	E.E.
5,00	4,50	5	0,17 A
6,00	4,40	5	0,17 A
3,00	3,90	5	0,17 A B
2,00	3,70	5	0,17 A B
4,00	3,40	5	0,17 B
1,00	3,30	5	0,17 B

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Análisis de Varianza para el Sabor

Tabla No. 21: Análisis de varianza (ANOVA)

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	10,22	19	0,54	2,39	0,0797
Tratamiento	5,74	5	1,14	5,10	0,0072 **
Catadores	4,46	14	0,30	1,42	0,4923
Error	2,25	10	0,23		
Total	12,47	29			

Test: Tukey Alfa= 0,05 DMS= 1,04199

Tabla No. 22: Valor de Tukey.

Tratamiento	Medias	n	E.E.
6,00	4,80	5 0,21	A
5,00	4,40	5 0,21	A B
4,00	4,20	5 0,21	A B
2,00	3,80	5 0,21	A B
1,00	3,60	5 0,21	B
3,00	3,40	5 0,21	B

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Análisis de Varianza para el Olor

Tabla No. 23: Análisis de Varianza (ANOVA)

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	8,68	19	0,46	2,15	0,1078
Tratamiento	3,62	5	0,72	3,41	0,0441 *
Catadores	5,03	14	0,36	1,68	0,2088
Error	2,13	10	0,21		
Total	10,80	29			

Test: Tukey Alfa= 0,05 DMS= 1,01263

Tabla No. 24: Valor de Tukey.

Tratamiento	Medias	n	E.E.
6,00	4,40	5 0,21	A
5,00	3,90	5 0,21	A B
4,00	3,80	5 0,21	A B
2,00	3,80	5 0,21	A B
3,00	3,70	5 0,21	A B
1,00	3,20	5 0,21	B

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Análisis de varianza para el Color

Tabla No. 25: Análisis de varianza (ANOVA)

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	14,09	19	0,74	4,24	0,0118
Tratamiento	4,63	5	0,93	5,84	0,0124 **
Catadores	9,47	14	0,68	3,03	0,0187
Error	1,75	10	0,18		
Total	15,84	29			

Los tratamientos no son iguales, son altamente significativos.

Test: Tukey Alfa= 0,05 DMS= 0,91895

Tabla No. 26: Valor de Tukey.

Tratamientos	Medias	n	E.E.
6,00	4,10	5 0,19	A
5,00	3,80	5 0,19	A B
3,00	3,10	5 0,19	B C
2,00	3,00	5 0,19	B C
4,00	3,00	5 0,19	B C
1,00	2,70	5 0,19	C

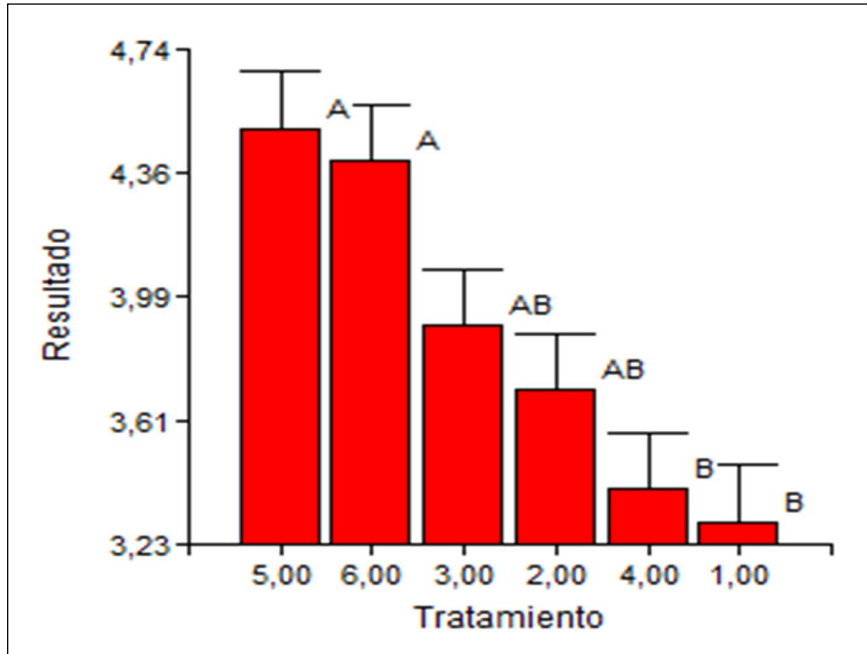
Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

ANEXO B

GRAFICOS DEL PAQUETE ESTADISTICO INFOSTAT

ACEPTABILIDAD

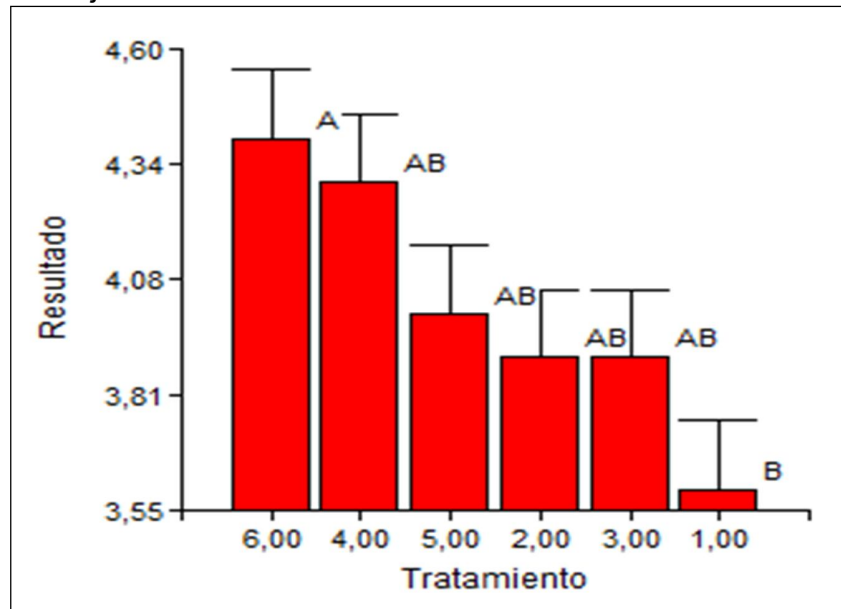
GRAFICO No. 15: Mejor Tratamiento



Elaborado Por: Luis G. Ávalos V.

SABOR

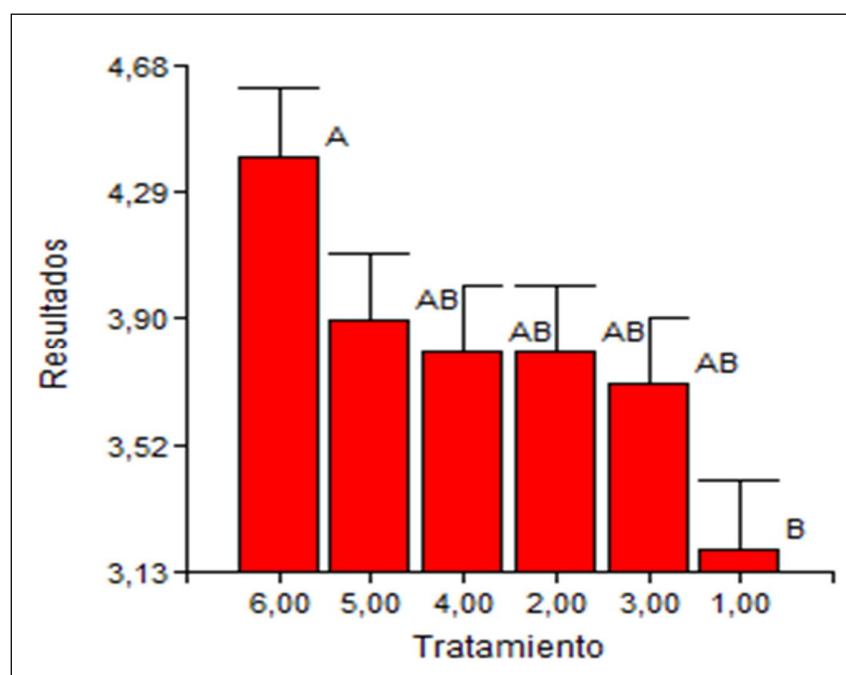
GRAFICO No. 16: Mejor Tratamiento



Elaborado Por: Luis G. Ávalos V.

OLOR

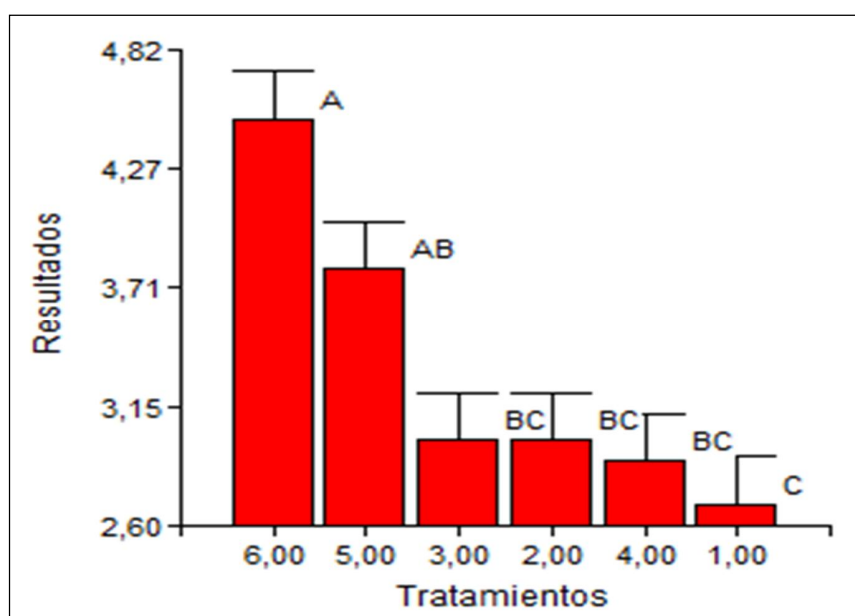
GRAFICO No. 17: Mejor Tratamiento



Elaborado Por: Luis G. Ávalos V.

COLOR

GRAFICO No. 18: Mejor Tratamiento



Elaborado Por: Luis G. Ávalos V.

ANEXO C

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO DE ELABORACIÓN

Desarrollo de la parte Experimental del Yogurt Deslactosado

Foto1. EKOMILK total



Foto2. Betastar (Analizador de antibióticos en la leche)



Foto3. Analizador de antibióticos y cloruros en la leche



Foto4. Termómetro



Foto5. Enzima Lactasa 5200 y fermento HANSEN

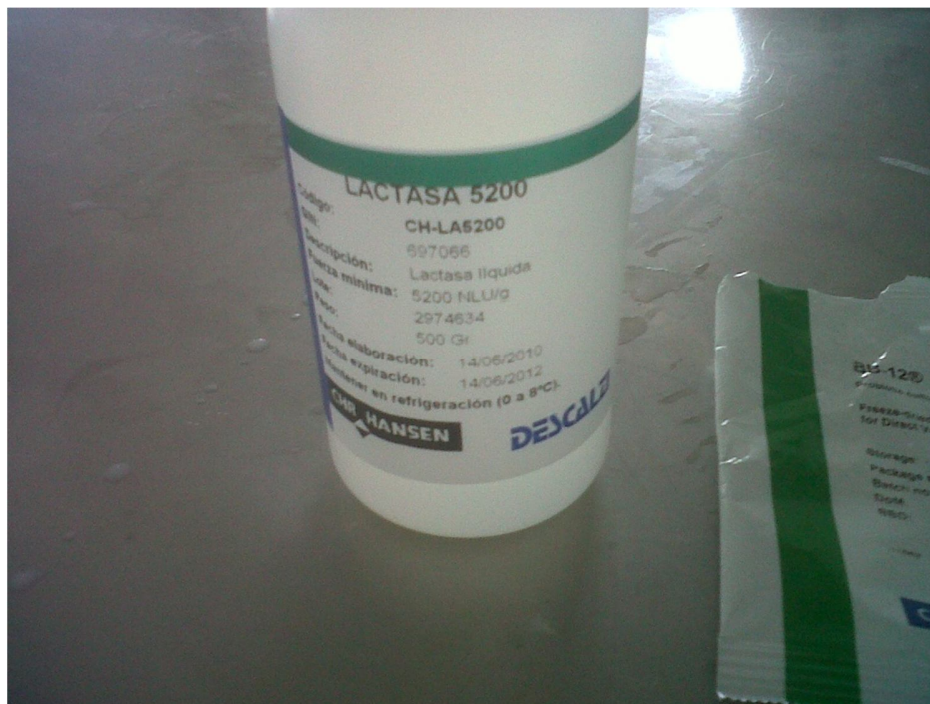


Foto6. Proceso de incubación



ANEXO D

ANÁLISIS ECONÓMICO

1.- MATERIALES DIRECTOS E INDIRECTOS

TABLA No. 27: Materiales directos e indirectos

MATERIALES	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (USD)	VALOR TOTAL (USD)
Leche	500 Lt	0.39	195.00
Enzima	3.45 Kg	147.90	510.25
Fermento	0.5 Kg	18.00	9.00
Envases	500	0.12	60.00
Etiquetas	500	0.125	62.50
Recipientes	3	25.00	75.00
			911.75

Elaborado Por: Luis G. Ávalos V.

2.-UTILIZACION DE EQUIPOS

TABLA No. 28: Utilización de equipos

EQUIPO	VALOR (\$)	TIEMPO DE VIDA UTIL (AÑOS)	COSTO ANUAL	COSTO POR DIA	COSTO/ h	TIEMPO UTILIZADO	VALOR
Pasteurizador	15000	10	1500	6	0.75	0.5	0.375
Desnatadora	4000	10	400	1.6	0.2	0.5	0.1
Homogenizador	10000	10	1000	4	0.5	0.5	0.25
Marmita	1200	10	120	0.48	0.06	0.5	0.03
Caldero	7500	10	750	3	0.375	1	0.375
Congelador	1200	10	120	0.48	0.06	24	1.44
							2.57

Elaborado Por: Luis G. Ávalos V.

3.- SERVICIOS

TABLA No. 29: Servicios

SERVICIO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	VALOR TOTAL
Energía	4 kw	0.12	0.48
Agua	1 m ³	0.20	0.20
			0.68

Elaborado Por: Luis G. Ávalos V.

4.- PERSONAL

TABLA No. 30: Personal

PERSONAS	SUELDO MENSUAL	SUELDO POR HORA	VALOR POR HORA	NUMERO DE HORAS	TOTAL
2	768.24	38.41	4.80	2	9.60
					9.60

Elaborado Por: Luis G. Ávalos V.

VALOR POR PARADA

Costo Unitario = $\frac{\text{Costo por parada}}{\text{Litros de Yogurt deslactosado}}$

$$\text{Costo Unitario} = \frac{924.60}{500} = 1.84 \text{ ctv.}$$

Costo Unitario Producción 1.84 + 0.55 (30%) por gastos de venta = 2.39

Utilidad por unidad= precio de venta – costo de producción + comercialización.

Utilidad por unidad= 2.75 – 2.39 = 0.036 (36%)

ANEXO E

HOJA DE CATACIÓN

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS**

Análisis sensorial de atributos y aceptabilidad en Yogurt deslactosado a base de leche de vaca.

Nombre del Catador:.....

Fecha:

INSTRUCCIONES: Para cada atributo y característica, sírvase evaluar la muestra escogiendo una de las cinco alternativas que se presentan en cada cuadro.

ATRIBUTOS	Clave de Muestra					
	330	524	218	674	149	417
Textura						
Olor						
Sabor						

1-Malo, 2-Regular, 3-Aceptable, 4-Bueno, 5-Muy Bueno

ATRIBUTOS	Clave de Muestra					
	330	524	218	674	149	417
Dulce						
Ácido						

1-Malo, 2-Regular, 3-Aceptable, 4-Bueno, 5-Muy Bueno

Grado de Satisfacción (Aceptabilidad)						
CARACTERÍSTICAS	Clave de Muestra					
	330	524	218	674	149	417
Aspecto/Apariencia						
Color						
Sabor en General						

1-Malo, 2-Regular, 3-Aceptable, 4-Bueno, 5-Muy Bueno

Observaciones sobre las muestras:.....

Fuente: WARCZOK, J. 2005

Elaboración: Luis Ávalos Velarde

ANEXO F

NORMAS INEN