



**UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ
EXTENSIÓN CHONE**

CARRERA INGENIERÍA EN ALIMENTOS

**TRABAJO DE TITULACIÓN MODALIDAD
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

TÍTULO

**“EFECTO EN LA CURVA DE ACIDEZ DE TRES TIPOS DE
INÓCULOS LÁCTEOS UTILIZADOS EN LA ELABORACIÓN DEL
YOGURT TIPO UNO”**

AUTORA

ADRIANA VICTORIA ZAMBRANO CAICEDO

TUTOR

ING. GEOVANNY MOREIRA MUÑOZ

CHONE-MANABÍ-ECUADOR

2017

Ing. Geovanny Moreira Muñoz, Docente de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Extensión Chone, en calidad de Tutor del Trabajo de Titulación.

CERTIFICO:

Que el presente: TRABAJO DE TITULACIÓN titulado: “EFECTO EN LA CURVA DE ACIDEZ DE TRES TIPOS DE INÓCULOS LÁCTEOS UTILIZADOS EN LA ELABORACIÓN DEL YOGURT TIPO UNO”, ha sido exhaustivamente corregido en varias sesiones de trabajo, se encuentra listo para su presentación y apto para su defensa.

Las opiniones y conceptos vertidos en este trabajo de titulación, son fruto del trabajo, perseverancia y originalidad de su autora: Adriana Victoria Zambrano Caicedo, siendo de su exclusiva responsabilidad.

Chone, Agosto del 2017

Ing. Geovanny Moreira Muñoz

TUTOR

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

La responsabilidad de las opiniones, investigaciones, resultados, conclusiones y recomendaciones presentados en este trabajo de titulación, es exclusividad de su autora.

Chone, Agosto del 2017

.....
Adriana Victoria Zambrano Caicedo



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ

EXTENSIÓN CHONE

CARRERA INGENIERÍA EN ALIMENTOS

INGENIERO EN ALIMENTOS

Los miembros del Tribunal Examinador aprueban el Trabajo de Titulación, sobre el tema: “EFECTO EN LA CURVA DE ACIDEZ DE TRES TIPOS DE INÓCULOS LÁCTEOS UTILIZADOS EN LA ELABORACIÓN DEL YOGURT TIPO UNO”, elaborado por la egresada, Adriana Victoria Zambrano Caicedo de la Carrera Ingeniería en Alimentos.

Chone, Agosto del 2017

.....

Ing. Odilón Schnabel Delgado

DECANO

.....

Ing. Geovanny Moreira Muñoz

TUTOR

.....

Ing. Luvy Loor Saltos

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

.....

Ing. Ramón Zambrano Moran

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

.....

Lic. Fátima Saldarriaga

SECRETARÍA

DEDICATORIA

A mi madre: Freya Caicedo Menéndez quien ha sido siempre el ejemplo de perseverancia y continuo logro de las metas que uno se propone, la misma que con amor me apoya en las diversas actividades de mi vida personal, educativa y emocional.

A mis hermanos: Alexandra, Plinio, Ignacio, Marjorie, Rodolfo, Freya y Carolina, los cuales en las diversas etapas de mi vida han sido mis amigos, compañeros y me animan a lograr mis metas.

Adriana

AGRADECIMIENTO

A Dios ser supremo que siempre nos guía y ayuda en las diversas facetas y metas de nuestra vida.

A la ULEAM Extensión Chone, Centro de Educación Superior, donde se nos formó y proporcionó los conocimientos para el desarrollo profesional.

A nuestros estimados docentes quienes con sabiduría fueron los facilitadores de nuestro aprendizaje acorde a las normas actuales.

Al Ing. Ing. Geovanny Moreira Muñoz quien de continuó me apoyó y dirigió de forma magistral en el desarrollo del trabajo de titulación.

Adriana

SÍNTESIS

La investigación efectuada sobre el “Efecto en la curva de acidez de tres tipos de inóculos lácteos utilizados en la elaboración del yogurt tipo uno”, se realizó en los Laboratorios de la Cooperativa de Producción Agropecuaria Chone, se usaron los inóculos cultivo natural, CHR HANSEN y YOMIX el mismo que fue el de mejor comportamiento de elaboración realizado el cual se presenta en las figuras 2 y 3 y se tienen los resultados del R² (coeficiente de correlación) en la línea de tendencia polinómica fue de 0,9466 y la lineal 0,942 es notable que la curva polinómica tiene un mayor puntaje. En cuanto al valor del pH fue de 4,5, lo cual permite considerar un buen producto y listo para el consumo humano. Por lo examinado se considera importante la promoción de aplicaciones de los conocimientos de inóculos para la elaboración de yogurt acorde con el desarrollo científico tecnológico que permita la elaboración de un producto de calidad con el uso de las buenas prácticas de manufactura y el uso de las normas INEN que rigen en el país para la elaboración de yogurt.

Palabras claves: yogurt, inóculos, curva de acidez.

ABSTRACT

The research carried out on the "Effect on the acid curve of three types of dairy inoculum used in the elaboration of type one yogurt" was carried out in the Laboratories of the Chone Agricultural Production Cooperative, using natural culture inoculants, CHR HANSEN And YOMIX, which was the one with the best processing behavior, which is presented in Figures 2 and 3 and has the results of R² (correlation coefficient) in the polynomial trend line was 0.9466 and the linear 0.942 it is notable that the polynomial curve has a higher score. As for the pH value was 4.5, which allows to consider a good product and ready for human consumption. For the purposes of this study, it is considered important to promote applications of knowledge of inoculate for the elaboration of yogurt according to scientific technological development that allows the elaboration of a quality product with the use of good manufacturing practices and the use of standards INEN that govern in the country for the elaboration of yogurt.

Keywords: yogurt, inoculate, acid curve

TABLA DE CONTENIDO

	PÁG.
Certificación del tutor	ii
Declaración de Autoría	iii
Aprobación del Tribunal	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimiento.....	vi
Síntesis	vii
Abstract.....	viii
Tablas de contenido.....	ix
Índice de Figuras.....	xi
Índice de Tablas	xii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	5
ESTADO DEL ARTE.....	5
1.1. Tipos de inóculos.....	5
1.1.1. Conceptos de yogurt natural tipo I.....	5
1.1.2. Concepciones de yogurt tipo I con inóculo YOMIX	7
1.1.3. Nociones de yogurt tipo I con inóculo CHR HANSEN.....	7
1.1.4. Investigación de estudio de campo abordado.....	8
1.1.4.1. Estudios de elaboración de yogurt natural tipo I.....	9
1.1.4.2. Investigaciones de fabricación de yogurt tipo I con inóculo YOMIX	10
1.1.4.3. Estudio de fermento mixto YO- MIX	10
1.1.4.4. Plan de bebidas lácteas funcionales (yogurt)	11
1.1.4.5. Bebida láctea tipo yogurt.....	12
1.1.4.6. Exploraciones de producción de yogurt tipo I con inóculo CHR HANSEN	13
1.1.5. Normativa para la elaboración del yogurt tipo I en el Ecuador.....	16
1.2. Porcentaje de acidez	20
1.2.1. Definición de acidez.....	22
1.2.2. Técnica de determinación de acidez.....	23
CAPÍTULO II	25
MATERIALES Y MÉTODOS	25
2.1. Metodología	25
2.1.1. Técnicas para determinación de acidez.....	25
2.2. Resultados	26

2.2.1. Proceso de elaboración de yogurt.....	26
2.2.2. Determinación de los resultados del proceso de producción de tiempo, acidez y pH de los inóculos YOMIX, NATURAL y CHR HANSEN	30
CAPÍTULO III	41
PROPUESTA	41
3.1. Tema.....	41
3.2. Materia prima equipos y reactivos	41
3.3. Proceso de producción de yogurt tipo I con inóculo YOMIX	42
CAPÍTULO IV	44
4.1. Investigaciones de estudios de fermentación de productos y sus similitudes con el proceso de elaboración de yogurt YOMIX tipo I	44
CONCLUSIONES	47
RECOMENDACIONES	48
BIBLIOGRAFÍA.....	49
ANEXOS.....	52

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura No 1. Diagrama de flujo	28
Figura No 2. Curva de YO-MIX polinómica	32
Figura No 3. Curva de YO-MIX lineal.....	33
Figura No 4. Curva de Cultivo NATURAL Lineal.....	35
Figura No 5. Curva de Cultivo NATURAL Polinómica	36
Figura No 6. Curva de CHR HANSEN lineal	38
Figura No 7. Curva de CHR HANSEN polinómica	39
Figura No 8. Diagrama de flujo para producción del yogurt con inóculo YOMIX	43

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla No 1. Especificación de la leche entera fermentada	17
Tabla No 2. Especificación de la leche semidescremada	17
Tabla No 3. Especificación de la leche Descremada	18
TablaNo 4. Requisitos microbiológicos en leche fermentada sin tratamiento térmico posterior a la fermentación	19
Tabla No 5. CULTIVO CHR-HANSEN.....	29
Tabla No 6. CULTIVO YO-MIX.....	30
Tabla No 7. CULTIVO NATURAL.....	30
Tabla No 8. Resultados estadísticos para la elaboración de yogurt con el inculo lácteo YO-MIX, análisis de acidez y pH	31
Tabla No 9. Resultados de tiempo, acidez y pH de NATURAL.....	34
Tabla No 10. Resultados de tiempo, acidez y pH de CHR-HANSEN	37

INTRODUCCIÓN

Chone es un cantón con variadas y enormes potencialidades económicas, además de poseer una gran diversidad biológica y una extraordinaria variedad de los ecosistemas que coexisten en este territorio, facilitando a su población el acceso a los recursos naturales dotándola de incontables oportunidades para impulsar el desarrollo sustentable.

El cantón Chone posee una biodiversidad extensa, su dinámica comercial se realiza en base a la producción ganadera existente, además de cultivos de cacao, café y una gran producción de cítricos como son la naranja, mandarina, toronja y maracuyá productos de ciclo corto, por lo tanto, se considera importante el impulso agroindustrial que es la razón de la presente investigación sobre el efecto en la curva de acidez de tres tipos de inóculos lácteos utilizados en la elaboración de yogurt tipo uno.

Desde 1874, Chr. Hansen produjo el primer cuajo animal estandarizado, estas enzimas han sido utilizadas por la industria láctea desde entonces y son consideradas de la más alta calidad; gracias a la satisfacción del cliente generalizado, la compañía mantiene su presencia dominante en el mercado de cuajo animal, mientras lidera el desarrollo de las Quimosinas Producidas por Fermentación (FPC) y coagulantes microbianos. (Hansen, 2016)

El lanzamiento de la segunda generación de FPC, CHY-MAX® M en 2008 continúa revolucionando la producción global de yogurt y queso a través de sus propiedades de aumentar el rendimiento y la calidad, el objetivo es el desarrollo de enzimas para aumentar el rendimiento y el valor del suero.

Gallo (2010) explica que el inóculo serie YO-MIX 500 es un cultivo lácteo que permite el desarrollo de bacterias que le dan acidez y sabor característico al producto lácteo fermentado.

El inóculo debe agregarse en la proporción adecuada dado que el fermento láctico tiene una presentación para 500 litros de yogurt, ante lo cual debe realizarse la proporción para los litros que se desean preparar, una vez adicionado el cultivo, se procede a accionar el motor del depósito durante 5 minutos, esto se realiza para mezclar y homogeneizar la leche pasteurizada, azúcar y leche en polvo con el cultivo láctico.

López (2012) señala: para el proceso del yogurt natural se debe usar las leches fermentadas son productos acidificados por medio de un proceso de fermentación, como consecuencia de la acidificación por las bacterias lácteas, las proteínas de la leche se coagulan. Luego estas proteínas pueden disociarse separándose es aminoácidos. Por esta razón; las leches fermentadas se digieren mejor que los productos no fermentados.

Bravo (2014) dice: la fermentación natural o controlada de la leche produce ácido láctico. Existen un gran número de microorganismos que producen ácido láctico, siendo los principales: *Streptococcus Lactis* y *Streptococcus Cremoris*, que se encuentran en el 90% de los cultivos lácticos.

Existen otros microorganismos por lo general heterofermentativos como *Leuconostoc Dextranicum* y *el Leuconostoc Citriforme* que actúan sobre los citratos de la leche, produciendo compuestos como el diacetilo, ácido acético, ácido propiónico, etc. Estos cultivos se pueden emplear directamente, preparando con ellos el cultivo madre que servirá para la inoculación de la leche, con la cual se preparará el yogurt.

Quetsa (2010) explica que los cultivos lácticos son microorganismos, seleccionados en laboratorio y utilizados por su acidificación láctica en la elaboración de y conservación de productos alimenticios.

El papel principal de los cultivos es la producción de ácido láctico por fermentación de la lactosa, producción de compuestos volátiles, asegurar la calidad y uniformidad del producto final.

El yogurt es un producto lácteo que se obtiene mediante la fermentación bacteriana de leche, a continuación, se presenta la importancia del yogurt tipo uno o yogurt entero natural a efectuarse en el cantón Chone.

La falta de información y el no tener una guía de estudios sobre la producción del producto y sus diversos tipos de inóculos lácteos de tres de ellos a utilizar como son el CHR HANSEN, YOMIX Y NATURAL, son una buena coyuntura, a elaborar para la elaboración de yogurt.

Por este medio se indicará el proceso tecnológico para la obtención de yogurt por medio de tres inóculos lácteos es sencillo y accesible económicamente, se requiere un conjunto de equipos y utensilios básicos, que al mismo tiempo con el cumplimiento de normas de

sanidad e higiene son imprescindibles para la fabricación de un alimento seguro y de inmejorable calidad.

La oportunidad investigativa se genera para el cumplimiento del trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniería en Alimentos por lo que se seleccionó el tema de efecto en la curva de acidez de tres tipos de inóculos lácteos utilizados en la elaboración de yogurt tipo uno, prácticas a elaborarse en los laboratorios de la Cooperativa de Producción Agropecuaria Chone.

En lo relacionado al problema de investigación es: ¿Cómo influye la curva de acidez de tres tipos de inóculos lácteos en la elaboración del yogurt tipo uno?, el objeto de investigación es: elaboración de productos lácteos, campo de acción la elaboración de yogurt tipo uno, idea a defender existe efecto diferenciado en la curva de acidez de los tres tipos de inóculos utilizados en la elaboración del yogurt.

El objetivo general es determinar el efecto en la curva de acidez de tres tipos de inóculos lácteos en el proceso del yogurt, la variable independiente: tipos de inóculos, el dependiente porcentaje de acidez y pH (Potencial hidrogeno).

En el siguiente trabajo de investigación se enlistan las tareas a realizarse:

- Realizar un análisis del estado del arte de las curvas de acidez y de los inóculos en la elaboración de yogurt.
- Definir y realizar el proceso de elaboración de yogurt utilizando tres tipos de inóculos diferente.
- Determinar las distintas curvas de acidez y sus respectivas ecuaciones para los inóculos empleados en la elaboración del yogurt.

Capítulo I, se presenta el estudio del arte del efecto en la curva de acidez de tres tipos de inóculos lácteos utilizados en la elaboración de yogurt tipo uno, los conceptos existentes sobre el tema, los estudios y las practicas realizadas sobre la producción de tres tipos de inóculos como son YOMIX, CHR HANSEN, NATURAL, los diversos procesos de su elaboración que permiten contrastarlos con la práctica realizada de los mismos en la Cooperativa de Producción Agropecuaria de Chone.

Capítulo II, se explica la metodología de la investigación efectuada y los resultados logrados de las experiencias realizadas durante 21 días en el laboratorio de la institución Agropecuaria de Chone, en donde se aplicó los conocimientos adquiridos en la formación profesional de la carrera de Ingeniería en Alimentos de la ULEAM extensión Chone, para la elaboración de yogurt YOMIX, CHR HANSEN, NATURAL de tipo natural y apto para el consumo humano.

Capítulo III, se expone una propuesta una vez logrados los resultados del mejor proceso en términos económicos y de tiempo para su elaboración por lo cual se presenta a continuación los detalles.

Capítulo IV, se explica el proceso efectuado del yogurt tipo con el inóculo con el mejor comportamiento que fue el YOMIX y se lo compara con otras investigaciones previas efectuadas sobre el uso del inóculo y la elaboración del producto con sus características y similitudes en su elaboración.

Se finaliza con las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos en donde se presentan fotos durante el proceso de aplicación práctica, logrados de la investigación realizada durante el proceso de obtención informativa de especialistas en la materia y de campo.

CAPÍTULO I

ESTADO DEL ARTE

1.1. Tipos de inóculos

El yogurt es uno de los productos que tiene una larga existencia, el cual ha trascendido en el tiempo y mantiene popularidad y un gran potencial de crecimiento el mismo que parece infinito, “a partir del año 2000 en el mundo la producción y suministros de este producto se han incrementado de forma notable hasta alcanzar 40 millones de toneladas” (Ana Zielinski, 2013) y de forma continua aparecen nuevas variedades en el mercado, por el impulso y la tendencia hacia alimentos más naturales y funcionales.

Además, es importante destacar que para la elaboración de yogurt se requiere de cultivos lácteos, en la actualidad se utilizan ingredientes estratégicos y naturales para ayudar a los productores de yogur a perfeccionar la elaboración y mejorar los costos, flexibilidad y calidad de la producción.

1.1.1. Conceptos de yogurt natural tipo I

El cultivo láctico para yogurt, se compone de una combinación de *Streptococcus thermophilus* (ST) y *Lactobacilos bulgaricus* (LB) al 50%; estos dos microorganismos se desarrollan en simbiosis y ambos son responsables de la fermentación láctica de la leche, por lo que, para producir un buen yogurt, es significativo conservar el balance en elaboraciones sucesivas.

Los procedimientos rigurosos de temperatura podrían inhibir el crecimiento de ST y favorecer el crecimiento de LB. El proceso de pasteurización a 90°C durante algunos minutos inactiva bacteriófagos presentes en la leche, pero se prefiere usar leche descremada en lugar de leche desengrasada para acrecentar los sólidos en el medio de cultivo; los centros de producción deben laborar de forma cercana a los distribuidores de los cultivos con la finalidad de monitorear a los fagos.

El tratamiento del inóculo para la producción de metabolitos secundarios, se compone de moléculas sintetizadas por microorganismos, en una fase tardía de su ciclo de crecimiento, las características no son vitales para la evolución del microorganismo que los produce, los productos elaborados se logran con un grupo limitado de organismo, y

el proceso de elaboración puede de forma fácil perderse por transformación espontánea. (Rodríguez, 2015)

De acuerdo al especialista Alancay la inoculación radica en agregar a la leche el cultivo activado de yogurt en la igualdad de 20 gramos por litro de leche, durante este proceso operativo se puede añadir fruta, saborizantes y colorantes para resaltar el color y sabor de la pulpa frutal incluida, luego se agita de forma suave hasta lograr una mezcla homogénea.(Alancay, 2016)

La transformación natural o intervenida de la leche provoca ácido láctico, se producen una gran cantidad de microorganismos que producen lo mencionado, siendo los principales: *Streptooccus Lactis* y *Streptococcus, Cremoris*, estos se hallan en el 90% de los cultivos lácticos, además se producen otros microorganismos por lo general *Heterofermentativos* como *Leuconostoc Dextranicum* y el *Leuconostoc Citrivorum* que intervienen sobre los citratos de la leche, ocasionando la producción de compuestos como el diacetilo, ácido acético, propiónico, entre otros, estos cultivos pueden ser usados de forma directa, preparando con ellos el cultivo madre que se utilizará para la inoculación de la leche, con la cual se elaborara el yogurt. (ITDG, 2015)

De acuerdo a Rodríguez (2015) el desarrollo de inóculo natural para el proceso del yogurt se desarrolla con técnicas biotecnológicas que radican en la operación de los organismos, esencialmente a escala genética, para usos concretos. En estas concepciones está entendida la biotecnología tradicional y la denominada biotecnología moderna en la que la tecnología del ADN recombinante, asimismo denominada ingeniería genética, la cual se ha transformado en parte central de la misma.

En el proceso de elaboración del producto deseado, los procedimientos biológicos actúan como catalizadores de la reacción favoreciendo que ésta se lleve a cabo en contextos óptimos y con el mayor producto. Las técnicas biológicas usadas son: microorganismos, cultivos celulares, enzimas o esporas.

De todos se distingue a los microorganismos debido a dos razones fundamentales: su elevada multiplicidad y plasticidad metabólica y la sencillez y economía de su cultivo, la manipulación tiene dos fases: la de preparación, incluyendo la fermentación, y la de elaboración del producto.

Los aspectos vitales de esta etapa consisten en: la instalación de un microorganismo de interés industrial, por lo general ese microorganismo provendrá de recopilaciones o bien de las cepas salvajes existentes en la naturaleza. (Rodríguez, 2015)

1.1.2. Concepciones de yogurt tipo I con inóculo YOMIX

El inóculo YOMIX es un fermento de procedencia francesa de la marca DUPONT DANISCO, el cual al ser liofilizado se mantiene por un tiempo aproximado de 12 a 18 meses a 4° C sin el uso de equipos especiales; ya que se encuentran diseñados para el cultivo directo de leche, su actividad es estandarizada y garantizada.

Los cultivos para yogurt YOMIX tienen varias presentaciones de acuerdo al tamaño de la producción:

- Sobres de 500 unidades, los mismos que rinden para 6.000 litros de acuerdo a la dosis.
- Tubos de 7,5 unidades y 38 unidades, los cuales rinden para 50 y 250 litros según la dosis. (Quetsa, 2010)

1.1.3. Nociones de yogurt tipo I con inóculo CHR HANSEN

La empresa de CHR HANSEN tiene 140 años en el mercado y se encarga de conocer las preferencias de los consumidores, su Departamento de Marketing ha logrado conocer que la tendencia va hacia lo saludable y se demanda que el producto tenga una reducción de grasa, menos azúcar, debido a la intolerancia a la lactosa, lo cual es un reto que exige nuevos productos para cubrir la demanda de esos grupos específicos.

Desde que CHR. HANSEN presentó su marca de cultivos de yogur modernos YoFlex en 2006, la empresa ha centrado su atención en el desarrollo de cultivos con sabor y propiedades texturizantes únicos, entre otras cosas, para lograr un buen desarrollo de leche baja en grasa, con el deseo de ofrecer una solución de protocolo limpio que pudiera reducir o incluso eliminar el uso de estabilizantes, espesantes y aromas añadidos para compensar la ausencia de grasa, expone Karsten Tjener de la empresa (Hansen, 2016)

Invariablemente, CHR. HANSEN obtuvo un enfoque científico que requirió un estudio completo de sus competencias básicas de I+D, y un compromiso en equipo ejecutado por toda la organización:

- Investigando entre la amplia colección de cultivos (más de 18.000 cepas) componentes específicos de aroma.
- Operación robótica de yogures a muy pequeña escala que hizo viable la evaluación rápida de un gran número de productos
- Secuenciación del genoma y observación de microarray de expresión genética
- Valoración sensorial de muchos parámetros, circunscribiendo el test ciego de percepción de grasa (la experiencia del buen aroma y textura que normalmente están relacionados con la grasa).
- Mejora de conceptos sobre la presentación del cultivo en varios tipos de yogur adaptados a específicos segmentos de consumidores o comidas, como productos bajos en grasa con nueva imagen, para mujeres ansiosas por el consumo de calorías o tolerancia saludable para familias que desean un postre delicioso y sano. (Hansen, 2016)

Los conceptos expuestos sobre tres tipos de inóculos para la elaboración y proceso del YOGURT NATURAL, YOMIX Y CHR HANSEN permiten conocer la producción con el uso de los productos mencionados los cuales en el mundo digital de comunicación ha permitido que las empresas proveedoras de las cepas mejoren la calidad del productos para su competitividad, uso y elaboración de productos de óptima calidad para el consumo humano como es el yogurt, a continuación se presentan las investigaciones para su elaboración.

1.1.4. Investigación de estudio de campo abordado

Actualmente el consumo del yogurt tiene demanda en el país, cantón y la ciudad de Chone lugar donde se efectuó la investigación sobre determinar el efecto en la curva de acidez de tres tipos de inóculos lácteos en el proceso del yogurt; a continuación, se presentan exploraciones sobre el tema efectuadas a nivel internacional y nacional.

1.1.4.1. Estudios de elaboración de yogurt natural tipo I

En la investigación efectuada en la Universidad Técnica de Machala realizada por Katherine Fernanda Vargas León con el tema: “Causas determinantes para que se produzca el efecto sinéresis en la elaboración del yogurt a base de frutas y las posibles consecuencias que provoque su ingesta en el cantón Huaquillas” (León, 2013), de acuerdo a los investigadores la sinéresis, es la separación de las fases que componen una suspensión o mezcla, es la extracción o expulsión de un líquido de un gel, por lo que el gel pasa de ser una sustancia homogénea a una segregación de componentes sólidos separados y contenidos en la fase líquida, la separación del suero sanguíneo de la sangre coagulada, así como la separación en suero y cuajada a partir de la leche cortada forman este proceso.

Si existe sinéresis de bajo contenido en proteína, se debe incluir leche en polvo con proteína, y para un contenido apropiado en grasa se debe utilizar leche entera y de calidad excelente, en cuanto a la temperatura esta debe ser controlada durante el proceso de elaboración, en lo que se refiere a la fermentación es necesario utilizar el tiempo apropiado para el yogurt que es de seis horas.

En el estudio efectuado en la Universidad de Guayaquil por Gálvez y Heras con el tema: Estudio experimental sobre la obtención de Kefir (Leche Kefirada) en nuestro medio, partiendo de la reproducción y mantenimiento de los nódulos de Kefir se resalta lo siguiente:

El yogurt natural realizado con pequeños granos de masa gelatinosa blanca los cuales son una unión de varios microorganismos, es decir de una multitud de bacterias y levaduras o crema de leche, en el caso Heras (2012) explican que para elaborar la crema de leche con bacterias y levaduras se explica que se debe dejar la leche fermentada (el yogurt) sobre un trapo o algo que permita el paso del suero, para dejar arriba únicamente la crema del yogurt, cuando ya no hay suero, lo que queda es la crema de kefir de leche, o con bacterias y levaduras, esto después de esperar de 24 a 36 horas mientras se filtra el suero, al final, a la crema obtenida se le agrega un poco de aceite de oliva y sal al gusto, el producto final es la crema lista para consumir.

Heras (2012) menciona que, aunque el sabor del yogurt elaborado con leche con una variedad de bacterias y levaduras tiene un sabor muy característico, tiene la posibilidad

de sustituir al yogurt comercial, la crema de leche, las leches ácidas, etc. en cualquier receta, entendiendo así que sus posibilidades para ser utilizadas en recetas son inmensas, aunque el calor hace que pierda sus características saludables.

Es recomendable que siempre se usen en frío, en recetas frías, aunque al final se puede agregar a platos más templados, también el yogurt es apropiado en los desayunos, en las meriendas y en los postres; sirve para aderezar ensaladas, si se tienen primeros platos, etc.; si se tiene la oportunidad y la fórmula, se pueden preparar sustancias exquisitas que utilizan regularmente crema de leche, pero siendo sustituida por este alimento nutritivo.

1.1.4.2. Investigaciones de fabricación de yogurt tipo I con inóculo YOMIX

En lo que corresponde a la investigación sobre el proceso de yogurt YO-MIX 500, realizado por Carla Tatiana Echeverría Jumbo, elaborado en el año 2010 se encuentra el estudio de pre factibilidad para la elaboración de yogurt batido a base de leche descremada, edulcorante y pulpa de fruta, en la línea de productos lácteos del grupo Salinas”.

En el proceso para elaborar yogurt se detalla que se procedió a analizar y escoger las materias primas requeridas: leche en una cantidad de 5 litros, luego con una tela esterilizada se la cuela para eliminar piedras o pelos en la misma, luego el 80% de la leche filtrada se somete al descremado, lo cual es pasar la leche entera cruda y filtrada por un separador centrífugo, por lo que se obtiene crema y leche descremada, con grasa a 50,2% y 0.91 respectivamente; la parte descremada se la utiliza para pasteurización del yogurt a una temperatura de 80 °C por un tiempo de 30 minutos, luego se enfría e inocula 500 ml de leche y se combina con otra parte y se revuelve lentamente, luego se incuba por un periodo de 4 horas. (Jumbo, 2010)

1.1.4.3. Estudio de fermento mixto YO- MIX

En la Universidad Politécnica del Chimborazo se realizó la investigación “elaboración y control de calidad de una bebida a base de suero de leche y avena (*avena sativa*), para producoop “el salinerito”, por Glenda Estefanía Vega Montero. (Montero, 2012)

Una diferencia importante entre los subgrupos de las bacterias lácticas radica en qué tipos de productos de fermentación generan a partir de los azúcares. El grupo

homofermentativo produce solamente el ácido láctico, y el heterofermentativo produce otros compuestos como etanol y CO₂.

Los cultivos lácticos son cultivos puros o mezclas de cultivos de bacterias lácticas, la mayoría de ellos son cultivos congelados en nitrógeno líquido, sembrados en un medio idóneo y concentrado por centrifugación. De este modo se facilita, con evidentes ventajas, la carga, distribución y almacenaje de los cultivos concentrados congelados.

Con la utilización de estos cultivos se elimina la necesidad de mantener la colección de cultivos y efectuar las correspondientes siembras rutinarias. También se evitan los problemas de contaminación de los cultivos durante el mantenimiento o resiembra de los mismos. La cantidad de células es tan grande, en muchos de estos cultivos, que se pueden emplear envases de unos 45 g (conteniendo alrededor de 310 g de concentrado) para siembra directa en un tanque quesero de más de 2250 kg de leche.

Para el desarrollo de esta investigación se utilizó el fermento mixto YO- MIX (Yogurt Cultures), el mismo que posee todas las propiedades deseadas para casi cualquier aplicación en yogurts o leches fermentadas, se compone de una mezcla de cepas tradicionales de yogurt *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus delbrueckii subsp.bulgaricus*. YO-MIXTM 300 LYO 10 unidades es una mezcla de cepas seleccionadas para la inoculación directa en las bases de la leche, la leche y otros productos alimenticios. Estas cepas han sido fundamentalmente asociados para compensar las necesidades en cuanto a la acidificación, la textura y el sabor.

1.1.4.4. Plan de bebidas lácteas funcionales (yogurt)

El proyecto efectuado sobre “Desarrollo de bebidas lácteas funcionales (yogurt) con énfasis en ácido linoleico conjugado (ALC)” elaborado por Marby Roció Barón Núñez, Luís Felipe Gutiérrez Álvarez, Julián Adolfo Osorio, del Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos (ICTA), Universidad Nacional de Colombia, en el año 2010, busca establecer los ambientes de manipulación que deben ser aplicados para mejorar la producción CLA en bebidas lácteas fermentadas, evaluando el uso de bacterias probióticas.

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de diferentes condiciones de procesos para la elaboración de yogurt, con el fin de identificar la influencia de tales condiciones

en la producción de ácido linoleico conjugado CLA. Se realizó un diseño completamente al azar con estructura factorial 2x3x4 siendo el sustrato (leche entera y leche con adición de aceite de soya), el tiempo de fermentación (4, 6 y 8 horas) y las cepas (*yomix*, *yomix* + *Lactobacillus acidophilus*, *yomix* + *Lactobacillus rhamnosus* y *yomix* + *Bifidobacterium bifido*) los factores de estudio.

El diseño experimental se conformó de 24 tratamientos realizados por triplicado. El contenido de ácido linoleico conjugado CLA en cada yogurt fue estimado efectuando mediciones del perfil de ácidos grasos. Como resultado, se encontraron, los mayores contenidos de CLA (1,79% en porcentaje de área) fueron obtenidos en los yogures elaborados a partir de la leche entera empleando como cultivo YOMIX durante una fermentación de 4 horas. (Nuñez, 2010)

Se utilizó suero parcialmente desmineralizado, 40% deshidratado (Conaprole, Montevideo, Uruguay) el que fue reconstituido con agua potable a 30 °C filtrada inmediatamente antes de cada elaboración, simulando de esta forma el suero obtenido por nano filtración. Los aditivos utilizados fueron: almidón de mandioca modificado (SuperCorp® 75, Horizonte Amidos, PR, Brasil; Gelatina (Boom 220, Bloom, Leiner Davis, NY, USA) y Goma arábica (Fiber Gum, Nexira Food, Francia).

Se utilizó un fermento liofilizado hexopolisacárido compuesto por *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus* recomendado para yogures batidos (Yo-Mix 495 LYO 250 DCU, Danisco, Francia) y para el proceso de deslactosado fue utilizada enzima lactasa Maxilact®L2000 (DSM Food Specialties B.V., Delft, Holanda).

1.1.4.5. Bebida láctea tipo yogurt

En un estudio realizado por Miraballes M; Jorcín S; López T; Gámbaro A, realizado en el Departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos de la Facultad de Química, Universidad de la República de Montevideo, Uruguay, en el año 2010, para elaborar una bebida láctea la cual se fermenta usando el suero de queso.

Una vez reconstituido el suero, el mismo se calentó a 50 °C en baño de maría y se mezcló con los ingredientes sólidos, utilizando un agitador mecánico durante cinco minutos. Luego se le realizó el tratamiento térmico, llevando la mezcla a una temperatura de 90 °C, la que se mantuvo durante cinco minutos. Posteriormente la

mezcla fue colocada en frascos de vidrio de 800 ml con tapas estériles y enfriada en baño de agua a 42 °C.

Una vez alcanzada dicha temperatura, se inoculó con el fermento obteniendo una concentración de 0,2 DCU/L, se le agregó la enzima lactasa a una concentración de 200 NLU/ml, y se llevó a una estufa de convección forzada donde se mantuvo a una temperatura de 42 °C.

El proceso de fermentación fue monitoreado por medio de pH y finalizó cuando se alcanzó un valor de pH de 4,5. Luego la muestra fue enfriada a 25 °C en baño de agua, una vez alcanzada esa temperatura el batido fue realizado utilizando un agitador mecánico de paletas, a 100 RPM durante tres minutos. Posteriormente se almacenó a 4 °C hasta su evaluación. (M. Miraballe, 2010)

1.1.4.6. Exploraciones de producción de yogurt tipo I con inóculo CHR HANSEN

CHR. HANSEN salta los muros que admiten reducir los productos para el proceso homogéneo en la elaboración de yogur, manteniendo su calidad y reduciendo los valores de producción, con el nuevo cultivo YOFLEX ACIDIFIX, con una alta estabilidad de pH.

Lograr una calidad óptima es una prioridad para los fabricantes de yogur, que demandan para ello un proceso muy costoso, mediante el empleo de texturizantes añadidos que a menudo, tienen un costo elevado de entre el 20-25% del valor total presupuestado.

CHR. HANSEN ha logrado elaborar una nueva solución que ayuda a bajar los costos de forma significativa con la elaboración de YOFLEX ACIDIFIX un cultivo que permite lograr una excepcional estabilidad de pH que puede convertirse en una forma novedosa de la forma en la que se produce yogur. (Paniagua, 2015)

La habilidad para obtener una disminución del costo para la fabricación de yogurt se considera preservando la textura lograda durante la fermentación, de forma que serían necesarios menos texturizantes, como por ejemplo proteína. Lo mencionado se logra con el uso un método de fabricación más suave donde el yogur permanece caliente hasta que es pasado a los envases para evitar el estrés mecánico y la agitación. Sin embargo, hasta ahora no se ha podido aplicar esta tecnología porque no había cultivos disponibles

que tuvieran un pH suficientemente estable, ya que el resultado eran yogures demasiado ácidos.

YOFLEX ACIDIFIX logra reducir hasta un 0,6% la adición de proteína en el yogur, lo que puede significar un buen ahorro en la producción de yogur elaborado en especial por las grandes industrias con una producción de 50.000 toneladas al año. La mejora en los costos de producción lo provee CHR. HANSEN, con el lanzamiento YOFLEX ACIDIFIX un cultivo con pH estable que, a través de un llenado en caliente, hace posible que los fabricantes obtengan la textura deseada en el yogur con un contenido en proteínas 0,3-0,6% más bajo que con otros cultivos de yogur.

En opinión de Karsten Tjener, Marketing Director Fresh Dairy de Chr. Hansen, “yo creo que esta es la forma futura de elaborar yogur. Con el ahorro potencial que se puede conseguir con esta tecnología, la inversión en equipo adicional que requiere será compensada con creces con el tiempo. Para los fabricantes de yogur, esto puede aumentar significativamente los resultados”. (Paniagua, 2015)

Otra bondad de este nuevo producto, es su capacidad para producir bases de yogur muy suaves, y por otra, que, debido a su alta estabilidad de pH, aleja el problema de una continua acidificación durante la vida útil, y puesto que se mantienen los otros requerimientos de calidad, contribuye a alargar la duración del producto.

En palabras de Marie Brenoe, Brand Manager Fresh Dairy de CHR. HANSEN, “creemos que YOFLEX ACIDIFIX puede ayudar a los clientes a extender su oferta y atraer nuevos grupos de consumidores, lo cual permite también incurrir con el producto en la industria de helados donde la variedad de aromas es mucho mayor que la de yogur”. (Paniagua, 2015)

La investigación elaborada por Jorge Andrés Flores Jara en la Universidad Zamorano indica que en la planta procesadora de Lácteos Zamorano, en el año 2012, elabora yogur semi sólido de sabor natural (2.5% de grasa y 8% de azúcar) utilizando el cultivo láctico comercial YOFLEX YC-180, el distribuidor brinda una mejor alternativa en cuanto al cultivo, el YOFLEX MILD 1.0, que según la descripción técnica en comparación al primer cultivo, produce muy baja post-acidificación en el producto final, lo cual permite conseguir un producto con sabor y aroma muy suave y viscosidad extra alta. (Hansen, 2016)

La importancia del estudio se basa en comparar los dos cultivos lácticos, reduciendo el contenido graso de 1.5% de grasa y calórico equal, edulcorante no calórico, del yogur para ofrecer un producto más saludable al consumidor.

En la investigación no se apreciaron de forma comparativa el efecto resultante de otros edulcorantes (calóricos o no calóricos), otros porcentajes de contenido graso del yogur simple semi sólido, ni la incorporación de sabores y color al producto; la principal limitante fue no contar con un panel fijo y entrenado para las evaluaciones sensoriales exploratorias, tampoco se realizó una evaluación de sinéresis en el producto final y no se realizaron otras pruebas microbiológicas a parte de la que se determina como prueba de rigor lo cual se refiere al recuento de coliformes.

Se pretende sugerir la sustitución del cultivo láctico iniciador del yogur por otro que pueda ofrecer un producto final con una baja acidez y mejores características organolépticas, así como reducir el contenido graso y calórico ya que esto permitiría al consumidor tener una opción más saludable, además de que optimizaría los ingresos dentro de la cartera de productos con la marca Zamorano.

Entre los ingredientes para fabricar los tratamientos se usó leche de vaca, cultivos lácticos comerciales YOFLEX YC-180 y YOFLEX MILD 1.0 edulcorante no calórico, leche descremada en polvo (LDP), estabilizante para yogur y sorbato de potasio como preservante.

Para la elaboración del yogur semi sólido natural con edulcorante y bajo en grasa se tomó como referencia la formulación establecida en la planta de lácteos de Zamorano, modificando el contenido graso de la leche utilizada para la mezcla base ya que normalmente se emplea leche estandarizada al 2.5%.

Por medio de un cuadrado de pearson se procedió a calcular las cantidades de leche entera (3.6% de grasa) y leche descremada (0.5% de grasa) necesarias para establecer un contenido graso de 1.5% en la leche utilizada para los cuatro tratamientos.

Se inocularon dos tratamientos con el cultivo láctico iniciador empleado en la planta de lácteos YOFLEX YC-180 y los otros dos tratamientos con el nuevo cultivo láctico comercial iniciador YOFLEX MILD 1.0.

Se incubaron a dos temperaturas diferentes establecidas en las especificaciones técnicas de los cultivos, 40 y 45°C respectivamente. (Jara, 2012)

De acuerdo a (Hansen, 2016) el conjunto de los productos lácteos de los que tienen más éxito actualmente son los probióticos, es un mercado que se incrementa de forma rápida, el consumo de estos productos entre los consumidores se ha incrementado, por lo que los directivos se esfuerzan por aplicar en las normativas y directrices que aseguren la promoción correcta de estos productos.

Sin embargo, no se trata únicamente de la salud; un excelente sabor y productos atractivos son igualmente importantes, las características específicas de una mezcla probiótica, la cual no debería limitarse a los efectos beneficiosos, clínicamente documentados, sino que, debería incluir textura, aroma, y parámetros de proceso, los cultivos probióticos de CHR. HANSEN han sido diseñados para satisfacer estos requisitos.

Como se puede notar existen investigaciones similares que explican el efecto en la curva de acidez de tres tipos de inóculos lácteos en el proceso del yogurt, los cuales se van a utilizar para determinar cuál será la mejor evolución de la acidez en el proceso de elaboración, además a continuación se presentan las normativas necesarias para la fabricación de yogurt en el Ecuador.

1.1.5. Normativa para la elaboración del yogurt tipo I en el Ecuador

De acuerdo a la norma técnica NTE INEN 2395:2011 segunda revisión, esta norma establece los requisitos que deben cumplir las leches fermentadas, destinadas al consumo directo, la cual aplica a las leches fermentadas naturales como: yogur, kéfir, kumis, leche cultivada o acidificada; leches fermentadas con ingredientes y leches fermentadas tratadas térmicamente, no se aplican a las bebidas de leches fermentadas.

En el país las bebidas como el yogurt requieren de un análisis físico-químico (proteínas, grasa, sólidos totales y cenizas), y microbiológico para verificar el grado de cumplimiento con respecto a la normativa vigente (INEN 2564:2011) del producto recién elaborado y durante las tres semanas siguientes, para comprobar que la bebida cumpla con los requisitos microbiológicos establecidos por la Norma Técnica Ecuatoriana de bebidas lácteas.

Las leches fermentadas, ensayadas de acuerdo con las normas ecuatorianas correspondientes deben cumplir con lo establecido:

Tabla No 1. Especificación de la leche entera fermentada

Requisitos	Entera		Método de ensayo
	Mínimo	Máximo	
	%	%	
Proteína, % m/m En yogur, kéfir, Kumis,leche cultivada	2,7	--	NTE INEN 16

Fuente: (INEN, 2011). **Elaborado por:** La Autora

Tabla No 2. Especificación de la leche semidescremada

Requisitos	Semidescremada		Método de ensayo
	Mínimo	Máximo	
	%	%	
Proteína, % m/m En yogur, kéfir, kumis,leche cultivada	2,7	--	NTE INEN 16

Fuente: (INEN, 2011). **Elaborado por:** La Autora

Tabla No 3. Especificación de la leche Descremada

Requisitos	Descremada		Método de ensayo
	Mínimo	Máximo	
	%	%	
Proteína, % m/m	2,7	--	NTE INEN 16
En yogur, kéfir, kumis, leche cultivada			

Fuente: (INEN, 2011). Elaborado por: La Autora

Para efectos de esta norma se adoptan las siguientes definiciones:

El yogurt es el producto coagulado obtenido por fermentación láctica de la leche o mezcla de esta con derivados lácteos, mediante la acción de bacterias lácticas *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* y *Streptococcus salivaris* subsp. *thermophilus*, pudiendo estar acompañadas de otras bacterias benéficas que por su actividad le confieren las características al producto terminado; estas bacterias deben ser viables y activas desde su inicio y durante toda la vida útil del producto. Puede ser adicionado o no de los ingredientes y aditivos indicados en esta norma. (Andina, 2009)

Los residuos de medicamentos veterinarios y sus metabolitos no deben superar los límites establecidos por el Codex Alimentario CAC/LMR 1-2 en su última edición. Se permite el uso de vitaminas, minerales y otros nutrientes específicos, de acuerdo con lo establecido en la NTE INEN 1334-2.

Los requisitos específicos a las leches fermentadas podrán añadirse: azúcares o edulcorantes permitidos, frutas frescas enteras o en trozos, pulpa de frutas, frutas secas y otros preparados a base de frutas. El contenido de fruta adicionada no debe ser inferior al 5 % (m/m) en el producto final.

La leche que se utilice para la elaboración de leches fermentadas debe cumplir con la NTE INEN 09, y posteriormente ser pasteurizada (ver NTE INEN 10) o esterilizada (ver NTE INEN 701) y debe manipularse en condiciones sanitarias según el Reglamento de Buenas Prácticas de Manufactura del Ministerio de Salud Pública.

Los requisitos microbiológicos al análisis microbiológico correspondiente las leches fermentadas deben dar ausencia de microorganismos patógenos, de sus metabolitos y toxinas, las leches fermentadas, ensayadas de acuerdo con las normas ecuatorianas correspondientes deben cumplir con los requisitos microbiológicos establecidos en la tabla 4. (INEN, 2011).

Tabla No 4. Requisitos microbiológicos en leche fermentada sin tratamiento térmico posterior a la fermentación

Requisito	n	M	M	c	Método de ensayo
Coliformes totales, UFC/g	5	10	100	2	NTE INEN 1259-7
Recuento de <i>E. coli</i> , UFC/g	5	<1	-	0	NTE INEN 1259-9
Recuento de mohos y levaduras, UFC/g	5	200	500	2	NTE INEN 1259-10

Fuente: (INEN, 2011)

En donde

n = Número de muestras a examinar.

m = Índice máximo permisible para identificar nivel de buena calidad.

M = Índice máximo permisible para identificar nivel aceptable de calidad.

c = Número de muestras permisibles con resultados entre m y M.

Como se puede notar los requisitos microbiológicos de las leches fermentadas deben dar ausencia de microorganismos patógenos, de sus metabolitos y toxinas, para la elaboración de yogurt para el consumo humano por lo que también debe cumplirse con las nuevas normas para la certificación de Buenas Prácticas de Manufactura para alimentos procesados. (Agencia Nacional de Regulación, 2015)

Cuando se analicen muestras individuales se tomarán como valores máximos los expresados en la columna m.

Las leches fermentadas tratadas térmicamente y envasadas asépticamente deben demostrar esterilidad comercial de acuerdo a NTE INEN 2335

Aditivos. Se permite el uso de los aditivos establecidos en la NTE INEN 2074 para estos productos.

Contaminantes. El límite máximo de contaminantes no debe superar los límites establecidos por el Codex Stan 193-1995. (INEN, 2011)

1.2. Porcentaje de acidez

La acidez de la leche se expresa considerando el ácido que posee la leche el cual es denominado ácido láctico por lo que se calcula la acidez mediante gramos de ácido láctico, este se calcula con la medida de 100 ml de leche.

Las cantidades son variables, ya que dependen de las descripciones sanitarias y la categorización de los diversos tipos de leche y los productos derivados de ella, los mismos que se encuentran en la Norma INEN correspondientes al país la cual es la NTE INEN 0013 que tiene las correspondientes indicaciones que se detallan:

Reactivos:

Solución 0,1 N de Hidróxido de sodio, debidamente estandarizada

Solución indicadora de fenolftaleína. Disolver 0.5 g de fenolftaleína e 100 cm³ de alcohol etílico de 95-96% (V/V)

Agua destilada, exenta de CO₂ y fría

Preparación de la muestra

Lleva la muestra a una temperatura aproximada de 20 °C y mezclarla mediante agitación suave hasta que este homogénea, cuidando que no haya separación de grasa por efecto de la agitación.

Si se forman grumos de crema y estos no se dispersan, calentar la muestra en baño María hasta 35 °C-40 °C, mezclando cuidadosamente e incorporando cualquier partícula de crema adherida al recipiente; enfriar rápidamente de 18 °C a 20 °C. Si quedan partículas blancas o grumos de grasa adheridos a las paredes del recipiente, la determinación no dará resultados exactos.

Procedimiento

La determinación realizar por duplicado sobre la misma muestra preparada

Lavar cuidadosamente y secar el matraz Erlenmeyer en la estufa a $103^{\circ} \pm 2$ °C durante 30 minutos. Dejar enfriar en el desecador y pesar con aproximación al 0,1 mg.

Invertir, lentamente, tres o cuatro veces, el recipiente que contiene la muestra preparada; inmediatamente, transferir al matraz Erlenmeyer y pesar con aproximación al 0,1 mg, aproximadamente 20 g. de muestra.

Diluir el contenido del matraz con un volumen dos veces mayor de agua destilada, y agregar 2 cm³ de solución indicadora de fenolftaleína.

Agregar lentamente y con agitación, la solución 0,1 N de hidróxido de sodio, justamente hasta conseguir un color rosado persistente que desaparece lentamente.

Continuar agregando la solución hasta que el color rosado persista durante 30 s.

Leer en la bureta el volumen de solución empleada, con aproximación a 0,05 cm³.

Cálculos

La acidez titulable de la leche se calcula mediante la ecuación siguiente:

$$A=0,090 \frac{V \times N}{m^1 - m}$$

Donde:

A=acidez titulable de la leche, en porcentaje en masa con ácido láctico

V = Volumen de la solución de hidróxido de sodio empleado en la titulación, en

cm³ N = normalidad de la solución de hidróxido de sodio m= masa del matraz

Erlenmeyer vacío, en g

¹= masa del matraz Erlenmeyer con la leche, en g.

El porcentaje de acidez titulable debe calcularse con aproximación a milésimas

Errores de método

La diferencia entre los resultados de una determinación efectuada por duplicado no debe exceder de 0,005%, en caso contrario, debe repetirse la determinación.

Informe de resultados

Como resultado final, debe reportarse la media aritmética de los resultados de la determinación, aproximado a centésimas.

En el informe de resultados, debe indicarse el método usado y el resultado obtenido. Debe mencionarse, además, cualquier condición no especificada en esta norma, o considerada como opcional, así como cualquier circunstancia que pudiera haber influido sobre el resultado.

Deben incluirse todos los detalles necesarios para la completa identificación de la muestra.

1.2.1. Definición de acidez

De acuerdo a la norma INEN la acidez titulable de la leche es: “Es la acidez de la leche, expresada convencionalmente como contenido de ácido láctico, y determinada mediante procedimientos normalizados”.

“La acidez de la leche se debe a la transformación de la lactosa por acción microbiana en ácido láctico. La acidez de la leche se puede expresar en grados Dornic (°D) o en grados soxhlet-Henkel (S.H.). La acidez de la leche puede determinarse por medio de varias pruebas: ebullición, alcohol y titulación”.

Por lo mencionado es necesario recordar que la leche fresca, en estado normal, no contiene prácticamente ácido láctico. Al determinarse la acidez total, el gasto de álcali es debido al CO₂ disuelto, fosfatos ácidos, proteínas (principalmente caseína) y citratos ácidos contenidos en la leche. El ácido láctico producido durante el "agriado", se debe fundamentalmente a la acción de microorganismos del tipo de los estreptococos lácticos, sobre la lactosa.

Para la elaboración de yogurt tipo I se debe seleccionar una muestra con una solución de hidróxido de sodio 0.1 N, en presencia de fenolftaleína. El grado de acidez de la leche

determina su comportamiento y las propiedades de sus derivados obtenidos en el proceso de producción.

1.2.2. Técnica de determinación de acidez.

La acidez del yogurt se mide considerando su contenido en sustancias ácidas, el mismo que se determina mediante técnicas de valoración ácido base y se puede formular como la cantidad equivalente de un ácido característico del producto natural en el caso en estudio del yogurt tipo I.

Otra manera de medir la acidez es mediante examinar el pH con un potenciómetro, sin embargo, este método tiene limitaciones en lo relacionado a disoluciones acuosas.

El yogurt es el resultado de la fermentación de la leche con la aplicación de bacterias lácticas, las cuales consumen la lactosa contenida en la leche y la sintetiza en forma de ácido láctico; con el cual se logra del yogurt ese sabor característico ácido, y también provoca que la leche se cuaje.

La acidez final de un yogurt depende fundamentalmente de tres cosas:

- el tiempo de fermentación
- la cantidad de bacterias que se adiciona al preparado
- la temperatura de fermentación

Las bacterias inician el proceso al adicionar la leche su proceso se da a una temperatura templada, entre 42 °C y 45 °C, y por encima de los 50 °C se mueren, mientras más tiempo se fermente a un tiempo óptimo, más lactosa consumirán, y más ácido láctico se produce y reproduce, por lo que mientras mayor es el tiempo de fermentación el cual se considera de seis horas, para lograr un yogurt con mayor acidez y más cuajado. Cuánto más tiempo estén fermentando a una temperatura óptima, más lactosa devorarán, más ácido láctico producirán y más se reproducirán. Por tanto, a mayor tiempo de fermentación, mayor acidez y más cuajado estará el yogurt.

En caso que se desee un yogurt menos ácido la cantidad de fermento debe ser pequeña y el tiempo de fermentación debe ser menor a las seis horas, además la consistencia del mismo será menor, además se debe considerar la tempera apropiada mencionada para la

preparación del yogurt de tipo I, por lo tanto, la acidez, consistencia, textura y demás características organolépticas del yogurt dependen de los aspectos básicos y otros factores mencionados.

En el siguiente capítulo, se presenta en detalle la aplicación práctica realizada en el proceso de producción de yogurt de tipo I con tres tipos de inóculos lácteos (CHR HANSEN-YOMIX-NATURAL) efectuado en la Cooperativa de Producción Agropecuaria Chone.

Se podría indicar que el yogurt es un derivado más de la leche, ubicándose dentro del grupo de las llamadas leches fermentadas, por lo que es apropiado asociar la fermentación, de un alimento la cual ocurre por la acción de microorganismos como bacterias y hongos, que destruyen las particularidades normales de este, y el caso de las leches fermentadas se da una fermentación positiva que repotencializa a la leche.

Por lo tanto, el yogurt es una variedad de leche fermentada, debido a que existe otra clase la llamada leche cultivada y la que algunos conocen como leche prebiótica, todas las cuales muestran características organolépticas similares al yogurt, diferenciándose exclusivamente por los microorganismos que contienen.

Actualmente, en el caso del yogurt, los microorganismos que fermentan la leche son dos: el *lactobacillus bulgaricus* y el *streptococcus thermophilus*, a los cuales, también se los conoce como bacterias lácteas; y estas no son para nada microorganismos patógenos o peligrosos para el organismo humano, sino que, por el contrario, son bacterias que pasaran a formar parte de la flora intestinal.

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Metodología

El tipo de investigación usado fue bibliográfico. La investigación bibliográfica se ejecutó en forma metódica y precisa, mediante una investigación de la información existente en libros, revistas, internet, entre otros, para realizar un análisis del estado del arte de las curvas de acidez y de los inóculos en la elaboración de yogurt.

El tipo de exploración efectuada fue experimental, descriptiva.

Se consideró experimental dado que el egresado dirigió con precisión la variable práctica y luego observó lo que sucedía en circunstancias examinadas (en este caso la producción de yogurt) para definir y realizar el proceso de elaboración de yogurt usando tres tipos de inóculos diferentes.

La indagación descriptiva instituyó juicios para la elección de los elementos a examinarse, los identifico global y contextualmente, construyo las diferencias con otros similares, realizó informe a procesos de tratamiento y avance y pormenorizó el nivel de relaciones del proceso técnico de la curva de acidez de tres tipos de inóculos utilizados en la elaboración del yogurt tipo I lo que permitió comprobar la hipótesis planteada, y determinar las distintas curvas de acidez y sus respectivas ecuaciones para los inóculos empleados en la elaboración del yogurt.

2.1.1. Técnicas para determinación de acidez

La determinación del porcentaje de acidez se realiza de la siguiente manera:

Primero se alistan los materiales y equipo a utilizarse:

- Hidróxido de sodio al 0.1 N
- Fenolftaleína solución al 1%
- Muestras de leche

Luego se utiliza el procedimiento que a continuación se detalla:

Se empleó 9 ml de la muestra y se los coloco en vaso (agitación previa), luego se agregan dos gotas de solución de fenolftaleína y se agita; se agrega poco a poco hidróxido de sodio al 0.1 N hasta la aparición de un color rosado. Se continúa agitando a medida que se agrega el hidróxido de sodio, luego se determina en ml el hidróxido de sodio gastado y se multiplica por 10 el resultado equivale a la acidez de la muestra en grados Dornic.

Se detalla la fórmula de ecuación utilizada para conocer la acidez en el proceso de elaboración de yogurt con inóculos YOMIX, CHR-HANSEN Y CULTIVO NATURAL, que permitieron conocer la acidez de cada uno de ellos:

La fórmula a utilizarse para la determinación de la acidez es:

$$\text{Acidez g/L(ácido láctico)} = \frac{(V \times N) \times 90}{m}$$

$$A = 0,090 \frac{V \times N}{m}$$

En donde:

V= Volumen de solución de hidróxido de sodio 0.1 N gastado en la titulación de la muestra en ml.

N= Normalidad de la solución de hidróxido de sodio

M=Volumen de muestra en ml

90= Equivalente del ácido láctico

Los resultados efectuada la ecuación de acuerdo a la norma INEN quedaría en 16 grados Dornic. Todo lo realizado estuvo acorde a la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 13:1984 primera revisión con fecha de confirmación del 2012-11-21 con el título de Leche determinación de la acidez titulable primera edición.

2.2. Resultados

2.2.1. Proceso de elaboración de yogurt

Para la elaboración del yogurt tipo I usando tres tipos de inóculos diferentes se requieren los materiales, equipos y reactivos que se describen a continuación:

- 5 litros de leche de vaca

- 600 g de azúcar
- 26 g de estabilizante (grenetina)
- Inóculos lácteos (YOMIX, CHR-HANSEN CULTIVO NATURAL)
- 1 Mesa de trabajo
- Balanza analítica
- 1 cuchara
- 1 cuchareta
- 1 cuchillo
- 1 olla con tapa
- 1 cocina eléctrica
- 1 termómetro
- 1 potenciómetro
- Vasos
- Bandejas
- Equipo para titulación
- NaOH al 0.1 N.
- Fenolftaleína

El procedimiento usado para la elaboración del yogurt se detalla a continuación:

- Se procedió a limpiar el área de trabajo, luego se realizó la recepción de la materia prima a utilizar
- Inmediatamente se procedió a la pasteurización de la leche la cual se efectuó a 85 °C por el tiempo de treinta minutos
- Mientras la leche se estaba pasteurizando, al llegar a los 50 °C se empezó a añadir los sólidos es decir el azúcar y el estabilizante; manteniendo la agitación durante la pasteurización.
- Al culminar la pasteurización se retira la olla del fuego para dejar enfriar hasta que llegue a los 42 °C que es la temperatura de inoculación se procede a activar el inóculo a utilizar (YOMIX, CHR-HANSEN CULTIVO NATURAL) según el tratamiento, en las cantidades detalladas más adelante.
- Se agrega a la mezcla antes realizada el inóculo correspondiente según el tratamiento (YOMIX, CHR-HANSEN CULTIVO NATURAL) y se mezcla

homogéneamente de manera lenta y tratando de incorporar todos los ingredientes antes mencionados.

- Se deja reposar la mezcla en un lugar cálido para que se incube durante seis horas.
- Se toman 10 ml de yogurt y se monitorea pH y acidez cada 30 minutos contando desde el minuto cero hasta pasar 6 horas y se anotan los resultados en un gráfico para su posterior análisis y discusión.

A continuación, se incluye un diagrama de flujo que resume el proceso: Se presenta el diagrama de flujo para la producción del yogurt con inóculo YOMIX tipo I:

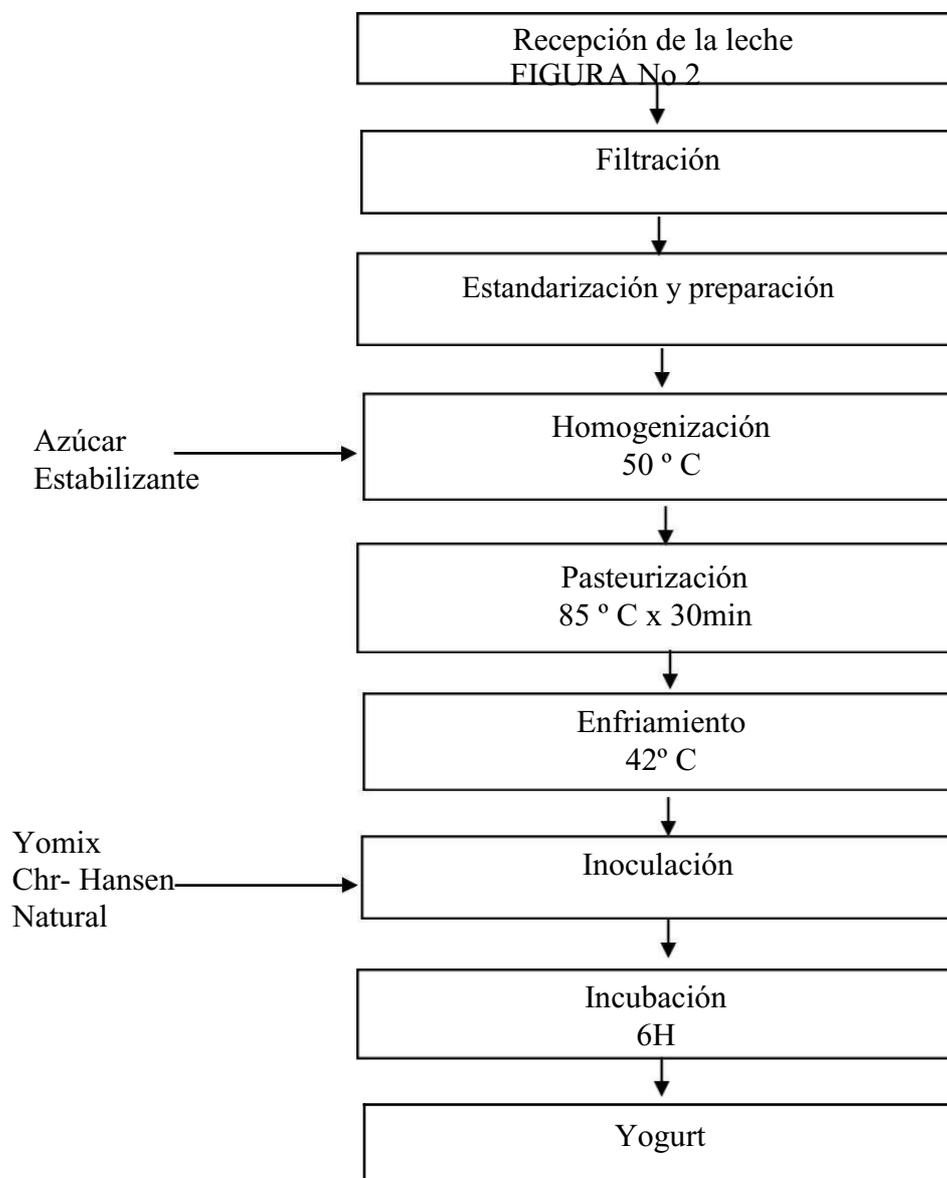


Figura No 1: Diagrama de flujo para producción del yogurt con inóculo YOMIX. **Elaborado por:** La Autora

Se detalla el procedimiento y las fórmulas utilizadas para establecer las cantidades a adicionar de cada inóculo lo que se presenta a continuación:

a) Cultivo CHR-HANSEN: La ecuación que a continuación se presenta es acorde a las indicaciones del fabricante del producto. (Datos en anexo)

$$\begin{array}{r}
 250000 \text{ ml} \\
 5000 \text{ ml}
 \end{array}
 \begin{array}{r}
 \diagdown \\
 \diagup
 \end{array}
 \begin{array}{r}
 20 \text{ g} \\
 ?
 \end{array}
 \quad
 \boxed{= 0,4 \text{ g}}$$

Tabla No 5. Cultivo CHR-HANSEN

CULTIVO CHR-HANSEN	Cantidad g o ml	%
Leche	5000	88,868%
Azúcar	600	10,664%
Estabilizante	26	0,462%
cultivo (Hansen)	0,4	0,007%
Total	5626,40	

Elaborado por: La autora

b) Cultivo YO-MIX

$$\begin{array}{r}
 100000 \text{ ml} \\
 5000 \text{ ml}
 \end{array}
 \begin{array}{r}
 \diagdown \\
 \diagup
 \end{array}
 \begin{array}{r}
 6.6 \text{ g} \\
 ?
 \end{array}
 \quad
 \boxed{= 0,33 \text{ g}}$$

Tabla No 6. Cultivo YO-MIX

CULTIVO YO-MIX	Cantidad g o ml	%
Leche	5000	88,868%
Azúcar	600	10,664%
Estabilizante	26	0,462%
cultivo (yo-mix)	0,33	0,006%
Total	5626,33	

Elaborado por: La Autora

c) **Cultivo NATURAL:** Cálculo a utilizar: Por litro se utilizan tres cucharadas de 15 g que hacen 45g y esos se multiplican por 5 lo cual da un total de 225 g.

Tabla No 7. Cultivo NATURAL

CULTIVO NATURAL	Cantidad g o ml	%
Leche	5000	88,868%
Azúcar	600	10,664%
Estabilizante	26	0,462%
cultivo (natural)	225	3,999%
Total	5851,00	

Elaborado por: La Autora

2.2.2. Determinación de los resultados del proceso de producción de tiempo, acidez y pH de los inóculos YOMIX, NATURAL y CHR HANSEN

Se presentan los resultados obtenidos a partir del proceso de producción de yogurt con YOMIX, CHR HANSEN Y NATURAL; a continuación, se presentan los datos obtenidos en la elaboración de yogurt utilizando cultivo YOMIX:

Tabla No 8. Resultados estadísticos para la elaboración de yogurt con el inoculo lácteo YO-MIX, análisis de acidez y pH

TIPO DE CULTIVO	TIEMPO (min)	Acidez					pH				
		n1	n2	n3	media	%CV	n1	n2	n3	media	%CV
YO-MIX	1	16	17	18	17	6%	6,5	6,5	6,5	7	0%
	30	19	20	21	20	5%	6,5	6,5	6,5	7	0%
	60	19	20	21	20	5%	6,3	6,3	6,3	6	0%
	90	21	22	23	22	5%	6,2	6,2	6,2	6	0%
	120	24	25	26	25	4%	6,1	6,1	6,1	6	0%
	150	30	31	32	31	3%	5,9	5,9	5,9	6	0%
	180	43	44	45	44	2%	5,6	5,6	5,6	6	0%
	210	50	51	52	51	2%	5,5	5,5	5,5	6	0%
	240	74	75	76	75	1%	5,2	5,2	5,2	5	0%
	270	77	78	79	78	1%	4,9	4,9	4,9	5	0%
	300	80	82	82	81	1%	4,7	4,7	4,7	5	0%
	330	86	87	88	87	1%	4,6	4,6	4,6	5	0%
	360	90	91	92	91	1%	4,5	4,5	4,5	5	0%
	390	93	94	94	94	1%	1	1	1	1	0%

Elaborado por: La Autora

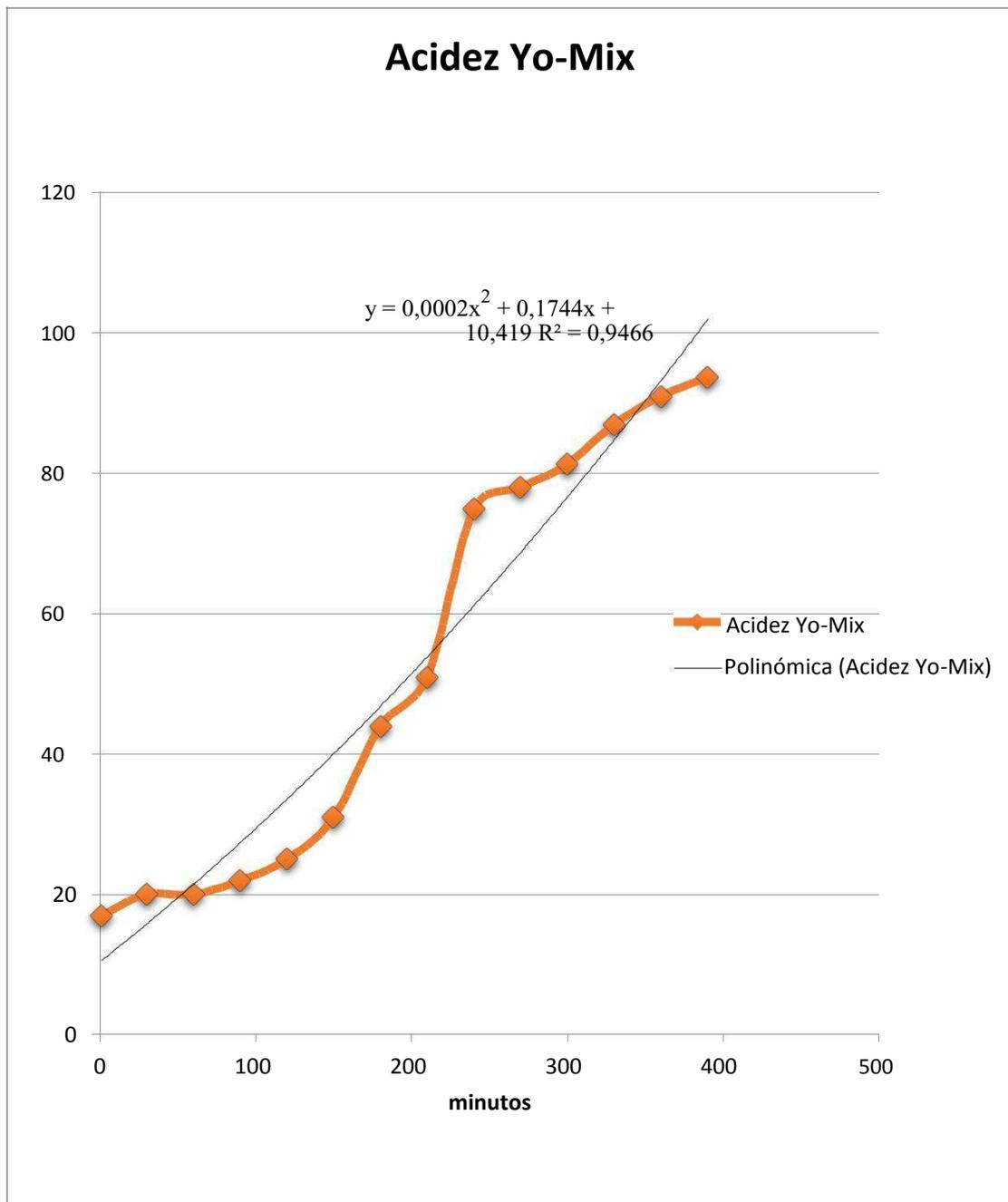


Figura No 2. Curva de YO-MIX polinómica.

Los resultados que sobresalen de la aplicación práctica durante el proceso de producción indican que el mejor tratamiento o cultivo más recomendable fue el realizado con el inóculo YOMIX, con un pH de 4,5 y a continuación se presenta de forma gráfica los valores logrados de la acidez del producto tanto de forma lineal que se obtuvieron en el proceso de fabricación.

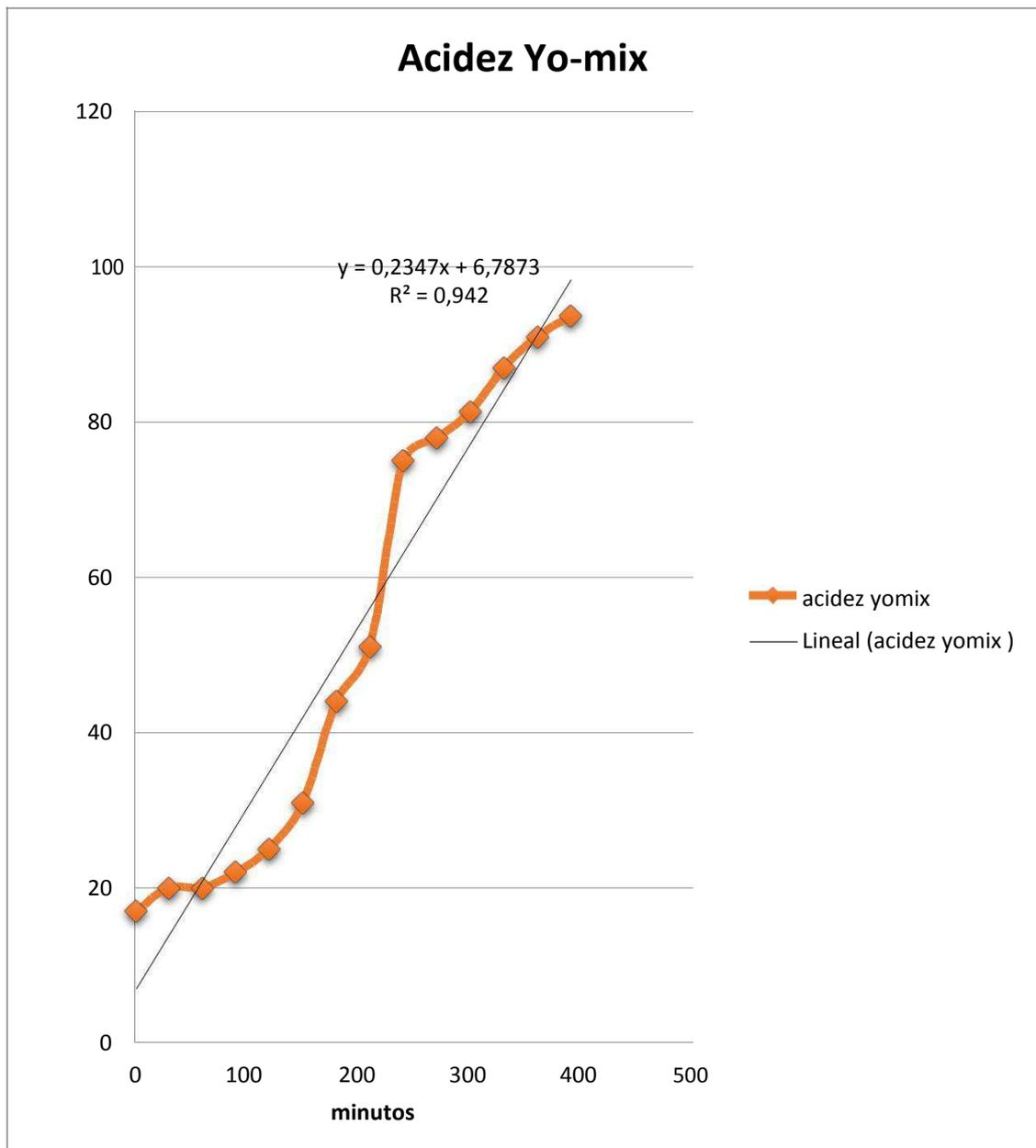


Figura No 3. Curva de YO-MIX lineal.

Como se observa en las curvas de elaboración de yogurt tipo uno con el inoculo YOMIX en los gráficos el R2 (coeficiente de correlación) en la línea de tendencia polinómica fue de 0,9466 y la lineal 0,942 podemos entender que la curva polinómica tiene una correlación más fuerte por tener un valor más cercano a 1. En cuanto al valor del pH fue de 4.5, los valores logrados permiten elegirlo como el mejor.

A continuación, se presentan los resultados para la elaboración de yogurt utilizando cultivo natural:

Tabla No 9. Resultados de tiempo, acidez y pH de NATURAL

TIPO DE CULTIVO	TIEMPO (min)	acidez					pH				
		n1	n2	n3	media	%CV	n1	n2	n3	media	%CV
Cultivo natural	1	18	19	20	19	5%	6,4	6,4	6,4	6	0%
	30	21	22	21	21	3%	6,4	6,4	6,4	6	0%
	60	23	24	24	24	2%	6,3	6,3	6,3	6	0%
	90	30	32	33	32	5%	6,2	6,2	6,2	6	0%
	120	34	35	36	35	3%	6	6	6	6	0%
	150	37	38	40	38	4%	5,9	5,9	5,9	6	0%
	180	46	47	49	47	3%	5,6	5,6	5,6	6	0%
	210	57	59	60	59	3%	5,5	5,5	5,5	6	0%
	240	70	71	73	71	2%	5,1	5,1	5,1	5	0%
	270	80	81	82	81	1%	5	5	5	5	0%
	300	85	86	88	86	2%	4,9	4,9	4,9	5	0%
	330	89	90	91	90	1%	4,8	4,8	4,8	5	0%
	360	92	94	95	94	2%	4,8	4,8	4,8	5	0%
390	96	97	98	97	1%	4,7	4,7	4,7	5	0%	

Elaborado por: La Autora

A continuación, resultados de tiempo, acidez y pH de yogurt NATURAL

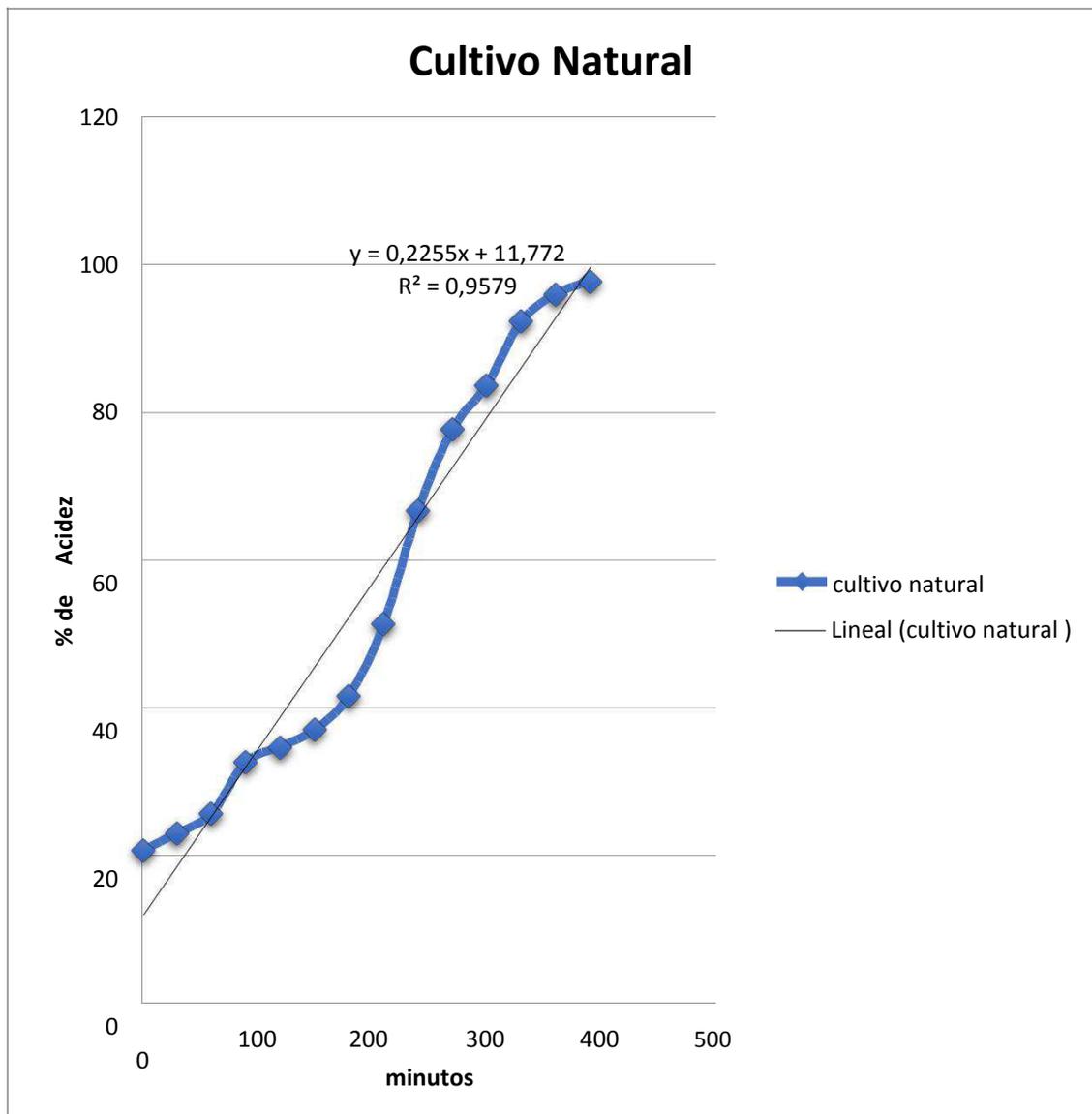


Figura No 4. Curva de Cultivo NATURAL Lineal.

Como se presenta en las curvas de elaboración de yogurt tipo uno con el inóculo natural en el grafico el R2 (coeficiente de correlación) en la línea de tendencia lineal fue de 0,9579 y un pH de 4,7, las características fisicoquímicas del yogurt en su mayoría fueron las adecuadas, debido a que las pruebas se efectuaron en un laboratorio que tenía las herramientas necesarias para la elaboración del yogurt, además se elaboró el producto considerando las buenas prácticas de manufactura que el INEN en el país exige para la elaboración de productos de consumo humano.

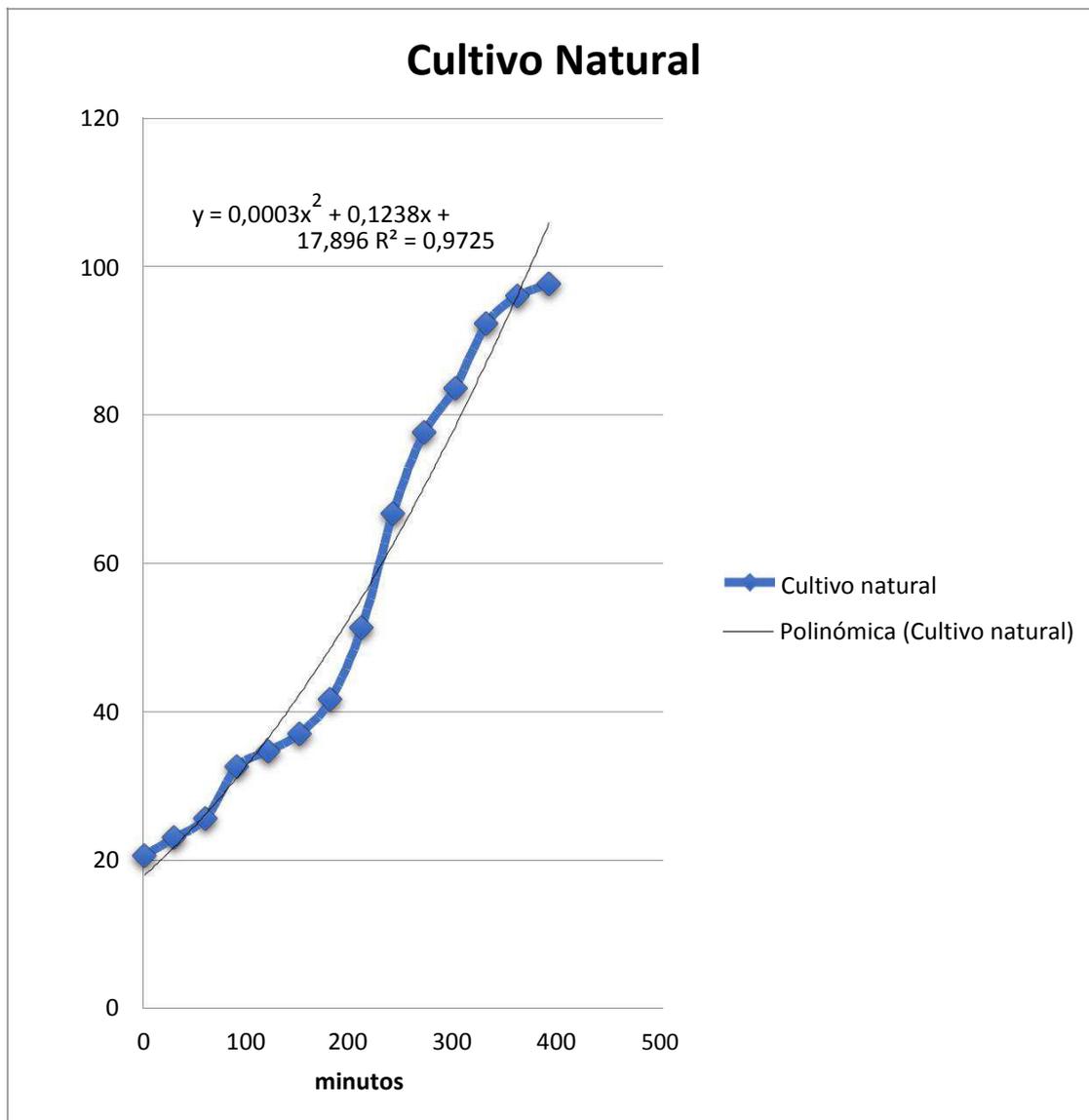


Figura No 5. Curva de Cultivo NATURAL Polinómica.

En las curvas de acidez de yogurt tipo I con el inoculo de cultivo natural se presenta en los gráficos el R2 (coeficiente de correlación) en la línea de tendencia lineal 0,9579 y polinómica 0,9725 se puede entender que la curva polinómica es de mayor correlación, el pH obtuvo un valor de 4,7.

Además, se presentan los valores logrados de tiempo, acidez y pH de CHR-HANSEN de forma gráfica con los correspondientes detalles logrados al realizarse de forma práctica la aplicación de inóculo.

A continuación, se muestran los resultados para la elaboración de yogurt utilizando CHR-HANSEN:

Tabla No 10. Resultados de tiempo, acidez y pH de CHR-HANSEN

TIPO DE CULTIVO	TIEMPO (min)	Acidez					pH				
		n1	n2	n3	media	%CV	n1	n2	n3	media	%CV
CHR HANSEN	1	16	17	18	17	6%	6,7	6,7	6,7	7	0%
	30	19	20	21	20	5%	6,7	6,7	6,7	7	0%
	60	22	23	22	22	3%	6,6	6,6	6,6	7	0%
	90	23	24	24	24	2%	6,4	6,4	6,4	6	0%
	120	25	26	28	26	6%	6,3	6,3	6,3	6	0%
	150	20	30	30	27	22%	6,2	6,2	6,2	6	0%
	180	32	34	36	34	6%	6,1	6,1	6,1	24	130%
	210	47	48	49	48	2%	5,8	5,8	5,8	6	0%
	240	70	71	72	71	1%	5,3	5,3	5,3	5	0%
	270	83	84	85	84	1%	5,1	5,1	5,1	5	0%
	300	86	87	87	87	1%	5	5	5	5	0%
	330	92	93	95	93	2%	4,9	4,9	4,9	5	0%
	360	96	97	98	97	1%	4,8	4,8	4,8	5	0%
	390	99	98	97	98	1%	4,7	4,7	4,7	5	0%

Elaborado por: La Autora

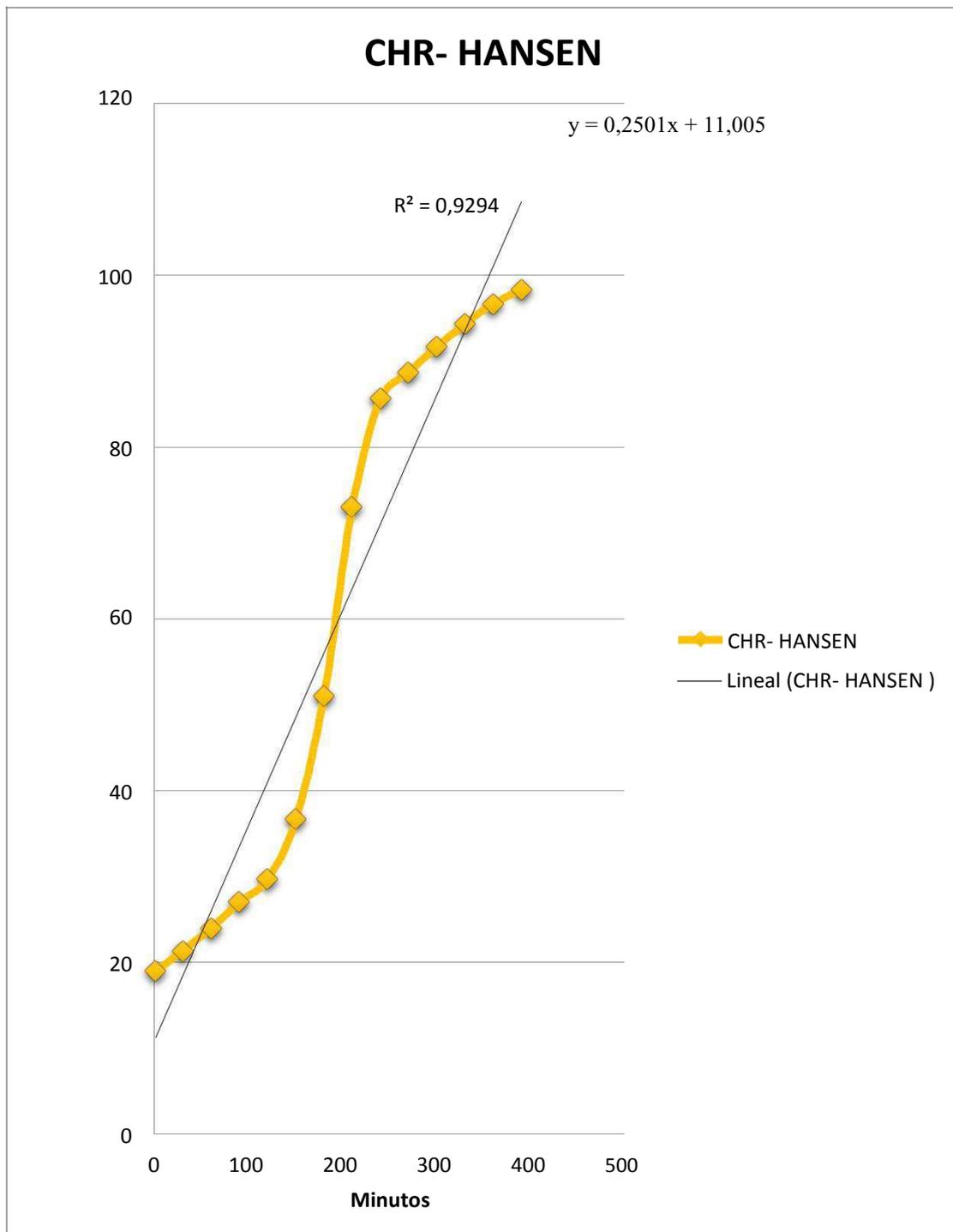


Figura No 6. Curva de CHR HANSEN lineal.

Además, en lo correspondiente al gráfico R2 (coeficiente de correlación) de forma lineal se tiene en la línea de tendencia lineal el valor de 0,9294.

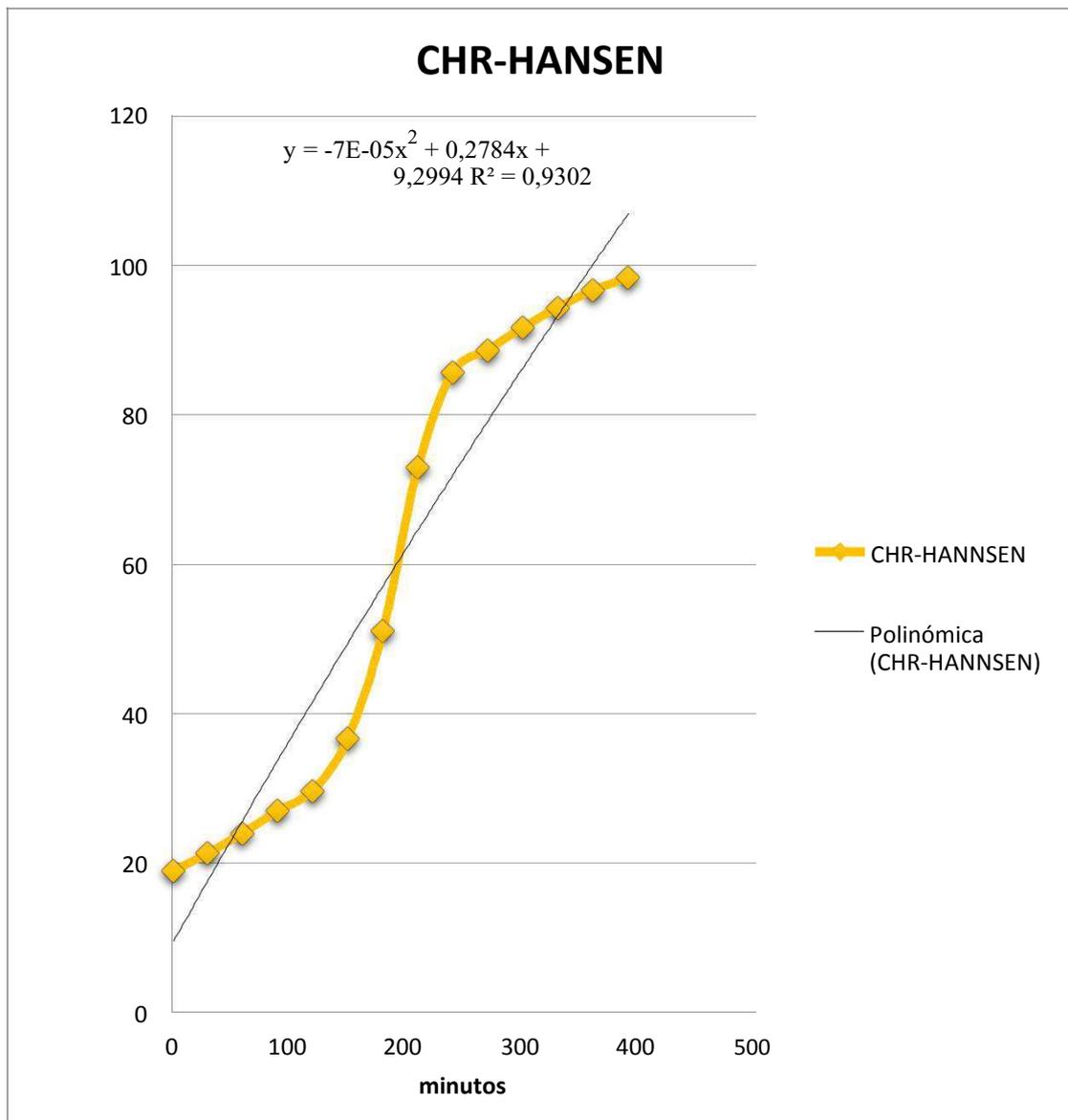


Figura No 7. Curva de CHR HANSEN polinómica.

Como se presenta en las curvas de elaboración de yogurt tipo I con el inóculo CHR-HANSEN en los gráficos el R2 (coeficiente de correlación) en la línea de tendencia lineal fue de 0,9294 y la polinómica 0,9302 se puede notar que la curva polinómica tiene una mayor correlación su pH fue de 4,7.

En conclusión, se elaboró yogurt con tres tipos de inóculos YOMIX, CULTIVO NATURAL, CHR-HANSEN en procedimientos de: pasteurización, enfriado a temperatura de inoculación, incubación, enfriamiento, batido, envasado.

El proceso normal tecnológico es sencillo los parámetros óptimos de preparación de yogurt se presentan en las tablas 3.2.1 a la 3.2.3, en donde se encuentran en detalle

tiempo, acidez y pH logrados durante los días de realización de las prácticas en un tiempo aproximado de seis horas diarias.

Los resultados de la aplicación práctica efectuada en la Cooperativa de Producción Agropecuaria Chone se determinó que el mejor tratamiento fue el cultivo elaborado con YOMIX, el más recomendado ya que se logró un valor de coeficiente de correlación de 0,9466 cercano a uno y un pH de 4,5 a diferencia de los otros dos inóculos, y su comportamiento fue óptimo, además sus características físicas y químicas fueron las sobresalientes, es decir en lo que corresponde a textura, sabor y palatabilidad.

CAPÍTULO III

PROPUESTA

3.1. Tema

Yogurt tipo I con inóculo YOMIX.

3.2. Materia prima equipos y reactivos

- 5 litros de leche de vaca
- 600 g de azúcar
- 26 g de estabilizante (grenetina)
- Inóculo lácteo YOMIX
- 1 Mesa de trabajo
- Balanza analítica.
- 1 cuchara
- 1 cuchareta
- 1 cuchillo
- 1 olla con tapa
- 1 cocina eléctrica
- 1 termómetro
- 1 potenciómetro
- Vasos
- Bandejas
- Equipo para titulación

- NaOH al 0.1 N.
- Fenolftaleína

3.3. Proceso de producción de yogurt tipo I con inóculo YOMIX

El proceso de producción de yogurt tipo I con inóculo YOMIX contempla las operaciones que a continuación se detallan:

a.-Recepción de la leche cruda: En esta etapa inicial se realizan pruebas de andén para verificar y controlar la calidad de la leche.

b.-Filtración: se efectúa el filtrado de la leche mediante un tamiz para evitar el ingreso de partículas gruesas.

c.- Estandarización y preparación de la mezcla: se estandariza el contenido de grasas y sólidos no grasos. Se agrega azúcar 600 g de acuerdo al tipo de producto a elaborar.

d.-Homogenización: aquí se le agregan los sólidos, es decir; la azúcar(600g) y el estabilizante(26g) a temperatura de 50 °C esto se realiza para dar un mayor sabor consistencia al producto.

e.-Pasteurización: el yogur se pasteuriza a 85 °C por treinta minutos.

f.-Enfriamiento: es un punto de control porque afirma la temperatura óptima de inoculación con YOMIX, logrando la supervivencia de las bacterias del inóculo, por lo tanto, se enfría hasta la temperatura recomendable de inoculación 42-45 °C.

g.-Inoculación: en esta parte se controla la cantidad de inóculo agregado como es el YOMIX el cual fue de 0,33, se determina el tiempo de fermentación de seis horas y con ello la calidad del producto, se buscan las características óptimas para el agregado y obtener un producto de alta calidad en un menor tiempo.

h.-Incubación: en este punto se mantiene durante seis horas de almacenamiento, luego de lo que el yogurt estará listo, es necesario en esta fase que se controle la temperatura a la cual se enfría el producto para detener el proceso fermentativo a tiempo.

h.- Yogurt: se finaliza con el producto elaborado el mismo que se lo examina en lo correspondiente a su olor, sabor, consistencia, y su disponibilidad para el consumo humano.

Se presenta el diagrama de flujo para la producción del yogurt con inóculo YOMIX:

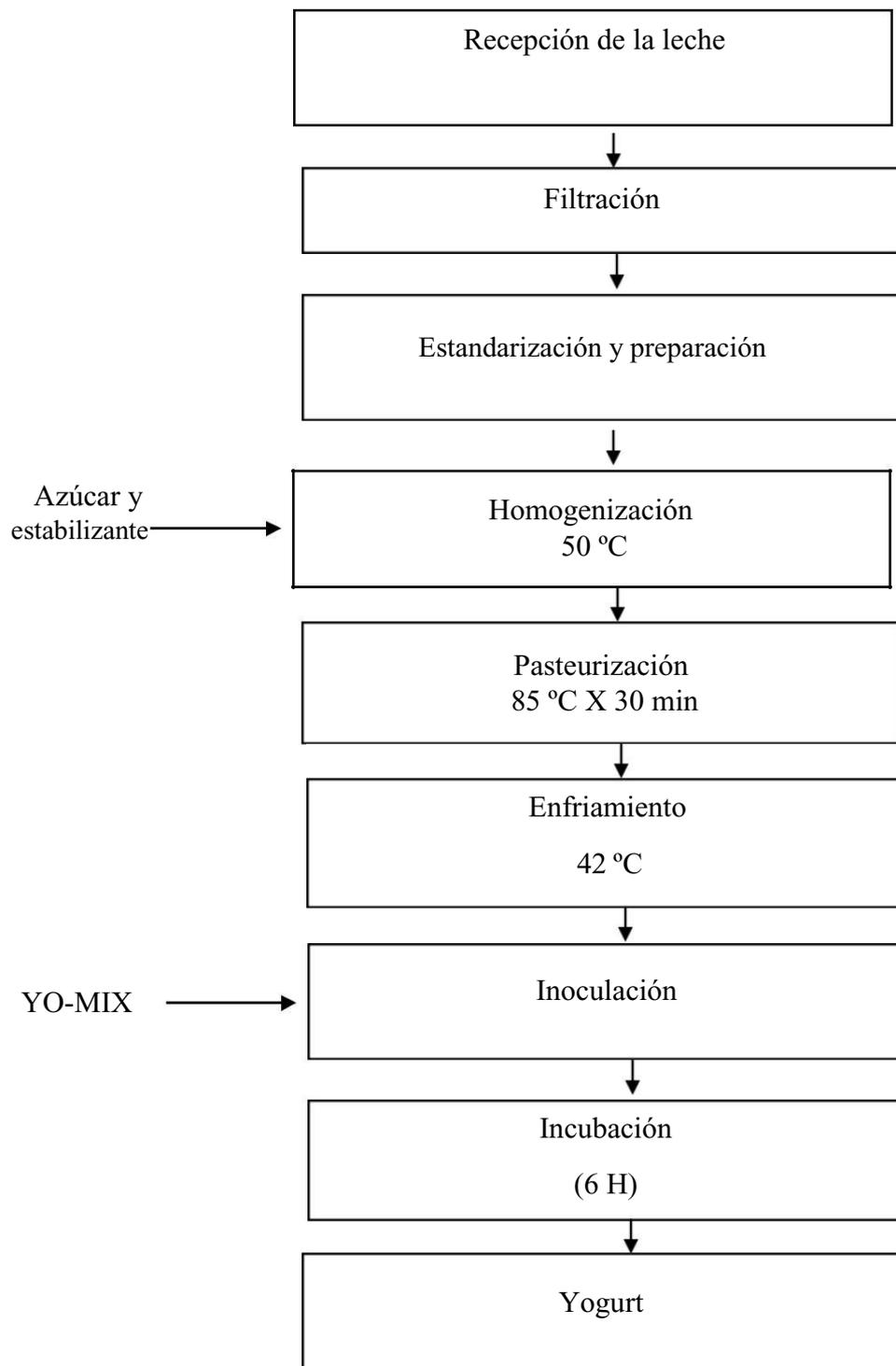


Figura No 8: Diagrama de flujo para producción del yogurt con inóculo YOMIX .

CAPÍTULO IV

EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1. Investigaciones de estudios de fermentación de productos y sus similitudes con el proceso de elaboración de yogurt YOMIX tipo I.

La aplicación práctica realizada fue de experimentación con el uso de tres tipos de inóculos YOMIX, CULTIVO NATURAL, CHR-HANSEN para producir yogurt y determinar la curva de acidez utilizando los inóculos mencionados para lo cual se efectuó en procedimientos de: pasteurización, enfriado a temperatura de inoculación, incubación, acorde a las normas INEN que regulan esta fabricación para que la misma sea apta para el consumo humano.

Luego de finalizada la investigación sobre la elaboración de yogurt tipo I; el inóculo YOMIX, fue seleccionado como el mejor dándonos una acidez óptima para el consumo, a continuación se considera su comparación con otras exploraciones similares las mismas que han usado el inóculo indicado de los cuales se extrae lo más sobresaliente como:

En un estudio efectuado en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano Honduras, sobre el yogur estilo griego este producto lácteo es resultado de la fermentación ácido láctica de las bacterias *Lactobacillus delbrueckii* y *Streptococcus thermophilus*, el cual es concentrado después de la fermentación para acrecentar el contenido de proteína a un mínimo de 5.6%, y determinar el resultado de tres concentraciones de grasa (0.5, 1.0 y 2%) y dos niveles de acidez (0.9 y 1.2 % ATECAL) sobre las propiedades sensoriales y fisicoquímicas como color, textura, proteína, ATECAL, grasa, purga, rendimiento y se realizaron conteos de coliformes totales. (Castillo, 2013)

El porcentaje de grasa y el nivel de acidez afectaron las variables físico-químicas y sensoriales del yogur teniendo mayor aceptación general y de preferencia el tratamiento con 2% de grasa y 0.9% ATECAL. Algunos microorganismos adicionados a la leche para la obtención de leches fermentadas conducen a la formación, además de ácido láctico, de alcohol etanólico y de dióxido de carbono, ya que producen dos fermentaciones, una de tipo láctica y otra de tipo etanólica. (Castillo, 2013)

La inoculación de la leche con cultivos iniciadores de BAL seleccionadas permite la obtención de yogur con unas características organolépticas óptimas. Igualmente, la inoculación de cepas seleccionadas de un modo controlado y dirigido permite la reproducibilidad del proceso de producción. Por lo tanto, la selección de las distintas especies y cepas microbianas es decisiva para obtener las mejores propiedades organolépticas y nutricionales. (Lopez, 2016)

La Federación Internacional de Lechería (FIL-IDF) clasifica los productos lácteos fermentados según el tipo de fermentación: Por microorganismos termófilos, mediante fermentación entre 30 y 45 °C. Con un fermento único, como la leche acidófila, obtenida con *L. acidophilus*, o con fermentos mixtos, como el yogur, obtenido por la acción de *Lactobacillus bulgaricus* y *S. thermophilus*. Por microorganismos mesófilos, mediante fermentación por debajo de 30 °C. Con fermentación láctica como la leche acidificada por acción de *Lactococcus lactis* y sus spp., *Leuconostoe mesenteroides* y sus spp. o mediante fermentación láctica o alcohólica como el kéfir, mediante *Streptococcus casei*, *S. lactis*, *S. cremoris*, *S. diacetylactis*, *L. delbrueckii* spp. *Bulgaricus* y *Kluyveromyces marxianus*. (Lopez, 2016)

Una bebida de maíz llamada pozol del sureste de México se consume recién elaborado o fermentado, se lo consume solo, o con cacao o coco los cambios microbiológicos durante la fermentación natural a temperatura ambiental, la concentración de bacterias coliformes disminuyó a partir del tercer día de fermentación y a los 12 días se obtuvo una concentración de 2,20 log UFC/g. En las bacterias lácticas se notó el mayor crecimiento; estas alcanzaron una concentración de 8,00 log UFC/g a los 3 días de fermentación que se mantuvo durante los nueve días siguientes. (Román Jiménez Vera, 2010)

En las leches fermentadas se incorporan sólidos lácteos por lo que el contenido en proteínas suele ser mayor que en la leche, y además son de alta digestibilidad, debido por una parte a que en el proceso de elaboración del producto las bacterias actúan sobre las proteínas liberando péptidos y aminoácidos, y por otro a la coagulación de la caseína en finas partículas por el descenso del pH, lo que facilita la acción de las enzimas intestinales. (Heaney R. , 2009)

Otro estudio realizado consistió en evaluar el efecto de diferentes condiciones de procesamiento para la elaboración de yogurt, con el fin de identificar la influencia de tales condiciones en la producción de ácido linoleico conjugado con CLA. Se realizó un diseño completamente al azar con estructura factorial 2x3x4 siendo el sustrato (leche entera y leche con adición de aceite de soya), el tiempo de fermentación (4, 6 y 8 horas) y las cepas (*yomix*, *yomix* + *Lactobacillus acidophilus*, *yomix* + *Lactobacillus rhamnosus* y *yomix* + *Bifidobacterium bifido*) los factores de estudio.

El diseño experimental se conformó de 24 tratamientos realizados por triplicado. El contenido de ácido linoleico conjugado CLA en cada yogurt fue estimado efectuando mediciones del perfil de ácidos grasos. Como resultado, se encontraron, los mayores contenidos de CLA (1,79% en porcentaje de área) fueron obtenidos en los yogures elaborados a partir de la leche entera empleando como cultivo YOMIX durante una fermentación de 4 horas. (Marby Rocio Baron Nuñez, 2010)

Las características nutricionales de los productos lácteos es que son alimentos complejos desde el punto de vista de su composición, ya que aportan una gran variedad de nutrientes, sus efectos sobre la salud son el resultado de la interacción de todos ellos, y van más allá de la simple suma de efectos individuales. Este grupo de alimentos destaca por su elevado contenido en proteínas, y por ser fuente de calcio, asimismo, por su alto consumo en la sociedad española, este grupo de alimentos aporta una pequeña pero constante cantidad de fósforo, magnesio, potasio y zinc. (R. Ranganathan, 2005).

La investigación sobre el proceso de yogurt YO-MIX 500, la investigación para elaborar yogurt se procedió a analizar y escoger las materias primas requeridas: la elaboración de yogurt se realizó acorde a la norma técnica NTE INEN 2395:2011 segunda revisión, la misma que indica los requisitos que deben cumplir las leches fermentadas (Jumbo, 2010).

Para el desarrollo de esta investigación se utilizó el fermento mixto YO- MIX (Yogurt Cultures), el mismo que posee todas las propiedades deseadas para casi cualquier aplicación en yogurts o leches fermentadas, se compone de una mezcla de cepa.

CONCLUSIONES

- Se presentan las teorías existentes sobre el tema, los conceptos varios y las investigaciones realizadas sobre el tema en el mundo y el país de especialistas en el tema.
- Se logró aplicar y realizar las prácticas con los tres inóculos YOMIX, CULTIVO NATURAL, CHR-HANSEN y determinar sus características que se describen en las tablas y las figuras.
- Los resultados de la aplicación de producción del yogurt tipo uno logrados fueron de CULTIVO NATURAL se obtuvo una tendencia lineal de 0,9579, un pH de 4,7, en cuanto a CHR-HANSEN la tendencia polinómica fue de 0,9302, un pH de 4,7 el YOMIX que fue el de mejor comportamiento en la línea de tendencia polinómica fue de 0,9466 y un pH de 4,5.
- Los resultados logrados luego de la aplicación de los tres tipos de inóculos CULTIVO NATURAL, CHR-HANSEN y YOMIX, el cual el de mejor comportamiento permitieron esbozar las características y realizar las comparaciones correspondientes con otros estudios existentes sobre el tema.

RECOMENDACIONES

- La importancia de promover aplicaciones de los conocimientos de inóculos para la elaboración de yogurt acorde con el desarrollo científico tecnológico que permita la elaboración de un producto de calidad con el uso de las buenas prácticas de manufactura y el uso de las normas INEN rigen en el país para la elaboración de yogurt.
- Se sugiere el uso del inóculo YOMIX el cual fue el de mejor comportamiento en el proceso de elaboración realizado y que se presenta de forma gráfica en donde se observa un producto de calidad y apta para el consumo humano con la acidez y pH apropiados.

BIBLIOGRAFÍA

- Ana Zielinski, A. T. (2013). Elaboración Artesanal de yogurt. *Productos Lácteos*, 24.
- Andina, C. (2009). Leches fermentadas. Requisitos. *Comunidad Andina*, 356.
- Castillo, V. J. (2013). *Efecto de tres concentraciones de grasa y dos niveles de acidez en un yogurt estilo griego*. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano Honduras.
- Gallo, G. (2010). *Automatización y estandarización del proceso de elaboración de yogurt mediante el monitoreo de las variables analíticas (ph y temperatura)*. México: Norma oficial Mexicana NOM 243 SSA1.
- Hansen. (2016). Enzimas. *Chr Hansen*, 52.
- Heaney, R. (2009). Dairy and bone health. *I am coll nutrition*, 90.
- Heras, M. G. (2012). *Estudio experimental sobre la obtención de Kefir (Leche kefirada) en nuestro medio, partiendo de la reproducción y mantenimiento de los nódulos de Kefir*. Guayaquil- Ecuador: Universidad de Guayaquil.
- INEN. (2011). *Norma Técnica Ecuatoriana*. Quito-Ecuador: Instituto Ecuatoriano de Normalización.
- Jara, J. A. (2012). *Evaluación de dos cultivos lácticos comerciales y dos temperaturas de incubación del yogurt semi sólido natural con edulcorante y bajo en grasa*. Honduras: Zamorano.
- Jumbo, C. T. (2010). *Estudio de prefactibilidad para la elaboración de yogurt batido a base de leche descremada, edulcorante y pulpa de fruta, en la línea de productos lácteos del grupo Salinas*. Quito-Ecuador: Universidad Central del Ecuador.
- León, K. F. (2013). *Causas determinantes para que se produzca el efecto sinéresis en la elaboración del yogurt a base de frutas y las posibles consecuencias que provoque su ingesta en el cantón Huaquillas*. Huaquillas-Ecuador: Universidad Técnica de Machala.
- M. Miraballe, S. J. (2010). Desarrollo de una bebida láctea fermentada en base a suero de quesería. *Tecnología Láctea Latinoamericana*, 20.

- Montero, G. E. (2012). *Elaboracion y control de calidad de una bebida a base de suero de leche y avena (avena sativa), para producoop el salinerito*. Riobamba-Ecuador: Universidad Politécnica del Chimborazo.
- Paniagua, L. (2015). Chr Hansen revoluciona la produccion de yogurt. *Tech press*, 34.
- R. Ranganathan, T. N. (2005). The nutritional impact of dairy product consumption on dietary intakes of adults (1995-1996): The Bogalusa Heart Study. *J. I am Diet Assoc*, 1.391.
- Rodriguez, Y. (2015). *Biotechnologia: Desarrollo y manejo de inóculos*. Trujillo-Perú: Universidad Nacional de Trujillo.
- RománJiménez Vera, N. G. (2010). Evaluación microbiológica y sensorial de fermentados de pozol blanco con cacao (*Theobrama cacao*) and coconut (*Cocos nucifera*). *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 12.

WEBGRAFÍA

- Agencia Nacional de Regulación, C. y. (2015). *Norma técnica sustitutiva de buenas prácticas de manufactura para alimentos procesados*. Quito-Ecuador: Agencia Nacional de Regulación., Control y Vigilancia Sanitaria ARCSA. Registro Oficial No 555 de 30 de Julio.
- Alancay, B. (1 de Enero de 2016). <https://sites.google.com/site/biotechnologiaalancay/elaboracion-del-yogu>.
Obtenido de <https://sites.google.com/site/biotechnologiaalancay/elaboracion-del-yogu>: <https://sites.google.com/site/biotechnologiaalancay/elaboracion-del-yogu>
- Bravo, J. (7 de Octubre de 2014). http://www.academia.edu/9163667/ELABORACION_DEL_YOGURT_I.-INTRODUCCION.
Obtenido de http://www.academia.edu/9163667/ELABORACION_DEL_YOGURT_I.-INTRODUCCION:
http://www.academia.edu/9163667/ELABORACION_DEL_YOGURT_I.-INTRODUCCION

- ITDG, S. p. (10 de 1 de 2015). *www.solucionespracticas.org.pe*. Obtenido de *www.solucionespracticas.org.pe*: *www.solucionespracticas.org.pe*
- López, J. T. (10 de Noviembre de 2012). *http://www.proyectosciencia.galeon.com/index.html*. Obtenido de *http://www.proyectosciencia.galeon.com/index.html*: *http://www.proyectosciencia.galeon.com/index.html*
- Lopez, R. C. (20 de Marzo de 2016). *http://derivadoslacteos.com/clasificacion-de-los-lacteos/productos-lacteos-fermentados* . Obtenido de *http://derivadoslacteos.com/clasificacion-de-los-lacteos/productos-lacteos-fermentados* : *http://derivadoslacteos.com/clasificacion-de-los-lacteos/productos-lacteos-fermentados*
- Marby Rocio Baron Nuñez, L. F. (2010). Desarrollo de bebidas lácteas funcionales (yogurt) con énfasis en ácido linoleico conjugado (ALC). *Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos (ICTA) . Universidad Nacional, 20*.
- Quetsa, I. (12 de Febrero de 2010). *https://www.quetsa.com/productos/cultivos-para-yogurt-y-probioticos/*. Obtenido de *https://www.quetsa.com/productos/cultivos-para-yogurt-y-probioticos/*: *https://www.quetsa.com/productos/cultivos-para-yogurt-y-probioticos/*

ANEXOS

ANEXO No 1.
FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE YOGURT
CON TRES INÓCULOS (YOMIX, CHR-HANSEN CULTIVO NATURAL)



Fotografía No 1. Pasteurización de la leche



Fotografía No 2. Pesando los insumos



Fotografía No 3. Adición de insumos a la leche



Fotografía No 4. Análisis de acidez titulable



Fotografía No 5. Implementos para análisis de acidez titulable y pH



Fotografía No 6. Sobre de los inóculos utilizados con datos para uso