



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



**“ESTUDIO DE CULTIVOS LÁCTICOS Y LA INULINA EN LA VIDA ÚTIL DEL
YOGUR DE ARAZÁ (*Eugenia stipitata*)”**

Trabajo de Investigación (Graduación), Modalidad: Trabajo Estructurado de Manera Independiente (TEMI), presentado como requisito previo 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: Cristian Rolando Riofrio Pacheco

Tutor: Ing. Mg. César A. German T.

Ambato – Ecuador

2015

APROBACIÓN DEL TUTOR DE TESIS

Ing. Mg. César A. German T.

Siendo el Tutor de Trabajo de Investigación realizado bajo el tema: “Estudio de cultivos lácticos y la inulina en la vida útil del yogur de arazá (*Eugenia stipitata*)”, por el egresado Cristian Rolando Riofrio Pacheco; tengo a bien afirmar que el estudio es idóneo y reúne los requisitos de una tesis de grado de Ingeniería en Alimentos; y el graduando posee los méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del Jurado Examinador que sea designado por el H. Concejo Directivo de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

Ambato, Mayo del 2015

Ing. Mg. César A. German T.
TUTOR DE TESIS

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La responsabilidad del contenido del Proyecto de Investigación (Graduación), Modalidad: Trabajo Estructurado de Manera Independiente: “Estudio de cultivos lácticos y la inulina en la vida útil del yogur de arazá (*Eugenia stipitata*)”, corresponde exclusivamente a Cristian Rolando Riofrio Pacheco y como patrimonio intelectual a la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, Mayo del 2015

Cristian Rolando Riofrio Pacheco

CI: 0502833924

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 emitidas por la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, Mayo del 2015

Por constancia firman:

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

RESUMEN EJECUTIVO

La inulina es un carbohidrato de almacenamiento presente en muchas plantas, vegetales, frutas y cereales. A nivel industrial, la inulina se usa como ingrediente en los alimentos, ofreciendo ventajas tecnológicas e importantes beneficios a la salud (Franck, 2006), por ello el objetivo de este trabajo fue estudiar el cultivo láctico y la inulina en la vida útil del yogur de arazá (*Eugenia stipitata*).

Aplicando un diseño factorial completo AxBxC (2x2x3) corrido con 1 replica y con un 95 % de confianza, se pudo determinar que influyen significativamente el tipo de probiótico, porcentaje de probiótico y porcentaje de inulina en la vida útil del yogur de arazá. Los resultados estadísticos señalaron como mejor tratamiento al $a_0b_0c_1$ que corresponde al 2 % de *Lactobacillus GG* + 5 % de inulina.

El análisis de viscosidad realizado a los mejores tratamientos mostró que todos los tratamientos analizados tienen un índice de comportamiento semejante, en donde $n < 1$ por lo tanto son fluidos con un comportamiento no newtoniano de tipo pseudoplástico.

El análisis sensorial permitió evaluar factores organolépticos en los yogures obtenidos, el olor (agrada), color (normal), sabor (muy bueno y bueno), consistencia (consistente-muy consistente) y aceptabilidad (gusta mucho), fueron resultados que los catadores consignaron y que sirvieron para escoger los mejores yogures de arazá.

El análisis de vida útil permitió estimar el tiempo de almacenamiento en condiciones óptimas en 33 días a 4°C. Además, el análisis de costos del producto indicó que el envase de 500 ml de yogur tiene un precio de venta al público de 3,17 dólares, considerando una utilidad del 20%.

Los resultados microbiológicos realizados al mejor tratamiento indicaron que el recuento de coliformes totales, *E. coli* y mohos y levaduras se encuentran dentro de los rangos de buena calidad de la norma NTE INEN 2395:2011.

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a toda mi familia, porque han sido la fuerza para seguir adelante, en especial a mi madre Ceci , mi padre Rolando, mis hermanos Bagner y Stefy quienes a pesar de toda adversidad estuvieron siempre apoyándome y dándome consejos para poder sobrellevar todas las circunstancias y así poder llegar hasta esta meta tan anhelada y no han permitido que lo miedos ni los infortunios ocupen el lugar de mis sueños, y de igual forma por el apoyo incondicional brindado durante la culminación de esta etapa universitaria

Cristian

AGRADECIMIENTO

A Dios por permitirme tener la salud y vida para cumplir una de las metas y sabiendo que nada somos fuera de él.

A la Universidad Técnica Ambato y por su intermedio a la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos por la formación profesional adquirida.

A todos los profesores de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos quienes fueron mis maestros ya que fueron más allá de su deber y nos dieron clases de vida que nos servirán durante todo este largo proceso en el cual ejerceremos nuestra profesión.

Al Ing Cesar German, por su asesoría, conocimientos compartidos y tiempo dedicado a este trabajo.

A todas las personas que de una u otra forma estuvieron apoyándome y permitieron la realización del presente trabajo de investigación.

Cristian

ÍNDICE

CAPITULO I.....	1
PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. TEMA DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.2.1. Contextualización.....	1
1.2.2. Análisis crítico.....	5
1.2.3. Prognosis.....	5
1.2.4. Formulación del problema.....	6
1.2.5. Preguntas directrices.....	6
1.2.6. Delimitación del objeto de investigación.....	6
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	7
1.4. OBJETIVOS.....	8
1.4.1. Objetivo general.....	8
1.4.2. Objetivos específicos.....	8
CAPITULO II.....	9
MARCO TEÓRICO.....	9
2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	9
2.2. FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA.....	10
2.3. FUNDAMENTACIÓN LEGAL.....	10
2.4. CATEGORÍAS FUNDAMENTALES.....	11
2.4.1. Marco Conceptual variable independiente.....	12
2.4.1.1. Arazá.....	12
a) Generalidades.....	12
b) La Planta.....	12
c) El Fruto.....	13
d) Caracterización Química del fruto arazá.....	13
2.4.1.2. Probióticos.....	14
a) Lactobacillus GG.....	15
b) Cultivo CHOOZIT MY 800 LYO 5 DCU.....	16
2.4.1.3. Prebióticos.....	17
a) Inulina.....	17
2.4.1.4. Fermentación.....	18
a) Fermentación láctica.....	19

2.4.2. Marco Conceptual variable dependiente.....	20
2.4.2.1. Alteraciones Microbiológicas	20
2.4.2.2. Yogur Probiótico (Alimento Funcional)	21
2.4.2.3. Almacenamiento del yogur probiótico.....	22
2.4.2.4. Vida útil	22
a) Disminución del pH y aumento de la acidez.....	22
b) Sinéresis.....	23
c) Vida microbiológica.....	23
d) Análisis Sensorial	24
e) Proceso Tecnológico	25
2.5. HIPÓTESIS	26
2.6. SEÑALAMIENTO DE VARIABLES DE LA HIPÓTESIS	26
CAPITULO III.....	27
METODOLOGÍA.....	27
3.1. ENFOQUE.....	27
3.2. MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN	27
3.3. NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	27
3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	28
3.4.1. Diseño experimental	28
3.5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	30
3.5.1. Respuestas experimentales:.....	32
3.6. PLAN DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	34
3.7. PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	34
CAPITULO IV	35
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	35
4.1. Materia prima.....	35
4.2. Durante el tiempo de fermentación	35
4.2.1 Acidez.....	35
4.2.2 pH.....	36
4.2.3 °Brix.....	37
4.3. Durante el periodo de estudio	37
4.3.1 Acidez.....	37
4.3.2 pH.....	38
4.3.3 °Brix.....	39

4.4. Análisis sensorial.....	40
4.4.1 Olor	40
4.4.2 Color.....	40
4.4.3 Sabor.....	41
4.4.4 Consistencia	42
4.4.5 Aceptabilidad	42
4.5. Mejores tratamientos	43
4.5.1. Análisis realizados a los mejores tratamientos.....	43
4.5.1.1. Viscosidad	43
4.5.1.2. Vida útil.....	44
4.5.1.3. Mejor tratamiento.....	45
4.5.2. Análisis del mejor tratamiento.....	46
4.5.2.1. Análisis microbiológico.....	46
4.5.2.2. Análisis de costos	46
4.6. VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS	46
CAPITULO V	47
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	47
5.1 CONCLUSIONES.....	47
5.2 RECOMENDACIONES	48
CAPITULO VI	49
PROPUESTA.....	49
6.1 DATOS INFORMATIVOS	49
6.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA.....	50
6.3 JUSTIFICACIÓN.....	51
6.4 OBJETIVOS	51
6.4.1 Objetivo General.....	51
6.4.2 Objetivos Específicos	51
6.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD	52
6.6 FUNDAMENTACIÓN.....	52
6.7 METODOLOGÍA.....	54
6.8 ADMINISTRACIÓN.....	54
6.9 PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN	55
BIBLIOGRAFÍA.....	56
ANEXOS.....	61

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A. RESPUESTAS EXPERIMENTALES

Tabla A-1. Datos bibliográficos y experimentales de la composición de la leche cruda

Tabla A-2. Caracterización del arazá

Tabla A-3. Cambios en la acidez (% de ácido láctico) registrados durante la etapa de fermentación del yogur de arazá

Tabla A-4. Cambios el pH registrados durante la etapa de fermentación del yogur de arazá

Tabla A-5. Cambios en los sólidos solubles (°Brix) registrados durante la etapa de fermentación del yogur de arazá

Tabla A-6. Cambios en la acidez (% de ácido láctico) registrados durante el tiempo de estudio del yogur de arazá

Tabla A-7. Cambios en el pH registrados durante el tiempo de estudio del yogur de arazá

Tabla A-8. Cambios en los sólidos solubles (°Brix) registrados durante el tiempo de estudio del yogur de arazá

Tabla A-9. Resultados de pruebas sensoriales de yogur de arazá con probióticos e inulina.

ANEXO B. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

FINALIZACIÓN DEL TIEMPO DE ESTUDIO A LOS 21 DÍAS DE SU ELABORACIÓN

Tabla B-1. Análisis de Varianza para Acidez (% de ácido láctico) - Suma de Cuadrados Tipo III

Tabla B-1.1. Pruebas de diferencia mínima significativa (LSD) para Acidez (% de ácido láctico) por Tipo de probiótico

Tabla B-1.2. Pruebas de diferencia mínima significativa (LSD) para Acidez (% de ácido láctico) por Porcentaje de inulina

Figura B-1. Interacción e intervalos LSD al 95% para el tipo de probiótico y porcentaje de inulina

Tabla B-2. Análisis de Varianza para pH - Suma de Cuadrados Tipo III

Tabla B-2.1. Pruebas de diferencia mínima significativa (LSD) para pH por Tipo de probiótico

Tabla B-2.2. Pruebas de diferencia mínima significativa (LSD) para pH por Porcentaje de inulina

Tabla B-3. Análisis de Varianza para °Brix - Suma de Cuadrados Tipo III

ANÁLISIS SENSORIAL

Tabla B-4. Análisis de Varianza para Olor - Suma de Cuadrados Tipo III

Tabla B-5. Análisis de Varianza para Color - Suma de Cuadrados Tipo III

Tabla B-6. Análisis de Varianza para Sabor - Suma de Cuadrados Tipo III

Tabla B-6.1. Pruebas de diferencia mínima significativa (LSD) para Sabor por Tratamientos

Tabla B-7. Análisis de Varianza para Consistencia - Suma de Cuadrados Tipo III

Tabla B-7.1. Pruebas de diferencia mínima significativa (LSD) para Consistencia por Tratamientos

Tabla B-8. Análisis de Varianza para Aceptabilidad - Suma de Cuadrados Tipo III

Tabla B-8.1. Pruebas de diferencia mínima significativa (LSD) para Consistencia por Tratamientos

ANEXO C. GRÁFICOS

Gráfico C-1: Cambios en la acidez (% de ácido láctico) registrados durante la etapa de fermentación del yogur de arazá

Gráfico C-2: Cambios en el pH registrados durante la etapa de fermentación del yogur de arazá

Gráfico C-3: Cambios en los sólidos solubles (°Brix) registrados durante la etapa de fermentación del yogur de arazá

Gráfico C-4: Cambios en los Sólidos Solubles (°Brix) registrados durante la etapa de fermentación del yogur de arazá

Gráfico C-5: Cambios en la acidez (% de ácido láctico) registrados durante el tiempo de estudio del yogur de arazá

Gráfico C-6: Cambios en la acidez (% de ácido láctico) registrados durante el tiempo de estudio del yogur de arazá

Gráfico C-7: Cambios en los sólidos solubles (°Brix) registrados durante el tiempo de estudio del yogur de arazá

ANEXO D. ANÁLISIS DE VISCOSIDAD (Mejores tratamientos)

Tabla D-1. Viscosidad aparente [mPa.s] de yogurt de arazá a 5°C

Tabla D-2. Parámetros reológicos de yogurt de arazá analizados por la ley de la potencia a 5°C

Gráfico D-1: Relación entre la viscosidad aparente y velocidad del yogur de arazá a 5°C

Gráfico D-2: Relación entre el esfuerzo de cizallamiento y velocidad de deformación del yogur de arazá a 5°C

ANEXO E. ANÁLISIS DE VIDA ÚTIL (Mejores tratamientos)

Tabla E-1: Cambios en la acidez (% de ácido láctico) registrados en el tratamiento $a_0b_0c_1$

Tabla E-2: Cambios en la acidez (% de ácido láctico) registrados en el tratamiento $a_0b_1c_1$

Tabla E-3: Cambios en la acidez (% de ácido láctico) registrados en el tratamiento $a_1b_1c_1$

Gráfico E-1: Acidez registrada en el tratamiento $a_0b_0c_1$ almacenada a tres temperaturas.

Tabla E-4: Ecuaciones correspondientes al tratamiento $a_0b_0c_1$, valores de D' (días)

Gráfico E-2: Acidez registrada en el tratamiento $a_0b_1c_1$ almacenada a tres temperaturas.

Tabla E-5: Ecuaciones correspondientes al tratamiento $a_0b_1c_1$ y valores de D' (días)

Gráfico E-3: Acidez registrada en el tratamiento $a_1b_1c_1$ almacenada a tres temperaturas.

Tabla E-6: Ecuaciones correspondientes al tratamiento $a_1b_1c_1$ y valores de D' (días)

ANEXO F. FICHAS TÉCNICAS DE ANÁLISIS SENSORIAL

Ficha D-1: Evaluación sensorial de yogur de arazá

ANEXO G. METODOLOGÍAS EMPLEADAS

Diagrama G-1: Elaboración de yogur de arazá

Diagrama G-2: Elaboración de mermelada de arazá

Diagrama G-3: Balance de materiales del mejor tratamiento (2 % de *Lactobacillus* GG + 5 % de inulina) para la elaboración de yogur de arazá

ANEXO H. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Cuadro H-1: Composición de leches fermentadas

Cuadro H-2: Requisitos microbiológicos en leche fermentada sin tratamiento térmico posterior a la fermentación

ANEXO I: ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Informe I-1: Informe de resultados de Multianálityca Cía. Ltda.

ANEXO J: TAMAÑO DE LA MUESTRA

ANEXO K: ANÁLISIS DE COSTOS

Costos de producción del mejor tratamiento (2 % de *Lactobacillus* GG y 5 % de inulina)

Tabla K-1: Materiales directos e indirectos

Tabla K-2: Equipos y utensilios

Tabla K-3: Suministros

Tabla K-4: Personal

Tabla K-5: Costos de producción

ANEXO L: MANUAL DE CAPACITACIÓN

ANEXO M: FOTOGRAFÍAS

CAPITULO I

PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. TEMA DE INVESTIGACIÓN

Estudio de cultivos lácticos y la inulina en la vida útil del yogur de arazá (*Eugenia stipitata*).

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Desconocimiento del efecto de la inulina en la vida útil del yogur de arazá (*Eugenia stipitata*).

1.2.1. Contextualización

Macro

La inulina es un carbohidrato de almacenamiento presente en muchas plantas, vegetales, frutas y cereales y por tanto forma parte de nuestra dieta diaria. A nivel industrial, la inulina se obtiene de la raíz de la achicoria y se usa como ingrediente en los alimentos, ofreciendo ventajas tecnológicas e importantes beneficios a la salud (Franck, 2006).

Internacionalmente la inulina tiene diversos tratamientos. Por ejemplo, de acuerdo con las normativas del Reglamento (CE) nº 318/2006 del Consejo de la Unión Europea, de 20 de febrero de 2006, la producción de inulina se rige por el régimen de la producción de azúcar, por lo que está sujeta a un contingente de producción. En tanto, en EE.UU. en el año 1992, fue declarada como ingrediente saludable por la Agencia de Drogas y Alimentos (FDA, sigla en inglés).

No existen cifras certeras de la superficie total cultivada con achicoria de uso industrial; sin embargo, de acuerdo a los volúmenes de inulina transados internacionalmente, los promedios de producción y la opinión de expertos, es posible estimar que existirían a nivel mundial, aproximadamente, 12.000 hectáreas cultivadas con esta especie.

Las exportaciones de inulina está altamente concentrado en tres países: Bélgica, Países Bajos y Chile, los que en conjunto, en el año 2013, representaron más de 93% del valor de las exportaciones mundiales, con 50,4%, 24,1% y 18,7% del mercado, respectivamente. Chile se convirtió en un actor importante a partir del año 2007, cuando se instaló en el país una planta de origen belga, actualmente filial de la principal productora mundial de inulina. Si a los tres países anteriores se suman los aportes de México (2,3%) y Alemania (2,0%), la concentración del mercado se reduce a estas cinco naciones, con el 97,4% del total (Traub, 2014).

El yogurt es un producto lácteo fermentado de amplio consumo en todo el mundo, donde se incluye yogures bajos en grasa, probióticos, batidos, firmes, helados y mousse de yogurt (Staffolo, et al. 2004).

Meso

La propiedad de la inulina más extensivamente estudiada es su comportamiento como prebiótico (Roberfroid, 2005), definido por su capacidad selectiva de estimular el crecimiento de un grupo de bacterias en el colon (bifidobacterias y lactobacilos), con la consecuente disminución de otras especies que pueden ser perjudiciales (ejemplo: *E. coli* y bacterias de la especie *Clostridium spp.*) (Gibson, 1999). Entre otras propiedades beneficiosas a la salud de la inulina, se mencionan: el refuerzo de las funciones inmunológicas (ante cáncer o tumores), el aumento de la biodisponibilidad de minerales, la mejora del metabolismo de las grasas y de la respuesta glicémica (Franck, 2006).

En el campo de la industria láctea uno de los principales problemas tecnológicos en los productos lácteos, tales como el yogurt, queso madurado, postres de leche y aderezos, es la prevención de la separación de fases o sinéresis y en este caso se han empleado fibras como la inulina para evitar dicha separación (Betancur, et al. 2003).

Las propiedades técnicas que se le atribuyen a la inulina son: sustitución de grasa, fácil procesabilidad, mejora del sabor y textura, reducción calórica. Dentro de los microorganismos que son utilizados actualmente en productos probióticos alrededor del mundo se encuentra el *Lactobacillus casei* (Orafti, 2002).

El yogurt es un gel de apariencia viscosa, resultante de la acidificación microbiana de la leche. Intervienen en su fermentación ácido láctica las bacterias *Lactobacillus delbrueckii subsp bulgaricus* y *Streptococcus salivarius subsp thermophilus*, las cuales deben encontrarse en relación 1:1 para una acción simbiótica efectiva (Salvatierra, et al. 2004).

El arazá es una fruta originaria de Sudamérica específicamente del alto Amazonas en países como: Brasil, Colombia, Perú, Uruguay y Ecuador; debido a su clima tropical que poseen en ciertas áreas permiten el cultivo de arazá y de los cuales los países fortalecen el procesamiento de esta fruta para la elaboración de mermeladas, pulpa congelada, vino, jugos, yogurt entre otros. Cabe destacar que los países que tienen mayor producción y comercialización son Colombia y Brasil (Martillo, et al. 2014).

Micro

En la actualidad, la presencia de ciertas cantidades de inulina o sus derivados en la formulación de un producto alimenticio es condición suficiente para que dicho producto pueda ser considerado como “alimento funcional” (Roberfroid, 2005), que por definición sería aquel que contiene un componente o nutriente con actividad selectiva beneficiosa, lo que le confiere un efecto fisiológico adicional a su valor nutricional (Silveira, 2003). El efecto positivo a la salud se

refiere a una mejoría de las funciones del organismo o a la disminución del riesgo de una enfermedad (Aswell, 2004).

La oferta de prebióticos ha crecido en estos años con incontables testimonios e historias sobre sus beneficios. En Ecuador el consumo e investigación sobre los prebióticos ha aumentado considerablemente. Los prebióticos de más peso y más estudiados son la inulina y la oligofructosa, ingredientes alimenticios naturales extraídos de la raíz de la achicoria. La inulina se encuentra en la naturaleza en miles de plantas y verduras como la alcachofa, el puerro y la cebolla.

Según la norma INEN 2395 (2006), el yogur es un producto coagulado, obtenido por fermentación láctica de la leche o mezcla de esta con derivados lácteos, mediante la acción de bacterias lácticas *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*. Es un alimento exquisito y altamente nutritivo de alto consumo en nuestro país.

Ecuador es un país fértil en cuanto a diversidad de frutas se trata, pero algunas no han sido netamente industrializadas debido a su poco conocimiento, entre ellas tenemos el Arazá originaria de la Amazonía Ecuatoriana, es por tanto que El Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) está fomentando el cultivo de arazá en los sistemas agroforestales (Diario la Hora, 2012). El arazá se cultiva principalmente entre las provincias de: Pichincha, Santo Domingo (cantón la Concordia), Los Ríos, Sucumbíos y Orellana (Martillo, et al. 2014).

1.2.2. Análisis crítico

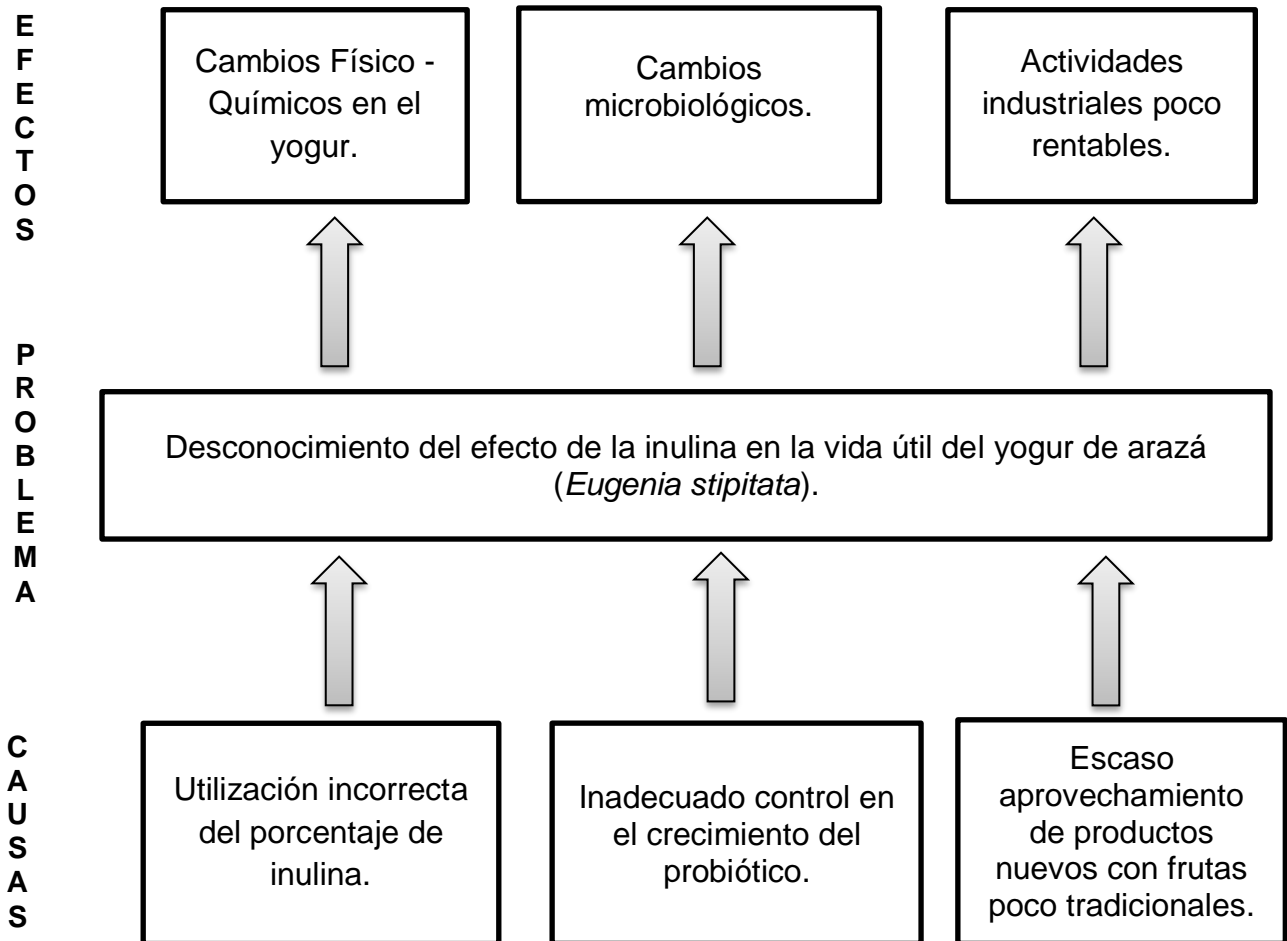


Gráfico N° 1: Árbol de problemas
Elaborado por: Cristian Riofrio, 2015.

1.2.3. Prognosis

En el caso de no ejecutarse la presente investigación, no se dispondría de datos sobre el tiempo de vida útil del yogurt de arazá, evitando la optimización de recursos y tecnología para conocer con certeza si a pesar de ser un alimento funcional genera pérdidas o ganancias.

1.2.4. Formulación del problema

¿Cómo contribuiría el estudio del efecto de la inulina en la vida útil del yogur de arazá (*Eugenia stipitata*)?

1.2.5. Preguntas directrices

- ¿Qué tipo de probiótico y porcentaje permitirán disminuir la post – acidificación del yogur de arazá (*Eugenia stipitata*)?
- ¿Se cumplirán los parámetros físico-químicos del yogur de arazá (*Eugenia stipitata*) con inulina durante su almacenamiento con los especificados la norma NTE INEN 2395:2011?
- ¿Qué porcentaje de inulina será necesario para mantener las propiedades organolépticas del yogur?
- ¿Cuáles serán las alteraciones microbiológicas que producirá la adición de inulina?

1.2.6. Delimitación del objeto de investigación

Área: Alimentos.

Subárea: Productos lácteos.

Categoría: Yogurt de fruta con inulina.

Delimitación Temporal: El trabajo de investigación se realizó en el período diciembre 2014 a mayo 2015.

Delimitación Espacial: Laboratorios de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato.

1.3. JUSTIFICACIÓN

La vida útil de un producto alimenticio es el periodo en el que puede mantenerse en condiciones de almacenamiento especificadas sin que pierda su seguridad y calidad óptimas. Empieza desde el momento en que se elabora y depende de muchos factores como el proceso de fabricación, el tipo de envasado, las condiciones de almacenamiento y los ingredientes.

La introducción de productos con inulina resultan atractivos para el consumidor, puesto que es utilizada como fuente de fibra dietética de origen natural para enriquecer alimentos de fácil consumo como productos lácteos, a los cuales promueve el crecimiento de bífidobacterias en el intestino; microorganismos que son muy sensibles a los factores del ambiente, por lo tanto su incorporación a los alimentos, como probióticos o suplemento dietético de origen microbiano, con efecto beneficioso para la salud no es fácil.

Es así que la presión a la que se ven sometidas las industrias de alimentos para introducir estos productos en el menor tiempo posible es muy alta. Las garantías de seguridad y estabilidad requeridas para el producto durante su vida útil son muy restrictivas. Además, la norma general del CODEX para el etiquetado de los alimentos (CODEX STAN 1-1985) y norma Técnica Ecuatoriana: Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. Parte 1. Requisitos (NTE INEN 1334-1), establecen que se debe indicar la fecha de caducidad del producto, por lo cual se debe realizar estudios de vida útil para asegurar la ausencia de riesgos microbiológicos e identificar los cambios sensoriales en los productos.

Por esta razón, se ha escogido estudiar el efecto de la inulina en el yogur de arazá para aportar datos sobre cuánto tiempo se puede conservar inalteradas sus propiedades y es capaz de mantener su calidad.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo general

- Estudiar el cultivo láctico y la inulina en la vida útil del yogur de arazá (*Eugenia stipitata*).

1.4.2. Objetivos específicos

- Ensayar el tipo y concentración de probiótico y porcentaje de inulina en la velocidad de fermentación del yogur de arazá (*Eugenia stipitata*).
- Establecer los cambios en el pH y acidez, °Brix, viscosidad del yogur de arazá.
- Evaluar factores organolépticos del yogur de arazá (*Eugenia stipitata*) con inulina para determinar el mejor tratamiento.
- Estimar la vida útil del yogur de arazá (*Eugenia stipitata*) para determinar el mejor tratamiento.
- Diseñar un manual de capacitación.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Se ha encontrado como referencia los siguientes trabajos de grado:

Tapia y Morales (2010), mencionan que el porcentaje adecuado de adición de inulina en yogurt de Durazno (*Prunus pérsica*) es del 15%, ya que los análisis presentaron valores de acidez de 79.5 , pH de 4.00 , grasa de 2.8, microbiológicos negativo, encontrándose dentro de las normas establecidas para yogurt y en las pruebas sensoriales tuvo una significancia mínima, sus características organolépticas no se ven afectadas por la adición de inulina; datos bibliográficos consideran que para que pueda ejercer su efecto prebiótico, un producto con fibra soluble debe contener por lo menos 1.5 g por porción y el nivel mínimo de ingestión debería ser 3 g por día; el yogurt elaborado con un 15% de inulina aportaría 1.35 g por porción.

López y Gutiérrez (2010), aplicaron una tecnología para la elaboración de Yogurt con Frutas Tipo II con el uso de Inulina y Chamburo en la quesera el Salinerito, de esta manera logró obtener un producto de excelente calidad, buenas características organolépticas y nutricionales. Puesto que además de los efectos beneficiosos para la salud que presenta la Inulina tuvo propiedades tecnológicas interesantes, como edulcorante de contenido.

Por otra parte, existen varios estudios realizados en otros países que son de gran importancia para el presente trabajo de investigación, por lo cual se los menciona a continuación.

Ruiz y Ramírez en el 2008 concluyen que durante el almacenamiento refrigerado, se observó una disminución en el pH y un aumento en la viscosidad del yogurt, lo que pareciera indicar que la inulina afecta

significativamente estas variables; específicamente la adición de inulina en el yogurt mejoró la viscosidad del producto, además no se apreció sinéresis durante el almacenamiento refrigerado del mismo.

Ardila y Parra (2007), realizaron yogurt a escala de laboratorio al que solo se le agregaba inulina, con el fin de tener una sola variable a cuantificar y analizar: El efecto de la inulina adicionada al yogurt. Los ensayos al yogurt de laboratorio se diferenciaron así: Yogurt TIPO 1 (Leche con fermento láctico) y Yogurt TIPO 2 (Leche con fermento láctico con inulina), los dos tipos de yogurt se obtuvieron bajo las mismas condiciones de proceso; se hizo un estudio del comportamiento de las variables fisicoquímicas con el tiempo y los resultados no mostraron diferencias significativas entre los dos tipos de yogurt

2.2. FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA

La presente investigación se basa en el paradigma positivista que según Hernández, et al. (2008), tiene como escenario la investigación de laboratorio a través de un diseño pre estructurado y esquematizado; su lógica de análisis está orientada a lo confirmatorio, reduccionista, verificación, inferencial e hipotética deductivo mediante el respectivo análisis de resultados. Teniendo como fundamento experiencias. Además la realidad es única y fragmentable en partes que se puede manipular independientemente.

Al tratarse de una investigación experimental, donde se busca la explicación, predicción y control de fenómenos físicos y químicos; el estudio se puede relacionar con un enfoque crítico propositivo, donde la generalización científica se basa en leyes naturales inmutables para dar solución a problemas reales, según lo mencionado por Herrera, et al. (2008).

2.3. FUNDAMENTACIÓN LEGAL

La información de las siguientes normas servirá de soporte para el desarrollo del presente proyecto de investigación:

Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2395:2011: Leches Fermentadas. Requisitos.

Norma CODEX STAN 243-2003 para leches fermentadas.

2.4. CATEGORÍAS FUNDAMENTALES

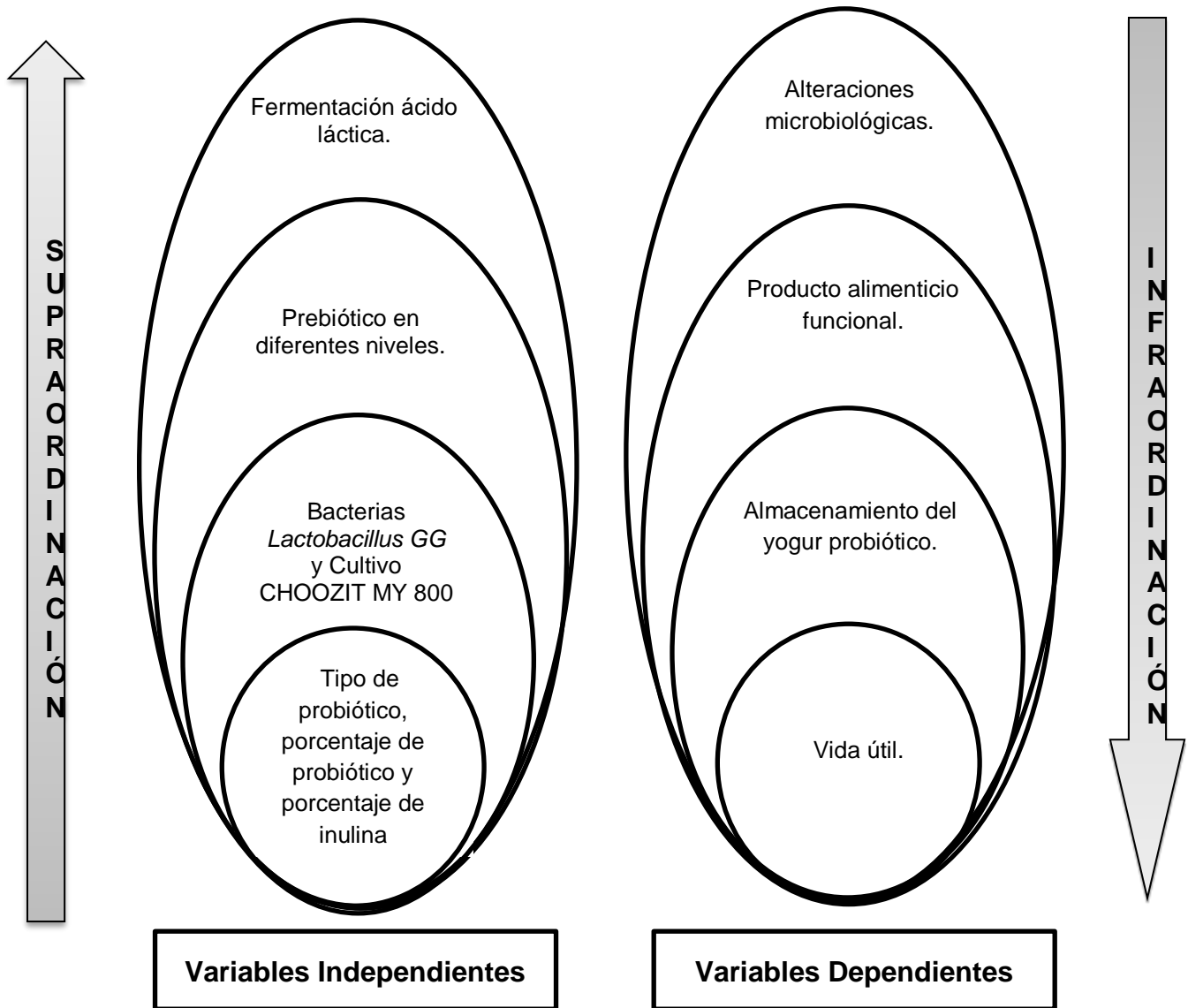


Gráfico 2. Categorías fundamentales

Elaborado por: Cristian Riofrio, 2015.

2.4.1. Marco Conceptual variable independiente

2.4.1.1. Arazá

a) Generalidades



Figura N°1: Arazá Categorías fundamentales (*Eugenia stipitata*).

Fuente: López, 2011

El arazá es originario de la región amazónica occidental comprendida entre los ríos Marañón y Ucayali y en las proximidades de Requena y el nacimiento del río Amazonas. La mayor diversidad genética de *Eugenia stipitata* se registra en el sudoeste de la Amazonía, de igual manera, la especie se encuentra en estado silvestre solamente en la Amazonía Occidental (Pinedo, et al. 1981).

El arazá *Eugenia stipitata* Mc Vaught subespecie *sororia* es cultivada en los países de Perú, Brasil, Ecuador, Colombia, Bolivia y Costa Rica. En Colombia, aunque no en grandes cultivos, se encuentra distribuida en los departamentos de Meta, Caquetá, Putumayo y Amazonas, así como se encuentran algunos reportes en Cundinamarca y el eje cafetero (Quevedo, 1995).

b) La Planta

El arazá *Eugenia stipitata* McVaugh subespecie *sororia* es un arbusto con follaje denso que alcanza alrededor de los 3 metros de altura; presenta

peciolos de 1 a 5 mm, algunas veces sésiles; hojas simples, opuestas, enteras, de tamaño mesófilo, delgadas, fuertes, esclerófilas, de forma elíptica, elíptico– oblonga y lanceolada, con ápice acuminado hasta aristado y base redondeada obtusa a subcordada; la hoja exhibe una longitud de 11 cm de longitud y un ancho de 4.49 cm (Ariza, 2000).

La propagación del arazá se hace normalmente por medio de semillas, puesto que hasta el momento la propagación asexual no ha mostrado resultados exitosos. La planta de arazá inicia la producción de frutos después del segundo año de establecida en campo y a partir de este momento el rendimiento aumenta gradualmente; la producción comercial se alcanza entre el quinto y duodécimo año y el cultivo se considera rentable a partir del sexto año. Esta especie produce a lo largo de todo el año, encontrándose cosechas relativamente mayores cada dos o tres meses. Dependiendo de la edad y de las condiciones ambientales y de manejo, se han estimado rendimientos entre 2.5 y 60 ton./ha-año (Ferreira y Gentil, 2000).

c) El Fruto

El fruto se caracteriza por ser una baya globos-cóncava o esférica; el epicarpio es delgado, presenta pubescencia fina y color verde claro que se torna amarillento o anaranjado en la madurez; la pulpa (mesocarpio) es espesa, jugosa, entre amarillo y naranja, aromática y agridulce; y la cavidad interior del fruto está ocupada por un número de 12 a 16 semillas de 1-2.5 cm de longitud (Ariza, 2000).

d) Caracterización Química del fruto arazá

El fruto de arazá posee un alto contenido de humedad, alrededor del 90%, lo que contribuye al incremento de la tasa respiratoria e incide directamente en la alta perecibilidad. Los contenidos proteicos resultan moderadamente altos y pueden estar asociados a una alta tasa metabólica, con un importante nivel de actividad enzimática (Barrera, et al. 2001).

Tabla N°1: Composición química del arazá, en base fresca

ANÁLISIS	ARAZÁ	
Humedad (%)	95,12	
Cenizas (%)	0,14	
Extracto Etéreo (%)	0,04	
Proteína (%)	0,71	
Fibra Cruda (%)	0,37	
Carbohidratos totales (%)	3,62	
pH	2,79	
Acidez Titulable (% ácido málico)	2,79	
Sólidos Solubles (° Brix)	4,40	
Azúcar Total (%)	1,89	
Vitamina A (UI/100 g)	150,21	
Vitamina C (mg/100g)	36,84	
Polifenoles Totales (mg/100 g)	121,16	
Carotenoides Totales (mg/100 g)	0,27	
Antocianinas (mg/100 g)	0,04	
Actividad Antioxidante (μ mol equivalente trolox/g)	5,00	
Minerales	Calcio (μ g/g)	100,00
	Magnesio(μ g/g)	47,00
	Potasio (μ g/g)	500,00
	Fósforo (μ g/g)	100,00
	Sodio (μ g/g)	9,00
	Hierro (μ g/g)	1,00
	Zinc (μ g/g)	2,00
	Selenio (μ g/kg)	0,02
	Cadmio (μ g/kg)	4,00
	Plomo (μ g/kg)	40,00

Fuente: Brito, 2003.

2.4.1.2. Probióticos

La Organización Mundial de Gastroenterología (2008), define a los probióticos como microorganismos vivos que, cuando se ingieren en las cantidades adecuadas, pueden aportar beneficios para la salud de quien los consume. Se trata de bacterias o levaduras que están presentes en alimentos, medicamentos o suplementos dietéticos.

Los probióticos que se utilizan con más frecuencia son los pertenecientes a las especies *Lactobacillus* y *Bifidobacterium*, siendo los primeros los que más se han empleado durante años para la conservación de alimentos mediante la fermentación, como es el caso de la leche al fermentarse para producir yogur. Sin embargo, desde el punto de vista científico y estricto, el término probiótico debe reservarse para aquellos microorganismos vivos que han demostrado su beneficio para la salud en estudios realizados con personas.

Ninguna de las cepas consideradas probióticas que han sido objeto de estudio ha demostrado causar daño a quien las consume. De todos modos, es necesario que al preparar un producto probiótico se identifique correctamente la especie utilizada para garantizar se trate de microorganismos inocuos y de grado alimenticio (Sanz, et al. 2003).

Se ha observado que los probióticos tienen efectos más allá del valor nutritivo del alimento, incluyendo la exclusión, antagonismo e interferencia con microorganismos patógenos, la inmunoestimulación e inmunomodulación, actividades anticarcinogénicas y antimutagénicas, alivio de los síntomas de intolerancia a la lactosa, reducción de colesterol sérico, reducción de la presión arterial, disminución en la incidencia y duración de diarrea, prevención de vaginitis y mantenimiento de la integridad de las mucosas entre otras. Otros beneficios incluyen la estimulación de la síntesis de vitaminas y producción de enzimas, estabilización de la microflora, y reducción del riesgo de cáncer de colon (Berrocal, et al. 2002).

a) Lactobacillus GG

Lactobacillus GG (LGG) es una bacteria probiótica descubierta en 1985 por los doctores Sherwood H. Gorbach y Barry R Goldin, de la Tufts University, Boston, de quienes adquirió su nombre (Gorbach Goldin). Su nombre científico completo es *Lactobacillus rhamnosus* GG y pertenece a los probióticos del grupo *Lactobacillus* spp junto con otras 5 especies. Los otros grupos probióticos son *Bifidobacterium* spp (5 especies), *Streptococcus salivarius* (1

especie), *Lactococcus lactis* (1 especie), *Enterococcus faecium* (1 especie) y *Saccharomyces boulardii* (1 especie).

El atributo más importante de esta bacteria es su capacidad para adherirse a las células del intestino, colonizando así el tracto gastrointestinal, lo que le permite desempeñar sus múltiples beneficios (Salazar, 2013).

b) Cultivo CHOOZIT MY 800 LYO 5 DCU

- **Descripción**

Cultivo láctico concentrado liofilizado para inoculación de leche directa en tina.

- **Áreas de aplicación**

Lácteos.

- **Beneficios**

Alto poder acidificante.

Buena capacidad proteolítica durante el almacenamiento.

Produce yogures altamente viscosos.

- **Composición**

Streptococcus thermophilus

Lactobacillus delbrueckii subsp. lactis

Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus

Vehículo:

Sacarosa

Maltodextrinas

2.4.1.3. Prebióticos

Los prebióticos son compuestos que el organismo no puede digerir, pero que tienen un efecto fisiológico en el intestino al estimular, de manera selectiva, el crecimiento y la actividad de las bacterias beneficiosas (bifidobacterias y lactobacilos). Se trata de un tipo de hidratos de carbono (una “fibra especial”) presentes en algunos alimentos que, pese a que nuestro sistema digestivo no es capaz de digerir, son fermentados en el tracto gastrointestinal y utilizados como “alimento” por determinadas bacterias intestinales beneficiosas. Los prebióticos más estudiados son dos: la inulina y los fructooligosacáridos (conocidos también como FOS), y pueden aparecer de forma natural en algunos alimentos o ser añadidos por el fabricante para dotar al alimento de beneficios concretos (OMGE, 2008).

Los prebióticos conocidos comúnmente son:

- Oligofructosa
- Inulina
- Galacto-oligosacáridos
- Lactulosa
- Oligosacáridos de la leche de pecho

a) Inulina

La inulina es un fructano u oligosacárido, cuya estructura básica consiste de unidades de fructosa unido por un enlaces β (2,1); una molécula de glucosa puede estar enlazada al final de la cadena por un enlace α (1,2) (Zuleta y Sambucetti, 2001).

Debido a la presencia del enlace glucosídico β (2,1), la inulina es resistente a la hidrólisis por las enzimas digestivas del intestino delgado, siendo rápidamente fermentada por las bacterias del colon, por lo que se considera un

carbohidrato no digerible, estando hoy clasificada como fibra alimentaria soluble (Clemens, 2001).

El uso de la inulina o sus derivados para cumplir funciones tecnológicas, simultáneamente aporta beneficios a la salud, el primero de ellos es su función de fibra dietética, con los efectos fisiológicos atribuibles a este tipo de compuestos, como son la disminución de los niveles lipídicos y glucosa en sangre y la acción laxante (Camire, et al. 2001). Otro beneficio comprobado ligado al anterior, es la capacidad de la inulina de modular la flora intestinal (Schneeman, 1999), esto se debe a su efecto prebiótico.

Estudios in vivo muestran que solo 4g de inulina o de sus compuestos relacionados diarios son efectivas para incrementar el número de bacterias beneficiosas en el colon (Rao, 1999).

La inulina y derivados tienen un aporte calórico reducido (máximo de 1,5 kcal/g), atribuibles a la resistencia a la digestión y posterior hidrólisis y fermentación por la flora intestinal selectiva del intestino grueso. Solo los ácidos grasos de cadena corta obtenidos como producto metabólico de la actividad bacteriana en el intestino grueso contribuyen a proveer energía al individuo. El valor calórico de 1,5 kcal/g es usado para propósitos legales de información en el etiquetado. Por su efecto hipoglicemiante, la inulina se recomienda en la dieta de individuos con diabetes (Roberfroid, 1999).

2.4.1.4. Fermentación

No es sino hasta cuando Pasteur estudió detenidamente el comportamiento de los microorganismos que se habla de los procesos fermentativos como procesos bioquímicos.

Estrictamente se relacionan con la capacidad de un organismo para obtener su energía a través de reacciones químicas en las que, sustancias de tipo orgánico, actúan como donadores y receptores de electrones.

Desde el punto de vista bioquímico, una fermentación se define como un proceso mediante el cual las sustancias orgánicas (sustrato) sufren una serie de cambios químicos (reducciones y oxidaciones) que producen energía: al finalizar la fermentación, se presenta una acumulación de varios productos, unos más oxidados (aceptaron electrones) y otros más reducidos (donaron electrones) que el sustrato, con un balance total de energía positivo. Esta energía es utilizada en el metabolismo de los microorganismos.

Desde el punto de vista microbiológico, en la actualidad se entiende por fermentación aquel proceso en el que los microorganismos producen metabolitos o biomasa, a partir de la utilización de sustancias orgánicas, en ausencia o presencia de oxígeno. La descomposición de los sustratos es llevada a cabo por enzimas producidas por los microorganismos para la finalidad. Se debe observar que el concepto llega a excluir a los microorganismos del proceso, siempre y la cuando estén presentes sus enzimas; sin embargo, en estos casos, la velocidad de obtención y los rendimientos del producto son menores (Hernández, et al. 1993).

a) Fermentación láctica

La fermentación láctica es un proceso celular anaeróbico donde se utiliza 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 en los 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 contra, las neuronas mueren rápidamente y que no fermentan, y su única fuente de energía es la respiración (Kandler, 1983).

Un ejemplo de este tipo de fermentación es la acidificación de la leche. Ciertas bacterias (*Lactobacillus*, *Streptococcus*), al desarrollarse en la leche utilizan la lactosa (azúcar de leche) como fuente de energía. La lactosa, al fermentar, produce energía que es aprovechada por las bacterias y el ácido láctico es eliminado.

La coagulación de la leche (cuajada) resulta de la precipitación de las proteínas de la leche, y ocurre por el descenso de pH debido a la presencia de ácido láctico. Este proceso es la base para la obtención del yogur. El ácido láctico, dado que otorga acidez al medio, tiene excelentes propiedades conservantes de los alimentos (Brock, et al. 2002).

2.4.2. Marco Conceptual variable dependiente

2.4.2.1. Alteraciones Microbiológicas

Las bacterias probióticas se desarrollan muy bien en un medio lácteo. La primera de estas leches especiales es la materna: estudios realizados en lactantes alimentados con leche materna, demostraron que en el intestino de estos niños hay bacterias (como las bifidobacterias) que los hacía menos susceptibles de contraer infecciones que a los niños alimentados con otras leches. Por eso, otra de las opciones probióticas que se encuentran en las góndolas son las leches fermentadas, adicionadas con bacterias. Una de ellas, la leche biótica, tiene ciudadanía Argentina, más precisamente tucumana y fue desarrollada por el doctor Guillermo Oliver, investigador de CERELA (Centro de referencia para lactobacilos) dependiente del Conicet, y su equipo, que investigó el tema para paliar parte de la desnutrición infantil y las terribles diarreas que se viven en el Noroeste argentino, pero que lamentablemente son un patrimonio universal. Por esta última razón, paralelamente se desarrollaron –en otros rincones del mundo– otras leches similares, como las que surgieron

en 1995, adicionadas con GG. Todas estas leches vencen a los microorganismos patógenos, regulan el equilibrio intestinal, facilitan la digestibilidad de los alimentos, aumentan la tolerancia a la lactosa, mejoran la inmunidad de los aparatos digestivos y respiratorios y favorecen la absorción del calcio. En suma, beneficios que superan ampliamente los valores nutricionales de las leches convencionales (Salvatierra, et al. 2004).

2.4.2.2. Yogur Probiótico (Alimento Funcional)

El yogurt probiótico puede ser un atractivo para los consumidores, porque la incorporación de ciertas bacterias probióticas incrementan el valor terapéutico del mismo y ayuda a los consumidores a ingerir alimentos nutricionales que tengan beneficios adicionales a la salud (Hekmat y Reid, 2006).

Algunas cepas probióticas pueden modular el sistema inmunológico y aumentar las defensas del sistema inmune de las células de la mucosa intestinal a través de efectos específicos y no específicos. Se ha demostrado que ciertas cepas probióticas tienen un efecto favorable sobre los marcadores de la respuesta inmune al estrés. Otras cepas probióticas también pueden reducir la gravedad de la inflamación intestinal inducida por microorganismos, la gastroenteritis aguda, la enfermedad de colon irritable, y también pueden reducir el riesgo de cáncer colorrectal.

El consumo de probióticos se recomienda a cualquier persona que quiera favorecer el equilibrio de la microbiota intestinal. En personas con tratamiento antibiótico, en niños, en ancianos, en el embarazo, en disturbios intestinales o para mejorar la intolerancia a la lactosa. Se utilizan también para disminuir los efectos de la diarrea y el estreñimiento o en enfermedades inflamatorias intestinales (Alpina, 2014).

La formulación del yogurt con prebióticos mejora la viabilidad del *Lactobacillus acidophilus* y del *L. casei*, en el yogurt durante su almacenamiento refrigerado, especialmente en presencia de la inulina. Se ha demostrado que este

polisacárido es mejor estimulante del crecimiento del probiótico que el almidón de maíz; pues bajas concentraciones de la misma son suficientes para estimular el crecimiento y conservar la viabilidad de los organismos probióticos en el yogurt, además de causar un incremento de la viscosidad a diferencia del almidón de maíz (Donkor, et al. 2007).

2.4.2.3. Almacenamiento del yogur probiótico

Es de suma importancia comprender la relación entre salud de la población y el consumo de alimentos sanitariamente.

Como los alimentos pueden contaminarse en cualquier punto de la cadena de producción la responsabilidad del control de riesgos recaen en todos los individuos que interviene en las distintas fases de la cadena alimentaria para evitar enfermedades transmitidas por alimentos es necesario llevar un estricto control de los mismos.

El almacenamiento en frío podría realizarse en cámaras frigoríficas o en heladeras a una temperatura entre 4°C y 7°C.

Para la conservación de las leches ácidas (yogurt y kumis) siempre se debe tener bajo refrigeración, pues los cambios sucesivos de temperatura atentan contra la conservación del producto tanto desde el punto de vista microbiológico como físico (estabilidad). La cámara de almacenamiento debe mantenerse limpia y aseada y no debe emplearse para otros productos que puedan causar mal sabor y olor (Sanz, et al. 2003).

2.4.2.4. Vida útil

a) Disminución del pH y aumento de la acidez

La actividad de las bacterias ácido lácticas que están presentes en el yogurt es muy baja a temperaturas de refrigeración, pero aún siguen vivas y continúan transformando la lactosa en ácido láctico, lo que provoca una disminución del

pH y un aumento de la acidez (se estima que tras unas 4-7 semanas, el aumento de la acidez es del orden del 0,2%) (Gčosta, 2003).

La conversi3n de lactosa en 1cido l1ctico tiene un efecto conservador sobre la leche. El bajo pH de la leche acidificada inhibe el crecimiento de las bacterias de la putrefacci3n y de otros organismos perjudiciales. De esta forma se prolonga la vida 1til del producto. Por otra parte, la leche acidificada en un medio muy favorable para las levaduras y mohos que causan olores y sabores desagradables si se les permite infectar los productos l1cteos (L3pez y Guti3rrez, 2010).

b) Sin3resis

El descenso del pH hace que la matriz de prote3nas que constituye la estructura del yogur reduzca su capacidad de retener agua. Es decir, se produce una separaci3n de parte del agua que conten3a el yogur. Esto se considera un defecto porque, entre otras cosas, supone un deterioro de la textura del producto y adem1s influye negativamente sobre su aspecto; sin embargo se debe tener en cuenta que la presencia de ese suero no indica necesariamente que el yogur se haya elaborado mucho tiempo atr1s, ya que puede deberse a diferentes causas, como por ejemplo, una agitaci3n durante el transporte o un n1mero demasiado elevado de bacterias 1cido-l1cticas (Gčosta , 2003).

c) Vida microbiol3gica

Desde un punto de vista microbiol3gico, la opini3n vertida en el art3culo de El Pa3s por Clara Gonz1lez, directora del Instituto de Productos L1cteos de Asturias del Consejo Superior de Investigaciones Cient3ficas (IPLA-CSIC), plantea la cuesti3n de fondo: “Es complejo hablar de caducidad en un producto con un pH tan 1cido, que hace muy dif3cil que se establezcan pat3genos. Adem1s, se elabora con leche pasteurizada, con lo que se elimina la carga microbiana inicial y se establece una barrera m1s contra los

patógenos. No obstante, en microbiología el riesgo cero no existe, por lo que tampoco podemos afirmar que nunca se pueda producir una contaminación. Por eso, aunque en general es un producto muy seguro, entiendo que la obligación de la industria es ofrecer la máxima garantía a los consumidores” (Ainiaactualidad, 2012).

d) Análisis Sensorial

El análisis sensorial es el conjunto de técnicas y métodos que permite medir, a través de los órganos de sentido, cuanto se percibe de cualquier producto o servicio. Dichas así las cosas, el término análisis sensorial parecería casi sinónimo de cata y degustación. En realidad aun presentando muchas semejanzas, existen sustanciales diferencias (Ratti, 2000).

-Apariencia y textura. Los procesos proteolíticos y el descenso del pH acaban deteriorando la red proteica que constituye la estructura del yogur, dando como resultado una pérdida de consistencia, una reducción de volumen y una salida de agua. En definitiva, efectos que se traducen en una apariencia poco deseable que puede provocar el rechazo del consumidor. Además, el color puede verse alterado, sobre todo en la superficie del producto, debido a la oxidación lipídica.

-Olor y sabor. A medida que pasa el tiempo se producen varios cambios en el olor y el sabor del yogur, debidos principalmente a los productos resultantes del metabolismo de carbohidratos, proteínas y lípidos llevados a cabo por las bacterias ácido lácticas. Así, el ácido láctico producido en la fermentación hace que, tanto el olor, como el sabor del yogur, sean cada vez más ácidos. Además, los aminoácidos y ácidos grasos libres producidos como resultado de los fenómenos de proteolisis y lipolisis, respectivamente, junto con los fenómenos de lipooxidación, pueden acabar otorgando olores y sabores anómalos (Gčosta , 2003).

e) Proceso Tecnológico

Recepción: La materia destinada a la elaboración de yogur, se somete a un control de calidad, realizándose análisis de densidad, acidez, pH y microbiológicos

Filtrado: La materia prima es filtrada con el objeto de retirar las impurezas macroscópicas que pueda contener con la ayuda de un lienzo.

Estandarización: Para estandarización de los SNG, se añade el 1,5 de leche en polvo.

Pasteurización: Se pasteuriza la leche en un rango de 90 °C por 15 min. Con la finalidad de destruir los microorganismos patógenos presentes en la leche. Este tratamiento térmico también influye en el producto final posea una acidez, sabor y tiempo de coagulación apropiados.

Enfriamiento: Se realiza un baño termostático de agua fría hasta conseguir las temperaturas de trabajo de 42°C.

Inoculación: Se añade el probiótico e inulina según cada tratamiento.

Agitación: Se lo realiza por 10 minutos con el propósito de que el cultivo actúe en toda la materia prima.

Incubación: La mezcla se deja reposar a una temperatura de 40 a 42 °C durante 4 a 5 h, hasta que el yogur alcance los 0.6 % de Ácido Láctico aproximadamente y se presente la formación del coágulo.

Enfriamiento: Transcurrido el tiempo de fermentación se enfría de 8 a 10°C

Batido: Consiste en la ruptura del yogur por agitación para conseguir una masa homogénea o consistencia cremosa.

Adición de mermelada: Se le añade del 10-12% de Mermelada a 70 °Brix. Posteriormente se realiza una agitación suave para que los Fruta se incorpore en toda la mezcla.

Envasado: El envasado se realiza a una temperatura máxima de 15 °C.

Almacenamiento: El yogur se almacena a 4 °C que es la temperatura de refrigeración por para que se desarrollen aroma y sabor característicos.

2.5. HIPÓTESIS

Hipótesis nulas (H₀):

H₀: El tipo de probiótico, porcentaje de probiótico y porcentaje de inulina no tienen influencia significativa en la vida útil del yogur de arazá.

Hipótesis alternativas (H₁):

H₁: El tipo de probiótico, porcentaje de probiótico y porcentaje de inulina influyen en la vida útil del yogurt de arazá.

2.6. SEÑALAMIENTO DE VARIABLES DE LA HIPÓTESIS

2.6.1. Variables independientes

- Tipo de probiótico.
- Porcentaje de probiótico.
- Porcentaje de inulina.

2.6.2. Variable dependiente

- Vida útil en el yogur de arazá.

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE

Herrera, et al., 2008, señalan que el enfoque asumido por el investigador está permanentemente en todo el proceso de estudio. En el presente proyecto se realizará de manera cuantitativa, ya que se pondrá énfasis en la obtención de datos experimentales reales que permitan el estudio del efecto de la inulina sobre la vida útil del yogur de arazá.

3.2. MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN

En el presente estudio se va a utilizar dos modalidades de investigación mencionados por Herrera, et al., 2008:

a) Investigación de campo.- Es el estudio sistemático de los hechos en el lugar en el que se producen los acontecimientos. En esta modalidad se toma contacto en forma directa con la realidad (fuentes primarias), para obtener información de acuerdo con los objetivos del proyecto.

b) Investigación documental-bibliográfica.- Tiene el propósito de conocer, comparar, ampliar, profundizar y deducir diferentes enfoques, teorías, conceptualizaciones y criterios de diversos autores sobre una cuestión determinada, basándose en documentos o en libros, revistas, periódicos, y otras publicaciones.

3.3. NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN

Los niveles al que llegará la investigación son:

- Explorativa, puesto que permite desarrollar temas nuevos o poco conocidos y careciente de información, por lo que sus resultados constituyen una visión aproximada de dicho tema, es decir, nivel superficial de conocimientos.
- Correlacional, el cual pretende medir el grado de relación (no causal) que existe entre dos o más variables. Para realizar este tipo de estudio, primero se debe medir las variables y luego, mediante pruebas de hipótesis correlacionales acompañadas de la aplicación de técnicas estadísticas, se estima la correlación.

3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.4.1. Diseño experimental

La investigación responderá a un diseño factorial completo $A \times B \times C$ ($2 \times 2 \times 3$) corrido con 1 replica, obteniéndose un total de 24 tratamientos, este diseño experimental es de carácter exploratorio y tiene como finalidad analizar con propiedad y economía de esfuerzos, cuáles de los factores resulta más relevante para explicar un determinado fenómeno o el funcionamiento óptimo de un proceso, según Saltos, 2010.

Modelo Matemático

$$Y_{ijkl} = \mu + A_i + B_j + C_k + (AB)_{ij} + (AC)_{ik} + (BC)_{jk} + (ABC)_{ijk} + R_l + \epsilon_{ijkl}$$

Dónde:

μ = efecto global

A_i = efecto del i-ésimo nivel del factor A

B_j = efecto del j-ésimo nivel del factor B

C_k = efecto del k-ésimo nivel del factor C

$(AB)_{ij}$ = efecto de la interacción entre los factores A y B

$(AC)_{ik}$ = efecto de la interacción entre los factores A y C

$(BC)_{jk}$ = efecto de la interacción entre los factores B y C

$(ABC)_{ijk}$ = efecto de la interacción entre los factores A, B y C

R_l = efecto de la replicación del experimento

ϵ_{ijkl} = residuo o error experimental

A continuación se detallan los factores y los niveles que se van a tomar en cuenta para el diseño experimental:

Factores	Niveles
	a_0 : <i>Lactobacillus GG</i>
A: Tipo de probiótico	a_1 : Cultivo CHOOZIT MY 800 LYO 5 DCU (<i>Streptococcus thermophiles</i> , <i>Lactobacillus delbrueckii subsp. lactis</i> , <i>Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus</i>)
	b_0 : 2 %
B: Porcentaje de probiótico	b_1 : 3 %
	c_0 : 0 %
C: Porcentaje de inulina	c_1 : 5 %
	c_2 : 10 %

Lo que da un total de veinte y cuatro tratamientos, que se obtiene del original y la réplica.

3.5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Cuadro 3. Variables Independientes: Tipo de probiótico, Porcentaje de probiótico y Porcentaje de inulina.

Descripción	Conceptualización	Categoría	Indicadores	Ítems	Técnicas e Instrumentos
Tipo de probiótico.	Los Probióticos son microorganismos vivos que, cuando se ingieren en las cantidades adecuadas, pueden aportar beneficios para la salud de quien los consume.	Cultivo microbiológico	Crecimiento microbiológico	Influirá el tipo de probiótico en el yogur obtenido?	<p>Recuento de aerobios totales AOAC 990.12</p> <p>Recuento de coliformes totales AOAC 2003.07</p> <p>Recuento de <i>E. Coli</i> AOAC 991.14</p> <p>Mohos y levaduras AOAC 2013.09</p> <p>Incubadora Autoclave Cajas Petri Pipetas Medio de cultivo</p>
Porcentaje de probiótico.	Cultivo láctico termófilo que va del 2 al 3% ó de acuerdo a las especificaciones del fabricante.	Cultivo láctico	Porcentajes de cultivo	Influirá el porcentaje de probiótico en el yogur obtenido?	<p>Acidez titulable Norma Técnica Ecuatoriana INEN 13:1984</p> <p>Balanza analítica Matraz erlenmeyer Matraz aforado Bureta Solución de NaOH Solución indicadora</p>
Porcentaje de inulina.	La inulina es un carbohidrato de almacenamiento presente en muchas plantas, vegetales, frutas y cereales y por tanto forma parte de nuestra dieta diaria.	Fibra alimentaria	Porcentajes de fibra alimenticia	Influirá el porcentaje de inulina en el yogur obtenido?	<p>Acidez titulable Norma Técnica Ecuatoriana INEN 13:1984</p> <p>Balanza analítica Matraz erlenmeyer Matraz aforado Bureta Solución de NaOH Solución indicadora</p>

Elaborado por: Cristian Riofrio, 2015.

Cuadro 4. Variables dependientes: - Vida útil en el yogur de arazá.

Descripción	Conceptualización	Categoría	Indicadores	Ítems	Técnicas e Instrumentos
Acidez	La acidez se debe a la transformación de la lactosa por acción microbiana en ácido láctico.	Análisis Físico Químico	Acidez: Expresada como % de ácido láctico (%m/v)	La aplicación de los diferentes tratamientos influirán sobre la acidez del yogur de arazá?	Norma Técnica Ecuatoriana INEN 13:1984 Balanza analítica Matraz erlenmeyer Matraz aforado Bureta Solución de NaOH Solución indicadora
Viscosidad	La viscosidad es la resistencia de un líquido a fluir.	Análisis Físico Químico	Índice de consistencia y comportamiento	La aplicación de los diferentes tratamientos influirán sobre la viscosidad del yogur de arazá?	Especificación técnica del fabricante Viscosímetro Rotativo Microprocesado marca QUIMIS
Análisis microbiológico	El análisis microbiológico valora la carga microbiana, señalando los posibles puntos de riesgo de contaminación o multiplicación microbiana.	Control microbiológico de los alimentos.	UFC	La aplicación de los diferentes tratamientos influirán sobre el análisis microbiológico del yogur de arazá?	Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1529-10:2013 Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1529-7:2013 Incubadora Autoclave Cajas Petri Pipetas Medio de cultivo
Propiedades organolépticas	Características físicas que tiene un producto en general, según las pueden percibir los sentidos, por ejemplo su sabor, textura, olor, color.	Análisis sensorial	Olor Color Sabor Consistencia Aceptabilidad	La aplicación de los diferentes tratamientos influirán sobre las propiedades organolépticas del yogur de arazá?	Látice rectangular 3 x 4 (Cochran, W) Hoja de catación (Anexo 1)

Elaborado por: Cristian Riofrío, 2015.

3.5.1. Respuestas experimentales:

Análisis Físico - Químicos

- **Materia prima**

- Leche cruda

- Densidad
 - Acidez
 - pH

- Arazá

- °Brix
 - Acidez
 - pH

- **Yogurt**

- Acidez
 - pH
 - Viscosidad

- **Durante el tiempo de fermentación (4 horas, cada 30 minutos)**

- Acidez
 - °Brix
 - pH

- **Durante el período de estudio (21 días, cada 7 días)**

- Acidez
 - °Brix
 - pH
 - Viscosidad (mejores tratamientos)

Análisis Microbiológico

- **Materia prima (leche cruda) y yogur (mejor tratamiento)**

- Determinación del número de UFC.

Análisis Sensorial

Mediante escala hedónica de 5 puntos se otorgará valores a cada atributo por catadores (Anexo F).

Análisis de costos

Análisis de costos al mejor tratamiento (Anexo K)

Tabla Nº 2: Tratamientos a aplicar en la elaboración del yogur de arazá con inulina.

Tratamientos	Significado
a ₀ b ₀ c ₀ (Testigo 1)	2 % de <i>Lactobacillus GG</i> + 0 % de inulina
a ₀ b ₁ c ₀ (Testigo 2)	3 % de <i>Lactobacillus GG</i> + 0 % de inulina
a ₀ b ₀ c ₁	2 % de <i>Lactobacillus GG</i> + 5 % de inulina
a ₀ b ₁ c ₁	3 % de <i>Lactobacillus GG</i> + 5 % de inulina
a ₀ b ₀ c ₂	2 % de <i>Lactobacillus GG</i> + 10 % de inulina
a ₀ b ₁ c ₂	3 % de <i>Lactobacillus GG</i> + 10 % de inulina
a ₁ b ₀ c ₀ (Testigo 3)	2 % de CHOOZIT MY 800 LYO 5 DCU + 0 % de inulina
a ₁ b ₁ c ₀ (Testigo 4)	3 % de CHOOZIT MY 800 LYO 5 DCU + 0 % de inulina
a ₁ b ₀ c ₁	2 % de CHOOZIT MY 800 LYO 5 DCU + 5 % de inulina
a ₁ b ₁ c ₁	3 % de CHOOZIT MY 800 LYO 5 DCU + 5 % de inulina
a ₁ b ₀ c ₂	2 % de CHOOZIT MY 800 LYO 5 DCU + 10 % de inulina
a ₁ b ₁ c ₂	3 % de CHOOZIT MY 800 LYO 5 DCU + 10 % de inulina

Elaborado por: Cristian Riofrio, 2015.

3.6. PLAN DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

La recolección de información se realizó durante el desarrollo de la fase experimental de acuerdo al diseño planteado, por lo cual, para cada análisis se realizarán 24 corridas.

3.7. PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

El procesamiento y análisis estadístico de datos se realizará en los paquetes informáticos: Excel 2010 y STATGRAPHICS.

CAPITULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Materia prima

Se utilizó leche cruda de vaca, la cual se compró en la Planta Lechera del Colegio Agropecuario (ITA-LAM) de la ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua. Los análisis físico químicos y microbiológico efectuados a la leche se reportan en la Tabla A-1., además de los valores bibliográficos de la norma NTE INEN 9:2012, se observa que los datos experimentales se encuentran dentro de los rangos de calidad.

Se trabajó con arazá (*Eugenia stipitata*), la misma que se adquirió en la ciudad del Puyo Km 10 vía a Macas, provincia de Pastaza.

El arazá fue seleccionado y caracterizado como se indica en la Tabla A-2., la caracterización física se realizó aleatoriamente a 5 muestras (Anexo J), siendo los siguientes promedios los resultados de las determinaciones efectuadas: peso (g) = 150; diámetro de la sección ecuatorial (cm) = 5,12; altura (cm) = 4,52; °Brix = 4,3; pH = 2,79; acidez = 2,42% expresado como ácido cítrico; madurez = media y estado = bueno.

4.2. Durante el tiempo de fermentación

4.2.1 Acidez

La acidez, al igual que el pH es una propiedad de suma importancia debido a que es un indicador de los microorganismos que pueden estar presentes, desarrollarse o deteriorar el alimento (Alatraste, 2002).

La acidez en productos lácteos es expresada como porcentaje de ácido láctico, este porcentaje presente en el yogurt debe ser mínimo de 0,6 según la norma codex STAN 243-2003. En la Tabla A-3., se indican los valores de acidez (% de ácido láctico) registrados durante la etapa de fermentación del yogurt de arazá,

en ésta se nota que todos los tratamientos a los 240 minutos alcanzaron valores entre 0,64 y 0,69, con lo que culminó la fermentación; teniendo en cuenta que todos iniciaron en 0,16 que es la acidez de la leche con la que se elaboró el yogur (Tabla A-1). Además, el Gráfico C-1 muestra las variaciones de la acidez con el tiempo, de manera general se puede notar que existe una relación directamente proporcional entre las variables, con un incremento mayormente significativo entre los 100 y 150 minutos.

4.2.2 pH

El pH en el yogur es una propiedad de importancia industrial, debido a que en su elaboración se busca disminuir el pH de la leche (6,5-6,7) (Tabla A-1)., y llegar al pH del yogur (4,5), lo cual contribuye al olor y sabor característico (Hirano, et al. 1998). En la Tabla A-4., se muestran los valores de pH durante la fermentación, a los 240 minutos, se observó que los valores de esta propiedad se encuentran dentro del rango esperado, es decir entre 3,7 y 4,6, valores también reportados por Rivas (2000). Es importante mencionar, que al alcanzar estos valores de pH se refrigera el yogur para controlar la actividad metabólica de los microorganismos iniciadores (Tamine y Robinson, 1991).

En el Gráfico C-2., se muestran las variaciones de pH con el tiempo, de manera general se puede notar que existe una relación inversamente proporcional con la acidez, en el gráfico se observa que durante la fermentación todos los tratamientos disminuyen de manera similar el pH.

Como se mencionó anteriormente, la acidez es una propiedad muy ligada al pH y como se observa en el Gráfico C-4., existe una relación inversa entre las curvas que se generan y se cruzan entre los 100 y 150 minutos, lo que quiere decir que por la transformación de lactosa en ácido láctico provoca una disminución de pH y aumento de acidez.

4.2.3 °Brix

Los sólidos Solubles (°Brix) constituyen un parámetro empleado comúnmente en el análisis de alimentos y bebidas, en especial en las áreas de frutas y vinos. Se definen como todas aquellas sustancias que normalmente se presentan en estado sólido bajo condiciones ambientales pero que en ciertas circunstancias pasan a formar parte de una solución.

En la Tabla A-5., se observa la disminución de los sólidos solubles durante la etapa de fermentación, desde un valor de 11 en todos los tratamientos a valores entre 6 y 6,5 a los 240 minutos de proceso. Aridilla y Palla. (2007) indican que uno de los parámetros para determinar la finalización de la etapa de fermentación es cuando los °Brix se estabilizan, lo que ocurrió a los 210 minutos.

Esto se verifica en el Gráfico C-3., en donde se observa que todos los tratamientos disminuyen los °Brix en los primeros 210 minutos y se estabilizan en los siguientes 30 minutos. Además se observa, que los tratamientos con 0% de inulina poseen valores de sólidos solubles ligeramente superiores con un 6,5.

4.3. Durante el periodo de estudio

4.3.1 Acidez

Todos los tratamientos se almacenaron a 4°C durante 21 días, este tiempo se consideró como el periodo de estudio en el cuál se realizaron análisis de acidez, pH y °Brix cada 7 días.

En la Tabla A-6., se indican los resultados de acidez en % de ácido láctico, se observa que los valores aumentan en un rango de 0,66 - 0,68 a 1,13 - 1,36; esta relación directamente proporcional también se evidencia en el Gráfico C-5. Adam y Moss (1997) señalan que el almacenamiento en refrigeración detiene el crecimiento de los microorganismos del cultivo iniciador, sin embargo la acidez continua aumentando lentamente, por la actividad residual de las bacterias ácido

lácticas; esta afirmación lo corroboran Xanthopoulos et al. en el 2001, quienes señalan además, que el incremento en el ácido láctico se atribuye a los cultivos iniciadores que siguen fermentando la lactosa presente.

Por otra parte, en el Gráfico C-5., se observa las diferencias existen en los tratamientos con a_0 : *Lactobacillus GG* y a_1 : Cultivo CHOOZIT. Por ello, y con la finalidad de determinar los mejores tratamientos se realizó el análisis estadístico que se muestra en la Tabla B-1., el análisis de varianza demuestra que al 95% de nivel de confianza, existe diferencia significativa entre los tratamientos para acidez expresada como % de ácido láctico, mostrando significancia el factor A: Tipo de probiótico, C: Porcentaje de inulina y la Interacción AC.

La prueba de diferencia mínima significativa (LSD) con un 95% de nivel de confianza para acidez por tipo de probiótico (Tabla B-1.1)., indica que el nivel que presentó menor promedio es el a_0 : *Lactobacillus GG* con 1,2 y por porcentaje de inulina (Tabla B-1.2)., indica que los niveles c_2 : 10% inulina y c_1 : 5% de inulina presentaron los promedios más bajos para acidez con 1,22 y 1,25 respectivamente.

Finalmente, la Figura B-1., muestra la interacción AC tipo de probiótico y porcentaje de inulina, misma que corrobora lo antes expuesto sobre estos factores.

Para las pruebas de comparación múltiple en este parámetro se tomó en cuenta que los tratamientos con los promedios de menor valor son los mejores, considerando que el exceso de acidez en el yogur es un defecto de calidad además el límite mínimo permitido por la norma del CODEX para leches fermentadas es de 0,6%.

4.3.2 pH

En la Tabla A-7., se indican los resultados de pH, se observa que de manera inversa a la acidez, los valores disminuyen de 4,50 a 3,87 dependiendo de los tratamientos, esta relación inversamente proporcional entre el pH y tiempo

también se evidencia en el Gráfico C-6., lo cual puede atribuirse a que durante el almacenamiento refrigerado ocurre una actividad microbiana residual tal como lo señalan Lubbers et al. (2004), en yogures almacenados durante 28 días bajo refrigeración, lo que afecta el pH.

Por otra parte, en el Gráfico C-6., se observa que existen diferencias notables en la disminución del pH entre los tratamientos con y sin inulina en un rango de 4,31 - 4,14 a 4,20 - 3,88 respectivamente. Por ello, y con la finalidad de determinar los mejores tratamientos se realizó el análisis estadístico que se muestra en la Tabla B-2., el análisis de varianza demuestra que al 95% de nivel de confianza, existe diferencia significativa entre los tratamientos para pH, mostrando significancia el factor A: Tipo de probiótico y C: Porcentaje de inulina.

La prueba de diferencia mínima significativa (LSD) con un 95% de nivel de confianza para pH por tipo de probiótico (Tabla B-2.1)., indica que el nivel que presentó mayor promedio es el a₀: *Lactobacillus GG* con 4,14 y por porcentaje de inulina (Tabla B-2.2)., indica que los niveles c₂: 10% inulina y c₁: 5% de inulina presentaron los promedios más altos para pH con 4,07 y 4,02 respectivamente.

En los productos lácteos fermentados, se ha encontrado que la disminución de pH es incrementado con la adición de inulina, la producción de grasa de la leche y el cultivo iniciador (Hardi y Slacanac, 2000).

Para las pruebas de comparación múltiple en este parámetro, y de manera inversa a la acidez, se tomó en cuenta que los tratamientos con los promedios de mayor valor son los mejores.

4.3.3 °Brix

Al analizar la Tabla A-8., y el gráfico C-7 se observa que los °Brix disminuyen ligeramente de 13,5 a 12, sin embargo en la Tabla A-5 se indica que los tratamientos al finalizar la etapa de fermentación tuvieron valores entre 6 y 6,5, el incremento se debe a la adición de mermelada de arazá.

El análisis de varianza muestra que los sólidos solubles no presentan diferencia estadística significativa entre los tratamientos a un 95% de nivel de confianza (Tabla B-3).

4.4. Análisis sensorial

Concluidos los 7 días de almacenamiento a 4°C del yogur de arazá se realizó el análisis sensorial de los productos elaborados con la participación de 12 catadores semi-entrenados, quienes utilizaron una hoja de catación (Anexo F), con una escala hedónica de 5 puntos, otorgando valores a cada atributo, en donde lo mayor es lo mejor.

El análisis sensorial se realizó empleando un diseño de Láttice Rectangular (3x4), los resultados de la catación se observan en la Tabla A-9, en donde se especifica los tres tratamientos que se le asignó a cada catador.

4.4.1 Olor

El aroma u olor identificado a través del olfato es una de las principales características de la calidad de las bebidas. Las sensaciones de “nariz” se pueden clasificar según su origen, en primarios (procedentes de la fruta), secundarios (producidos durante la fermentación) y terciarios (adquiridos en la crianza) (Gčosta, 2003).

Al analizar la Tabla B-4., el análisis de varianza muestra que la variable olor no presenta diferencia significativa entre los tratamientos percibida por los catadores a un 95% de nivel de confianza. Es importante mencionar, que la mayoría de los catadores ubicó a las muestras de yogur de arazá en olor agradable.

4.4.2 Color

El color de un producto aporta información inmediata, puesto que percibe con rapidez el estado del mismo. Si bien, la mayoría de los cambios en el color son consecuencia de la aplicación de varios tratamientos (como la reacción de

Maillard o la caramelización), en ocasiones son un indicador de degradación y, por tanto, de mala calidad (Wittig de Penna, et al. 2005).

Al analizar la Tabla B-5., el análisis de varianza muestra que la variable color no presenta diferencia significativa entre los tratamientos percibida por los catadores a un 95% de nivel de confianza. Es importante mencionar, que la mayoría de los catadores ubicó a las muestras de yogur de arazá en color normal.

4.4.3 Sabor

El sentido del gusto es el principal indicador referido a las bebidas la cual nos parece agradable o no, en una escala personal y compleja, así de simple, independientemente de su procedencia, proceso, pigmentación, precio o alcurnia. Solo depende del gusto personal de cada uno, del estado de ánimo, de la compañía, del entorno y otros mil factores todos diferentes, importantes, decisivos y el instrumento de medición es uno solo, la boca, la lengua y los cientos de sensores llamados papilas gustativas que transmiten en tiempo real información privilegiada al cerebro que la procesa en forma diferente según las características de cada ocasión (Gčosta, 2003).

Al analizar la Tabla B-6., el análisis de varianza muestra que la variable sabor presenta diferencia significativa entre los tratamientos percibida por los catadores a un 95% de nivel de confianza.

La prueba de diferencia mínima significativa (LSD) con un 95% de nivel de confianza para sabor (Tabla B-6.1)., indica que los mejores tratamientos son $a_1b_1c_1$ (3 % de CHOOZIT MY 800 LYO 5 DCU + 5 % de inulina), $a_0b_0c_1$ (2 % de *Lactobacillus GG* + 5 % de inulina) y $a_0b_1c_1$ (3 % de *La ctobacillus GG* + 5 % de inulina), con un promedio de 5, 4.8 y 4.3 respectivamente, lo que equivale a una calificación de muy buena y buena.

4.4.4 Consistencia

El yogurt se caracteriza especialmente por ser un líquido viscoso pero suave o con la consistencia de un gel, sin embargo en ambos casos su textura debe ser uniforme y firme, con mínima sinéresis y de sabor característico, además del impartido por las sustancias permitidas que se le adicionan (Ratti, 2000).

Al analizar la Tabla B-7., el análisis de varianza muestra que la variable consistencia presenta diferencia significativa entre los tratamientos percibida por los catadores a un 95% de nivel de confianza.

La prueba de diferencia mínima significativa (LSD) con un 95% de nivel de confianza para consistencia (Tabla B-7.1)., indica que los mejores tratamientos son $a_0b_1c_2$ (3 % de *Lactobacillus GG* + 10 % de inulina), $a_1b_1c_2$ (2 % de CHOOZIT MY 800 LYO 5 DCU + 10 % de inulina) , $a_0b_0c_2$ (2 % de *Lactobacillus GG* + 10 % de inulina) y $a_1b_0c_2$ (2 % de CHOOZIT MY 800 LYO 5 DCU + 10 % de inulina), con un promedio de 4.96, 4.6, 4.6 y 4.3 respectivamente, lo que equivale a una calificación de muy consistente y consistente

4.4.5 Aceptabilidad

La aceptabilidad tiene relación directa con el olor, transparencia, sabor y astringencia, es por eso que este atributo es de importancia porque permite establecer diferencias entre los tratamientos analizados por los catadores. Es importante, tener en cuenta que actualmente se consume el yogurt por sus propiedades organolépticas, por lo que se ha convertido en uno de los alimentos lácteos más apetecidos del mundo con variedad de sabores y presentaciones existentes en el mercado (Madrid, 1996).

Al analizar la Tabla B-8., el análisis de varianza muestra que la variable aceptabilidad presenta diferencia significativa entre los tratamientos percibida por los catadores a un 95% de nivel de confianza.

La prueba de diferencia mínima significativa (LSD) con un 95% de nivel de confianza para aceptabilidad (Tabla B-8.1)., indica que los mejores tratamientos son $a_0b_0c_1$ (2 % de *Lactobacillus GG* + 5 % de inulina), $a_0b_1c_1$ (3 % de *Lactobacillus GG* + 5 % de inulina) y $a_1b_1c_1$ (3 % de CHOOZIT MY 800 LYO 5 DCU + 5 % de inulina) con un promedio de 5, lo que equivale a una calificación de gusta mucho.

4.5. Mejores tratamientos

Teniendo en cuenta los resultados estadísticos de acidez, pH, sólidos solubles (°Brix) obtenidos durante el periodo de estudio de los tratamientos y el análisis sensorial realizado se determinó que los mejores tratamientos son $a_0b_0c_1$ (2 % de *Lactobacillus GG* + 5 % de inulina), $a_0b_1c_1$ (3 % de *Lactobacillus GG* + 5 % de inulina) y $a_1b_1c_1$ (3 % de CHOOZIT MY 800 LYO 5 DCU + 5 % de inulina).

4.5.1. Análisis realizados a los mejores tratamientos

Con la finalidad de evaluar las características reológicas de los tres mejores tratamientos se efectuaron análisis de viscosidad a 5°C, utilizando un viscosímetro Quimis, mientras que para evaluar el tiempo de vida útil se consideró como parámetro la acidez y como tiempo de estudio 27 días.

4.5.1.1. Viscosidad

En la Tabla D-1., se muestran los valores de viscosidad aparente [mPa.s] de yogurt de arazá a 5°C, con los cuales se determinó los parámetros reológicos mediante la ley de la potencia que se muestran en la Tabla D-2.

El valor de n denota el comportamiento newtoniano ya que si $n=1$ es un fluido newtoniano, si $n>1$ es un fluido dilatante y si $n<1$ es un pseudoplástico (Peleg y Bagley, 1983)

La Tabla D-2., muestra que todos los tratamientos analizados tienen un índice de comportamiento semejante, en donde $n<1$ por lo tanto son fluidos con un

comportamiento no newtoniano de tipo pseudoplástico. Además las muestras poseen un índice de consistencia comparable.

En el gráfico D-1, se observa la relación entre la viscosidad aparente y velocidad del yogur de arazá a 5°C, la misma que es inversamente proporcional en los tres tratamientos. Finalmente en el gráfico D-2, se observa la relación entre el esfuerzo de cizallamiento y velocidad de deformación del yogur de arazá a 5°C, las curvas representan la relación entre la fuerza tangencial que hace fluir un material y la razón de corte, comportamiento similar al reportado por Hernández (2004).

Es importante recalcar que los tratamientos que se están analizando como mejores poseen un 5% de inulina (c_1) lo cual indica que la incorporación de inulina al yogurt influye de manera positiva en su viscosidad, siendo esto validado por Kip et al. (2006) y Ramírez (2007) quienes reportan que la incorporación de inulina afecta la viscosidad del yogurt, por tener una alta capacidad de retención de agua, actuando así como un espesante que forma complejos vía puentes de hidrógeno con las proteínas del yogurt. Esto se corrobora con lo mencionado por Staffolo et al., (2004), quienes indican que la inulina proporciona efectos positivos en la reología y estabilidad del yogurt, pero para que la inulina mejore la viscosidad, es importante utilizar una dosis adecuada.

4.5.1.2. Vida útil

La determinación o el cálculo del tiempo de vida útil de alimentos, es decir el tiempo que el producto mantiene una buena condición para su comercialización y consumo, es un campo de gran importancia para la Ingeniería de Alimentos. Los datos son muy útiles para productores, comercializadores e industrias procesadoras (Alvarado, et al. 2007). Además en los últimos años las regulaciones legales como la norma general del CODEX para el etiquetado de los alimentos (CODEX STAN 1-1985) y norma Técnica Ecuatoriana: Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. Parte 1. Requisitos (NTE INEN

1334-1), exigen se incluya en las etiquetas datos informativos para el consumidor, entre los cuales está la fecha de caducidad del producto; lo que han impulsado numerosas trabajos relacionados con el tema.

En las Tablas E-1, E-2 y E-3., se muestran los cambios en la acidez (% de ácido láctico) registrados en los tratamientos $a_0b_0c_1$ (2 % de *Lactobacillus GG* + 5 % de inulina), $a_0b_1c_1$ (3 % de *Lactobacillus GG* + 5 % de inulina) y $a_1b_1c_1$ (3 % de CHOOZIT MY 800 LYO 5 DCU + 5 % de inulina) respectivamente, a temperaturas de 4, 7 y 10°C durante 27 días.

En los gráficos E-1, E-2 y E-3 se observa la relación directamente proporcional que existe entre la acidez y el tiempo de almacenamiento en los diferentes tratamientos.

Se fijó como condición estándar límite una acidez de 1,5% expresado como ácido láctico, valor reportado por López (2010), hasta el cual el yogur mantiene características aceptables de comercialización, con lo que se obtuvo para el tratamiento $a_0b_0c_1$ (2 % de *Lactobacillus GG* + 5 % de inulina) los valores D' , los mismos que indican un tiempo de vida útil en almacenamiento de 33,6 días a 4°C; 31,6 días a 7°C y 29,7 días a 10°C (Tabla E-4); para el tratamiento $a_0b_1c_1$ (3 % de *Lactobacillus GG* + 5 % de inulina), se obtuvo un tiempo de vida útil en almacenamiento de 30,1 días a 4°C; 28,8 días a 7°C y 27,3 días a 10°C (Tabla E-5); finalmente para el tratamiento $a_1b_1c_1$ (3 % de CHOOZIT MY 800 LYO 5 DCU + 5 % de inulina), los tiempos de vida útil en almacenamiento fueron 29,1 días a 4°C; 28 días a 7°C y 27,7 días a 10°C (Tabla E-6).

4.5.1.3. Mejor tratamiento

El análisis de viscosidad presentó características similares en los tratamientos analizados, y considerando que la apreciación de este parámetro en yogurt no representa un índice de calidad, sino más bien una característica con apreciación subjetiva por parte de los consumidores que prefieren consistencias variadas según su gusto.

El análisis de vida útil nos permite concluir como mejor tratamiento al $a_0b_0c_1$ (2 % de *Lactobacillus GG* + 5 % de inulina) por su tiempo de almacenamiento con 33 días a 4°C, valor semejante al reportado por López en el 2010.

4.5.2. Análisis del mejor tratamiento

4.5.2.1. Análisis microbiológico

El objetivo del análisis microbiológico es la detección de infecciones microbiológicas, además de la detección de cualquier anomalía el cual puede ser no solo en el producto final, sino también durante las diferentes fases de producción (Ruiz y Ramírez, 2009).

En el Anexo I se presentan los resultados microbiológicos realizados al mejor tratamiento, se observa que el recuento de coliformes totales, *E. coli* y mohos y levaduras se encuentran dentro de los rangos de buena calidad de la norma NTE INEN 2395:2011.

4.5.2.2. Análisis de costos

En el Anexo K se presenta el análisis de costos del producto, el mismo que indica que el envase de 500 ml de yogur tienen un precio de venta al público de 3,17 dólares, considerando una utilidad del 20%.

4.6. VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS

En el presente trabajo se rechaza la hipótesis nula que señala que el tipo de probiótico, porcentaje de probiótico y porcentaje de inulina no tiene influencia significativa en la vida útil del yogur de arazá.

Por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa, es decir el tipo de probiótico, porcentaje de probiótico y porcentaje de inulina si influyen en la vida útil del yogur de arazá, puesto que a un nivel de confianza del 95% se determinó una diferencia significativa en la acidez expresada como porcentaje de ácido láctico, pH y en los atributos del análisis sensorial como sabor, consistencia, aceptabilidad.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- A nivel experimental y en condiciones de laboratorio se estudió la influencia del tipo de probiótico, porcentaje de probiótico y porcentaje de inulina en la vida útil del yogur de arazá. Los resultados estadísticos señalaron como mejor tratamiento al $a_0b_0c_1$ que corresponde al 2 % de *Lactobacillus GG* + 5 % de inulina.
- La velocidad de fermentación de yogur de arazá se vio influenciada notablemente por los parámetros de acidez, pH y sólidos solubles (°Brix), así la acidez posee una relación directamente proporcional con el tiempo, a diferencia del pH que mantiene una relación inversamente proporcional, durante las 4 horas de fermentación en las cuales se alcanzó las condiciones óptimas del yogur con la estabilización de los °Brix.
- El análisis sensorial permitió evaluar factores organolépticos en los yogures obtenidos; se determinó como los mejores tratamientos $a_0b_0c_1$ (2 % de *Lactobacillus GG* + 5 % de inulina), $a_0b_1c_1$ (3 % de *Lactobacillus GG* + 5 % de inulina) y $a_1b_1c_1$ (3 % de CHOOZIT MY 800 LYO 5 DCU + 5 % de inulina). El olor (agrada), color (normal), sabor (muy bueno y bueno), consistencia (consistente-muy consistente) y aceptabilidad (gusta mucho), fueron resultados que los catadores consignaron y que sirvieron para escoger los mejores yogures de arazá.
- El análisis de vida útil nos permitió concluir como mejor tratamiento al $a_0b_0c_1$ que corresponde a 2 % de *Lactobacillus GG* + 5 % de inulina y estimar su vida útil en 33 días a 4°C.

- Se desarrolló un manual de capacitación como una guía práctica sobre el procesamiento del yogur de arazá, considerando el detalle con el cual se explica el proceso de elaboración y los puntos críticos de control.

5.2 RECOMENDACIONES

- Elaborar ensayos en plantas piloto del yogur de arazá para obtener costos más reales del proceso.
- Evaluar el efecto de edulcorantes en el yogur de arazá.
- Adquirir la fruta desde un proveedor directo para minimizar los costos variables del yogur de arazá.

CAPITULO VI

PROPUESTA

6.1 DATOS INFORMATIVOS

- **Título**

Obtención de yogur de arazá (*Eugenia stipitata*) con 2 % de *Lactobacillus GG* y 5 % de inulina

- **Institución ejecutora:** Universidad Técnica de Ambato – Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

- **Beneficiarios:** Consumidores nacionales y locales de yogur de frutas con probióticos y prebióticos.

- **Ubicación:** Ambato – Ecuador

- **Tiempo estimado para la ejecución:** 7 meses

- **Equipo técnico responsable:** Egdo. Cristian Riofrio, Ing. Mg. César Germán Tomalá.

- **Costo:** \$ 2478

6.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

El yogurt es un producto lácteo fermentado de amplio consumo en todo el mundo, donde se incluye yogures bajos en grasa, probióticos, batidos firmes, helados y mousse de yogurt (Staffolo, et al. 2004).

Es un alimento importante debido a que es una fuente de calcio, sobre todo en aquellos individuos, quienes por diferentes razones no consumen una cantidad suficiente de leche para cubrir la ingesta diaria recomendada (RDA) de calcio, así mismo el yogurt presenta una alta biodisponibilidad de este mineral (Silveira, et al. 2003).

El yogurt probiótico puede ser un atractivo para los consumidores, porque la incorporación de ciertas bacterias probióticas incrementan el valor terapéutico del mismo y ayuda a los consumidores a ingerir alimentos nutricionales que tengan beneficios adicionales a la salud (Hekmat y Reid, 2006).

Para lo cual se ha encontrado referencias de trabajos de grado como según Tapia y Morales (2010), mencionan que por la adición de inulina en yogurt de Durazno (*Prunus pérsica*) las características organolépticas no se ven afectadas.

Además López y Gutiérrez (2010), aplicaron una tecnología para la elaboración de Yogurt con Frutas Tipo II con el uso de Inulina y Chamburo en la quesera el Salinerito, de esta manera se logró obtener un producto de excelente calidad, buenas características organolépticas y nutricionales. Puesto que además de los efectos beneficiosos para la salud que presenta la Inulina tuvo propiedades tecnológicas interesantes.

La elaboración de yogur con frutas no tradicionales como el arazá y enriquecida con probióticos y prebióticos impulsa al desarrollo productivo y a la implementación de nuevos productos que satisfacen las necesidades de los consumidores.

6.3 JUSTIFICACIÓN

En la actualidad se trata de consumir productos alimenticios con incorporación de probióticos y prebióticos como la inulina por el valor del incremento terapéutico que presenta y la calidad organoléptica a la que llega el producto.

Además actualmente se considera que la introducción de microorganismos probióticos ha permitido mejorar la producción del yogurt, por disminuir la postacidificación.

Es así que un yogur de arazá (*Eugenia stipitata*) generaría gran aceptación por parte de los consumidores, considerándose una buena alternativa para industrializar esta fruta y utilizarla en el yogurt.

6.4 OBJETIVOS

6.4.1 Objetivo General

- Obtener yogur de arazá (*Eugenia stipitata*) con 2 % de *Lactobacillus GG* y 5 % de inulina.

6.4.2 Objetivos Específicos

- Realizar controles físico-químicos durante todo el período de almacenamiento del yogur de arazá (*Eugenia stipitata*).
- Establecer el efecto de la utilización de probióticos e inulina sobre la calidad del yogur de arazá.
- Evaluar atributos organolépticos para determinar la aceptabilidad.

6.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

El proyecto de investigación es de tipo tecnológico, ya que con ello es posible implementar una nueva metodología para la elaboración de yogur de arazá (*Eugenia stipitata*), procurando así obtener un producto enriquecido con fibra dietética con buenas características organolépticas, convirtiéndose atractivo para el consumidor.

El análisis de factibilidad es además de carácter socio económico y ambiental, puesto que se incentivaré el interés en industrializar el arazá, siendo ésta una fruta originaria de la Amazonia.

Existe suficiente información bibliográfica referente a la elaboración de yogur, lo que permite tener una guía base para el desarrollo de la presente propuesta.

6.6 FUNDAMENTACIÓN

Leches fermentadas

Norma CODEX STAN 243-2003 para leches fermentadas.

Yogur como leche fermentada

Obtener yogur de arazá (*Eugenia stipitata*) con 2 % de Lactobacillus GG y 5 % de inulina se basa en una previa selección de la formulación más apropiada en base a antecedentes de elaboración y cataciones realizados Universidad Técnica de Ambato – Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

A continuación se detalla el proceso de elaboración:

Recepción: La materia destinada a la elaboración de yogur, se somete a un control de calidad, realizándose análisis de densidad, acidez, pH y microbiológicos

Filtrado: La materia prima es filtrada con el objeto de retirar las impurezas macroscópicas que pueda contener con la ayuda de un lienzo.

Estandarización: Para estandarización de los SNG, se añade el 1,5 de leche en polvo.

Pasteurización: Se pasteuriza la leche en un rango de 90 °C por 15 min. Con la finalidad de destruir los microorganismos patógenos presentes en la leche.

Este tratamiento térmico también influye en el producto final posea una acidez, sabor y tiempo de coagulación apropiados.

Enfriamiento: Se realiza un baño termostático de agua fría hasta conseguir las temperaturas de trabajo de 42°C.

Inoculación: Se añade el probiótico e inulina según cada tratamiento.

Agitación: Se lo realiza por 10 minutos con el propósito de que el cultivo actúe en toda la materia prima.

Incubación: La mezcla se deja reposar a una temperatura de 40 a 42 °C durante 4 a 5 h, hasta que el yogur alcance los 0.6 % de Ácido Láctico aproximadamente y se presente la formación del coágulo.

Enfriamiento: Transcurrido el tiempo de fermentación se enfría de 8 a 10°C

Batido: Consiste en la ruptura del yogur por agitación para conseguir una masa homogénea o consistencia cremosa.

Adición de mermelada: Se le añade del 10-12% de Mermelada a 70 °Brix.

Posteriormente se realiza una agitación suave para que los Fruta se incorpore en toda la mezcla.

Envasado: El envasado se realiza a una temperatura máxima de 15 °C.

Almacenamiento: El yogur se almacena a 4 °C que es la temperatura de refrigeración por para que se desarrollen aroma y sabor característicos.

6.7 METODOLOGÍA

Para la elaboración del yogur de arazá seguimos el procedimiento detallado anteriormente, cumpliendo normas de inocuidad que garanticen la calidad final del producto.

Tabla N° 3: Modelo Operativo (Plan de acción)

Fases	Metas	Actividades	Responsables	Recursos	Presupuesto	Tiempo
1. Formulación de la propuesta	Industrialización de arazá (<i>Eugenia stipitata</i>), mediante la obtención de yogur con la adición de inulina.	Revisión bibliográfica y procesos de elaboración.	Investigador	Humanos Técnicos Económicos	\$ 354	1 mes
2. Desarrollo preliminar de la propuesta	Cronograma de propuesta	Pruebas Preliminares de la elaboración del yogur de arazá.	Investigador	Humanos Técnicos Económicos	\$ 708	2 meses
3. Implementación de la propuesta	Ejecución de la propuesta	Aplicación de tecnología de elaboración del producto	Investigador	Humanos Técnicos Económicos	\$ 1062	3 meses
4. Evaluación de la propuesta	Comprobación del proceso	Encuestas a consumidores	Investigador	Humanos Técnicos Económicos	\$ 354	1 mes

Elaborado por: Cristian Riofrio, 2015.

6.8 ADMINISTRACIÓN

La ejecución de la propuesta estará coordinada por los responsables del proyecto Ing. Mg. César Germán Tomalá y Egdo. Cristian Riofrio.

Tabla N°4: Administración de la propuesta.

Indicadores a mejorar	Situación actual	Resultados esperados	Actividades	Responsables
Obtención de yogur de arazá (<i>Eugenia stipitata</i>) con 2 % de <i>Lactobacillus</i> GG y 5 % de inulina.	Baja oferta de yogur de arazá con probiótico e inulina.	Parámetros físico-químicos dentro del rango establecido para que el producto elaborado sea de calidad. Producto final con características organolépticas aceptables. Introducción al mercado del yogur de arazá	Análisis físico-químicos del producto terminado. Establecer el tiempo de vida útil del yogur. Valoración sensorial del mejor tratamiento.	Investigador

Elaborado por: Cristian Riofrio, 2015.

6.9 PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN

Tabla N°5: Previsión de la evaluación

Preguntas Básicas	Explicación
¿Quiénes solicitan evaluar?	Industria de Alimentos Consumidores
¿Por qué evaluar?	Verificar la calidad del producto final Corregir errores en la tecnología de elaboración
¿Para qué evaluar?	-Determinar la tecnología adecuada para la elaboración de yogur
¿Qué evaluar?	Tecnología utilizada. Materias primas. Resultados obtenidos Producto terminado
¿Quién evalúa?	Investigador
¿Cuándo evaluar?	Todo el tiempo desde las pruebas preliminares, hasta la obtención del producto.
¿Cómo evaluar?	Mediante análisis físico-químicos, microbiológicos, sensoriales y estadísticos.
¿Con qué evaluar?	Experimentación. Normas establecidas

Elaborado por: Cristian Riofrio, 2015.

BIBLIOGRAFÍA

- Adams, M. y M. Moss. 1997. Microbiología de alimentos. Editorial Acribia. España. 547 p.
- Ainaactualidad. 2012. Calidad y Seguridad Alimentaria. Novedades en Alimentación.
- Alatraste, K. J. 2002. Efecto de la adición de fibra y calcio en un yogurt con sabor. Tesis de Licenciatura. UDLA. Puebla – México.
- Alpina. 2014. Beneficios Del Yogurt Con Probióticos.
- Alvarado, J.; Almeida, A. y Arancibia, M. 2007. Tiempos de vida útil de naranjillas recubiertas con quitosano almacenadas a temperatura constante y variable. Ambato – Ecuador. Alimentos, Ciencia e Ingeniería 16 (1). CIBIA VI.
- Ardila, N y Parra, E. 2007. Evaluación del efecto de la inulina en yogurt con probióticos por medio del diseño y montaje de pruebas para análisis fisicoquímico y microbiológico. Tesis de grado de Ingeniero Químico. Universidad Industrial de Santander – Facultad de Fisicoquímicas. Bucaramanga – Colombia.
- Aswell, M. 2004. Conceptos sobre Alimentos Funcionales. Edición en Español. Washington, USA: International Life Science Institute Press; pp: 48
- Barrera, J.; Hernández, M.; Páez, D y Oviedo, E. 2001. Tecnologías para el aprovechamiento integral de frutas nativas en la región amazónica colombiana. Programa Nacional de Transferencia de tecnología Agropecuaria - PRONATTA-. Instituto Amazónico de investigaciones científicas -SINCHI-Universidad de la Amazonía. Florencia-Caquetá
- Berrocal, D.; Arias, M.; Henderson, M y Wong, E. 2002. Evaluación de la actividad de cultivos probióticos sobre *Listeria monocytogenes* durante la producción y almacenamiento de yogurt. Arch. Latin. Nutr. 52(4):375-380.
- Betancur, D.; Pérez, V. y Chel, L. 2003. Fibra dietética y sus beneficios en la alimentación. Revista de la Universidad Autónoma de Yucatán, N° 277.
- Brito, B. 2003, Aplicación de nuevas tecnologías agroindustriales para el tratamiento de frutas tropicales y andinas de exportación. Informe final del Proyecto INIAP-PROMSA IQ-CV-077. Distrito Metropolitano de Quito-Ecuador. 20 pp.

- Brock, D.; Madigan, M.; Martinko, J y Parker, J. 2002. Brock's Biology of Microorganisms. Benjamin Cummings.
- Camire, M.; Cho, S.; Craig, S.; Devrie, J.; Gordon, D.; Jones, J.; Li, B.; Lineback, D.; Prosky, L y Tunland, B. 2001. The definition of dietary fiber. Cereal Foods World; 46: 112-126.
- Clemens, R. 2001. Redefing fiber. Food Techn. 55(2):100.
- Cochran, W. 1990. Diseños experimentales. Editorial Trillas, segunda edición, México pp: 517
- Codex. 2003. Leche Fermentada. CODEX STAN 243-2003
- DANISCO. 2014. Ficha Técnica CHOOZIT MY 800 LYO 5 DCU
- Donkor, O.; Nilmini, S.; Stolic, P.; Vasiljevic, T y Shah, N. 2007. Survival and activity of selected probiotic organisms in set-type yoghurt during cold storage. Int. Dairy J. 17(6):657-665.
- FERREIRA, S y GENTIL, D. 2000. Araza (*Eugenia stipitata*), Cultivo y utilización. Tratado de cooperación amazónica, Secretaria PRO TEMPORE. 107 pp.
- Fox, B y Cameron, A. 1992. Ciencia de los alimentos, nutrición y salud. Editorial Limusa. México.
- Franck, A. 2006. Inulin. En: Food Polysaccharides and Their Applications. Stephen A. Segunda Edición. Nueva York,USA: Marcel Dekker. 733 pp
- Gčosta, M. 2003. Manual de industrias lácteas. Ed. Mundi-Prensa Libros
- Gibson, G. 1999. Dietary modulation of the human gut microflora using the prebiotics oligofructose and inulin. J Nutr. 129:1438-1441
- Hardi, J. and V. Slacanac. 2000. Examination of coagulation kinetics and rheological properties of fermented milk products: The influence of starter culture, milk fat content and addition of inulin. Mijekarstvo. 50(3):217-226.
- Hekmat, S. y Reid, G. 2006. Sensory properties of probiotic yogurt is comparable to standard yogurt. Nutr. Res. 163-166.
- Hernández, P. 2004. Evaluación de las propiedades fisicoquímicas y reologicas de yogurt bajo en grasa enriquecido con fibra y calcio de yogurt. Universidad de las Américas. Tesis profesional para obtener el título en Maestría en Ciencia de Alimentos. Puebla, México
- Hernández, A.; Alfaro, L y Arrieta, R. (1993). "Microbiología Industrial". Editor EUNED. pp 36-38.

- Herrera, E.; Medina, F. y Naranjo, L. 2008. Tutoría de la Investigación. Edición Universitaria. Ambato, Ecuador. 250. pp.
- Hirano, R.; Hirano, M.; Oooka, M.; Dosako, S.; Nakajima, I. and Igoshi, K. 1998. Lactoperoxidase effects on rheological properties of yogurt. J. Food Science. 63(1):35-38
- INEN. 1984. Leche: Determinación de la acidez titulable. Norma INEN N° 13:1984
- Kandler, O. 1983. Carbohydrate metabolism in lactic acid bacteria. Antonie van Leeuwenhoek 49: 209–224
- Kip, P., D. Meyer y R. Jellema. 2006. Inulins improve sensoric and textural properties of low-fat yoghurts. Int. Dairy J. 16: 10981103.
- López, D. 2010. Uso de la inulina y chamburo (*Carica pubescens L*) en la tecnología de elaboración de yogurt con trozos de frutas tipo II en la quesera EL “SALINERITO”. Tesis de grado de Ingeniería en Alimentos. UTA – FCIAL. Ambato – Ecuador.
- López, S. 2011. Caracterización bioquímica y solubilización de los precipitados formados en el jugo clarificado de arazá (*Eugenia stipitata*) obtenido por procesos enzimáticos y membranaarios. Tesis de grado de Bioquímico Farmacéutico. ESPOCH – Facultad de Ciencias. Riobamba – Ecuador.
- Lubbers, S.; Decourcelle, N.; Vallet, N. and Guichard, E. 2004. Flavor release and rheology behaviour of strawberry fatfree stirred yogurt during storage. J. Agri. Food Chem. 52:3077-3082
- Martillo, I.; Apoloa, G y Duque, A. 2014. Fruta amazónica Arazá. Revista Caribeña de Ciencias Sociales. Obtenido vía online en: <http://caribeña.eumed.net/fruta-araza/> (2014/12/11)
- Madrid, A. 1996. Curso de Industrias lácteas. Ediciones Mundi-prensa. 604 p.
- Orafti, C. 2002. Innovar con Raftiline y Raftilose. Doc. BI-70/ESP. Bélgica.
- Organización Mundial de Gastroenterología (OMGE). 2008. Guías prácticas: Probióticos y Prebióticos. pp: 4-6.
- Peleg, M. y Bagley, B. 1983. Physical properties of foods. Ed. AVI Publishing Company. E. U. A. Pp 90-111
- Pinedo, P.; Ramírez, N y Blasco, L. 1981. Preliminary notes concerning the arazá (*Eugenia stipitata*), native fruit of the Peruvian Amazonia. M.A.A./INIA/IICA. Misc. Pub. 229. Lima- Perú.

- QUEVEDO, G. 1995. Aspectos agronómicos sobre el cultivo del arazá (*Eugenia stipitata* McVaugh). *Agronomía Colombiana* 12(1): 27-65.
- Ramírez, A. 2007. Obtención de harinas de frutas tropicales. Utilización en productos para regímenes especiales de alimentación. Tesis Doctoral. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela. 400pp.
- Rao, A. 1999. Dose response effects of inulin and oligofructose on intestinal bifidogenesis effects. *J Nutr*; 129: 1442-1445.
- Ratti, R. 2000. Como degustar. Segunda edición. Editorial (Aedos, S.A). Madrid –España. pp: 7
- Rivas, A. 2000. Efecto de la adición de calcio en las propiedades físicoquímicas y sensoriales de dos tipos de yogurt. Tesis de Maestría. UDLA. Puebla, México.
- Roberfroid, M. 1999. Caloric value of inulin and oligofructose. *J Nutr*; 129: 1436-1437.
- Roberfroid, M. 2005. Inulin-Type Fructans: Functional Food Ingredients. Boca Raton, USA: CRC Press. 370 pp.
- Ruiz, J. y Ramírez, A. 2009. ELABORACIÓN DE YOGURT CON PROBIÓTICOS (*Bifidobacterium* spp. y *Lactobacillus acidophilus*) E INULINA. Instituto de Química y Tecnología, Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela.
- Salazar, E. 2013. Qué es el *Lactobacillus* GG. *Gastrolab*. pp 12-13
- Saltos, H. 2010. Sensometría: Análisis en el Desarrollo de Alimentos Procesados. Editorial pedagógica Freire. Ambato – Ecuador. pp: 266 – 279.
- Salvatierra, M.; Molina, M.; Gamboa, A y Arias, M. 2004. Evaluación del efecto de cultivos probióticos presentes en yogurt sobre *Staphylococcus aureus* y a la producción de termonucleasa. *Arch. Latin. Nutr.* 54(3):298-301.
- Sanz, Y.; Collado, M y Dalmau, J. 2003. Probióticos: Criterios de calidad y orientaciones para el consumo. *Acta Pediátrica Española*. 61 (9), 476.
- Schneeman, B. 1999. Fiber, inulin and oligofructose: similarities and differences. *J Nutr*; 129: 1424-1427.
- Silveira, M., Monereo, S. y Molina, B. 2003. Alimentos funcionales y nutrición óptima. ¿Cerca o lejos?. *Rev Esp Salud Pub*; 77; 317-331.

- Staffolo, M.; Bertola, N.; Martino, M. y Bevilacqua, A. 2004. Influence of dietary fiber addition on sensory and rheological properties of yogurt. *Int. Dairy J.* 14: 263-268.
- Tamine, A.; y Robinson, R. 1991. *Yogur: Ciencia y Tecnología*. Traducido por Villegas, M. y Rodríguez A. Acribia S.A. Zaragoza. España. pp. 9-60.
- Tapia, E. 2010. Utilización de inulina como fibra alimentaria soluble en yogurth de durazno (*Prunus pérsica*) en la empresa de lácteos “San Antonio C.A.” del cantón Cañar. Tesis de grado de Ingeniería en Alimentos. UTA – FCIAL. Ambato – Ecuador.
- Traub, A. 2014. Achicoria. Precursora de la inulina. ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION. Órgano oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición. Vol. 57 N° 4, 2007.
- Wittig de Penna, E.; Cúria, A.; Calderón, S.; López, L.; Fuenzalida, R. y Hough, G. 2005. Un estudio transcultural de yogurt batido de fresa: aceptabilidad con consumidores versus calidad sensorial con paneles entrenados. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* 55 (1): 77-85.
- Xanthopoulos, V.; Pedritis, N. y Tzanetakis, N. 2001. Characterization and classification of *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus* strains isolated from traditional greek yogures. *J. Food Sci.* 66(5): 747-752.
- Zuleta, A. y Sambucetti, E. 2001. Inulin determination for food labeling. *J. Agri. Food Chem.* 49:4570-4572

ANEXOS

ANEXO A

RESPUESTAS

EXPERIMENTALES

Tabla A-1. Datos bibliográficos y experimentales de la composición de la leche cruda

Componente	Unidad	Valor bibliográfico	Valor experimental	Método utilizado
Densidad (20°C)	g/cm ³	1,028 - 1,032	1,028	NTE INEN 11
Acidez	% ácido láctico	0,13 – 0,17	0,16	NTE INEN 13
pH	-	6,5 – 6,7	6,6	-
Recuento de microorganismos aerobios mesófilos	UFC/cm ³	Máx 1,5 x 10 ⁶	< 1,5 x 10 ⁶	NTE INEN 1529:-5

Fuente: Norma NTE INEN 9:2012

Elaborado por: Cristian Riofrio, 2015.

Tabla A-2. Caracterización del arazá

Muestras	Peso (g)	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Madurez	°Brix	pH	acidez (% de ácido cítrico)
1	130,00	5,2	4,2	media	4	2,7	2,43
2	160,00	5,7	4,6	media	4	2,8	2,41
3	180,00	5,3	5,2	media	5	2,76	2,45
4	130,00	4,3	4,2	media	4,5	2,87	2,46
5	150,00	5,1	4,4	media	4	2,83	2,35
Promedio	150,00	5,12	4,52	media	4,30	2,79	2,42
Desviación estándar	21,21	0,51	0,41		0,45	0,07	0,04

Elaborado por: Cristian Riofrio, 2015.

***Métodos utilizados**

- Determinación de la Acidez Titulable INEN 13:1984
- Norma B-1 FAO/OMS. Métodos de Toma de Muestras para la Leche y los Productos Lácteos. pH.
- Sólidos solubles. AOAC 983.17

Tabla A-3. Cambios en la acidez (% de ácido láctico) registrados durante la etapa de fermentación del yogur de arazá

Tratamientos	Tiempo (minutos)								
	0	30	60	90	120	150	180	210	240
a ₀ b ₀ c ₀ R ₁	0,16	0,17	0,19	0,20	0,34	0,47	0,54	0,60	0,68
a ₀ b ₀ c ₀ R ₂	0,16	0,17	0,19	0,21	0,35	0,48	0,55	0,61	0,67
Promedio	0,16	0,17	0,19	0,21	0,34	0,48	0,54	0,61	0,68
a ₀ b ₁ c ₀ R ₁	0,16	0,17	0,19	0,20	0,33	0,46	0,53	0,60	0,68
a ₀ b ₁ c ₀ R ₂	0,16	0,17	0,19	0,21	0,34	0,46	0,54	0,62	0,68
Promedio	0,16	0,17	0,19	0,21	0,33	0,46	0,54	0,61	0,68
a ₀ b ₀ c ₁ R ₁	0,16	0,17	0,18	0,19	0,32	0,45	0,49	0,52	0,65
a ₀ b ₀ c ₁ R ₂	0,16	0,17	0,18	0,19	0,32	0,44	0,49	0,53	0,65
Promedio	0,16	0,17	0,18	0,19	0,32	0,45	0,49	0,53	0,65
a ₀ b ₁ c ₁ R ₁	0,16	0,17	0,18	0,19	0,32	0,45	0,50	0,55	0,67
a ₀ b ₁ c ₁ R ₂	0,16	0,17	0,18	0,19	0,31	0,44	0,50	0,56	0,65
Promedio	0,16	0,17	0,18	0,19	0,32	0,45	0,50	0,56	0,66
a ₀ b ₀ c ₂ R ₁	0,16	0,17	0,19	0,21	0,35	0,48	0,55	0,62	0,68
a ₀ b ₀ c ₂ R ₂	0,16	0,17	0,20	0,22	0,35	0,48	0,55	0,62	0,67
Promedio	0,16	0,17	0,19	0,22	0,35	0,48	0,55	0,62	0,68
a ₀ b ₁ c ₂ R ₁	0,16	0,17	0,20	0,23	0,36	0,49	0,55	0,61	0,69
a ₀ b ₁ c ₂ R ₂	0,16	0,17	0,20	0,22	0,35	0,48	0,54	0,60	0,68
Promedio	0,16	0,17	0,20	0,23	0,36	0,49	0,55	0,61	0,69
a ₁ b ₀ c ₀ R ₁	0,16	0,17	0,20	0,23	0,35	0,47	0,54	0,61	0,67
a ₁ b ₀ c ₀ R ₂	0,16	0,17	0,20	0,23	0,35	0,47	0,54	0,60	0,68
Promedio	0,16	0,17	0,20	0,23	0,35	0,47	0,54	0,61	0,68
a ₁ b ₁ c ₀ R ₁	0,16	0,17	0,20	0,22	0,35	0,48	0,55	0,62	0,67
a ₁ b ₁ c ₀ R ₂	0,16	0,17	0,19	0,21	0,34	0,47	0,55	0,62	0,68
Promedio	0,16	0,17	0,19	0,22	0,35	0,48	0,55	0,62	0,68
a ₁ b ₀ c ₁ R ₁	0,16	0,17	0,19	0,20	0,34	0,47	0,54	0,61	0,68
a ₁ b ₀ c ₁ R ₂	0,16	0,17	0,19	0,20	0,34	0,47	0,54	0,60	0,67
Promedio	0,16	0,17	0,19	0,20	0,34	0,47	0,54	0,61	0,68
a ₁ b ₁ c ₁ R ₁	0,16	0,17	0,18	0,19	0,32	0,44	0,49	0,54	0,65
a ₁ b ₁ c ₁ R ₂	0,16	0,17	0,18	0,19	0,32	0,45	0,50	0,54	0,64
Promedio	0,16	0,17	0,18	0,19	0,32	0,45	0,49	0,54	0,65
a ₁ b ₀ c ₂ R ₁	0,16	0,17	0,20	0,23	0,36	0,49	0,55	0,61	0,68
a ₁ b ₀ c ₂ R ₂	0,16	0,17	0,20	0,22	0,35	0,48	0,55	0,62	0,67
Promedio	0,16	0,17	0,20	0,23	0,36	0,49	0,55	0,62	0,68
a ₁ b ₁ c ₂ R ₁	0,16	0,17	0,19	0,21	0,34	0,47	0,54	0,61	0,67
a ₁ b ₁ c ₂ R ₂	0,16	0,17	0,20	0,22	0,35	0,47	0,54	0,61	0,67
Promedio	0,16	0,17	0,19	0,22	0,34	0,47	0,54	0,61	0,67

a₀: *Lactobacillus GG*
a₁: Cultivo CHOOZIT

b₀: 2 % de probiótico
b₁: 3 % de probiótico

c₀: 0 % de inulina
c₁: 5 % de inulina
c₂: 10 % de inulina

Determinación de la Acidez Titulable INEN 13:1984

Elaborado por: Cristian Riofrio, 2015.

Tabla A-4. Cambios el pH registrados durante la etapa de fermentación del yogur de arazá

Tratamientos	Tiempo (minutos)								
	0	30	60	90	120	150	180	210	240
a ₀ b ₀ c ₀ R ₁	6,60	6,27	5,93	5,72	5,50	5,20	4,90	4,55	4,20
a ₀ b ₀ c ₀ R ₂	6,60	6,25	5,90	5,72	5,54	5,21	4,87	4,54	4,20
Promedio	6,60	6,26	5,92	5,72	5,52	5,20	4,89	4,54	4,20
a ₀ b ₁ c ₀ R ₁	6,60	6,25	5,89	5,69	5,48	5,16	4,83	4,53	4,23
a ₀ b ₁ c ₀ R ₂	6,60	6,23	5,86	5,68	5,49	5,17	4,85	4,55	4,24
Promedio	6,60	6,24	5,88	5,68	5,49	5,16	4,84	4,54	4,24
a ₀ b ₀ c ₁ R ₁	6,60	6,44	6,28	6,00	5,72	5,41	5,10	4,80	4,50
a ₀ b ₀ c ₁ R ₂	6,60	6,45	6,30	6,02	5,74	5,45	5,15	4,83	4,50
Promedio	6,60	6,45	6,29	6,01	5,73	5,43	5,13	4,81	4,50
a ₀ b ₁ c ₁ R ₁	6,60	6,39	6,18	5,99	5,80	5,50	5,20	4,83	4,46
a ₀ b ₁ c ₁ R ₂	6,60	6,40	6,20	6,01	5,81	5,49	5,17	4,82	4,47
Promedio	6,60	6,40	6,19	6,00	5,81	5,50	5,19	4,83	4,47
a ₀ b ₀ c ₂ R ₁	6,60	6,50	6,39	5,96	5,52	5,16	4,80	4,55	4,30
a ₀ b ₀ c ₂ R ₂	6,60	6,50	6,40	5,97	5,54	5,18	4,82	4,57	4,32
Promedio	6,60	6,50	6,40	5,96	5,53	5,17	4,81	4,56	4,31
a ₀ b ₁ c ₂ R ₁	6,60	6,48	6,35	5,96	5,56	5,20	4,83	4,60	4,36
a ₀ b ₁ c ₂ R ₂	6,60	6,49	6,37	5,97	5,57	5,21	4,84	4,61	4,37
Promedio	6,60	6,48	6,36	5,96	5,57	5,20	4,84	4,60	4,37
a ₁ b ₀ c ₀ R ₁	6,60	6,47	6,33	5,91	5,48	5,19	4,90	4,64	4,38
a ₁ b ₀ c ₀ R ₂	6,60	6,46	6,31	5,89	5,47	5,19	4,90	4,64	4,38
Promedio	6,60	6,46	6,32	5,90	5,48	5,19	4,90	4,64	4,38
a ₁ b ₁ c ₀ R ₁	6,60	6,50	6,40	5,95	5,49	5,19	4,88	4,58	4,28
a ₁ b ₁ c ₀ R ₂	6,60	6,51	6,41	5,96	5,50	5,19	4,87	4,58	4,29
Promedio	6,60	6,50	6,41	5,95	5,50	5,19	4,88	4,58	4,29
a ₁ b ₀ c ₁ R ₁	6,60	6,51	6,42	5,90	5,37	5,13	4,89	4,60	4,30
a ₁ b ₀ c ₁ R ₂	6,60	6,52	6,43	5,92	5,40	5,14	4,88	4,60	4,31
Promedio	6,60	6,51	6,43	5,91	5,39	5,14	4,89	4,60	4,31
a ₁ b ₁ c ₁ R ₁	6,60	6,52	6,43	6,09	5,75	5,47	5,18	4,83	4,48
a ₁ b ₁ c ₁ R ₂	6,60	6,52	6,44	6,11	5,78	5,49	5,19	4,83	4,47
Promedio	6,60	6,52	6,44	6,10	5,77	5,48	5,19	4,83	4,48
a ₁ b ₀ c ₂ R ₁	6,60	6,53	6,46	5,96	5,46	5,14	4,81	4,58	4,35
a ₁ b ₀ c ₂ R ₂	6,60	6,53	6,45	5,97	5,49	5,16	4,82	4,60	4,37
Promedio	6,60	6,53	6,46	5,97	5,48	5,15	4,82	4,59	4,36
a ₁ b ₁ c ₂ R ₁	6,60	6,54	6,47	5,90	5,32	5,08	4,83	4,61	4,38
a ₁ b ₁ c ₂ R ₂	6,60	6,54	6,47	5,91	5,35	5,09	4,82	4,60	4,37
Promedio	6,60	6,54	6,47	5,90	5,34	5,08	4,83	4,60	4,38

a₀: *Lactobacillus GG*
a₁: Cultivo CHOOZIT

b₀: 2 % de probiótico
b₁: 3 % de probiótico

c₀: 0 % de inulina
c₁: 5 % de inulina
c₂: 10 % de inulina

Norma B-1 FAO/OMS. Métodos de Toma de Muestras para la Leche y los Productos Lácteos. pH.

Elaborado por: Cristian Riofrio, 2015.

Tabla A-5. Cambios en los sólidos solubles (°Brix) registrados durante la etapa de fermentación del yogur de arazá

Tratamientos	Tiempo (minutos)								
	0	30	60	90	120	150	180	210	240
a ₀ b ₀ c ₀ R ₁	11,0	11,0	10,5	10,0	9,0	8,5	7,5	6,5	6,5
a ₀ b ₀ c ₀ R ₂	11,0	11,0	10,5	10,0	9,0	8,5	7,5	6,5	6,5
Promedio	11,0	11,0	10,5	10,0	9,0	8,5	7,5	6,5	6,5
a ₀ b ₁ c ₀ R ₁	11,0	11,0	10,5	10,0	9,0	8,5	7,5	6,5	6,5
a ₀ b ₁ c ₀ R ₂	11,0	11,0	10,5	10,0	9,0	8,5	7,5	6,5	6,5
Promedio	11,0	11,0	10,5	10,0	9,0	8,5	7,5	6,5	6,5
a ₀ b ₀ c ₁ R ₁	11,0	11,0	10,5	10,0	9,0	8,0	7,0	6,0	6,0
a ₀ b ₀ c ₁ R ₂	11,0	11,0	10,5	10,0	9,0	8,0	7,0	6,0	6,0
Promedio	11,0	11,0	10,5	10,0	9,0	8,0	7,0	6,0	6,0
a ₀ b ₁ c ₁ R ₁	11,0	11,0	10,5	10,0	9,0	8,0	7,0	6,0	6,0
a ₀ b ₁ c ₁ R ₂	11,0	11,0	10,5	10,0	9,0	8,0	7,0	6,0	6,0
Promedio	11,0	11,0	10,5	10,0	9,0	8,0	7,0	6,0	6,0
a ₀ b ₀ c ₂ R ₁	11,0	11,0	10,5	10,0	9,0	8,0	7,0	6,0	6,0
a ₀ b ₀ c ₂ R ₂	11,0	11,0	10,5	10,0	9,0	8,0	7,0	6,0	6,0
Promedio	11,0	11,0	10,5	10,0	9,0	8,0	7,0	6,0	6,0
a ₀ b ₁ c ₂ R ₁	11,0	11,0	10,5	10,0	9,0	8,0	7,0	6,0	6,0
a ₀ b ₁ c ₂ R ₂	11,0	11,0	10,5	10,0	9,0	8,0	7,0	6,0	6,0
Promedio	11,0	11,0	10,5	10,0	9,0	8,0	7,0	6,0	6,0
a ₁ b ₀ c ₀ R ₁	11,0	11,0	10,5	10,0	9,0	8,5	7,5	6,5	6,5
a ₁ b ₀ c ₀ R ₂	11,0	11,0	10,5	10,0	9,0	8,5	7,5	6,5	6,5
Promedio	11,0	11,0	10,5	10,0	9,0	8,5	7,5	6,5	6,5
a ₁ b ₁ c ₀ R ₁	11,0	11,0	10,5	10,0	9,0	8,5	7,5	6,5	6,5
a ₁ b ₁ c ₀ R ₂	11,0	11,0	10,5	10,0	9,0	8,5	7,5	6,5	6,5
Promedio	11,0	11,0	10,5	10,0	9,0	8,5	7,5	6,5	6,5
a ₁ b ₀ c ₁ R ₁	11,0	11,0	10,5	10,0	9,0	8,0	7,0	6,0	6,0
a ₁ b ₀ c ₁ R ₂	11,0	11,0	10,5	10,0	9,0	8,0	7,0	6,0	6,0
Promedio	11,0	11,0	10,5	10,0	9,0	8,0	7,0	6,0	6,0
a ₁ b ₁ c ₁ R ₁	11,0	11,0	10,5	10,0	9,0	8,0	7,0	6,0	6,0
a ₁ b ₁ c ₁ R ₂	11,0	11,0	10,5	10,0	9,0	8,0	7,0	6,0	6,0
Promedio	11,0	11,0	10,5	10,0	9,0	8,0	7,0	6,0	6,0
a ₁ b ₀ c ₂ R ₁	11,0	11,0	10,5	10,0	9,0	8,0	7,0	6,0	6,0
a ₁ b ₀ c ₂ R ₂	11,0	11,0	10,5	10,0	9,0	8,0	7,0	6,0	6,0
Promedio	11,0	11,0	10,5	10,0	9,0	8,0	7,0	6,0	6,0
a ₁ b ₁ c ₂ R ₁	11,0	11,0	10,5	10,0	9,0	8,0	7,0	6,0	6,0
a ₁ b ₁ c ₂ R ₂	11,0	11,0	10,5	10,0	9,0	8,0	7,0	6,0	6,0
Promedio	11,0	11,0	10,5	10,0	9,0	8,0	7,0	6,0	6,0

a₀: *Lactobacillus* GG
a₁: Cultivo CHOOZIT

b₀: 2 % de probiótico
b₁: 3 % de probiótico

c₀: 0 % de inulina
c₁: 5 % de inulina
c₂: 10 % de inulina

Sólidos solubles. AOAC 983.17

Elaborado por: Cristian Riofrio, 2015.

Tabla A-6. Cambios en la acidez (% de ácido láctico) registrados durante el tiempo de estudio del yogur de arazá

Tratamientos	Tiempo (días)			
	0	7	14	21
a ₀ b ₀ c ₀ R ₁	0,69	0,92	1,17	1,33
a ₀ b ₀ c ₀ R ₂	0,67	0,94	1,14	1,34
Promedio	0,68	0,93	1,16	1,34
a ₀ b ₁ c ₀ R ₁	0,68	1,01	1,18	1,31
a ₀ b ₁ c ₀ R ₂	0,67	0,97	1,08	1,35
Promedio	0,68	0,99	1,13	1,33
a ₀ b ₀ c ₁ R ₁	0,65	0,78	0,98	1,18
a ₀ b ₀ c ₁ R ₂	0,68	0,87	0,98	1,15
Promedio	0,67	0,83	0,98	1,17
a ₀ b ₁ c ₁ R ₁	0,65	0,79	1,00	1,16
a ₀ b ₁ c ₁ R ₂	0,67	0,86	1,01	1,12
Promedio	0,66	0,83	1,01	1,14
a ₀ b ₀ c ₂ R ₁	0,67	0,77	0,96	1,15
a ₀ b ₀ c ₂ R ₂	0,65	0,81	0,98	1,10
Promedio	0,66	0,79	0,97	1,13
a ₀ b ₁ c ₂ R ₁	0,65	0,76	0,97	1,16
a ₀ b ₁ c ₂ R ₂	0,64	0,79	1,01	1,12
Promedio	0,65	0,78	0,99	1,14
a ₁ b ₀ c ₀ R ₁	0,68	0,9	1,20	1,34
a ₁ b ₀ c ₀ R ₂	0,67	0,98	1,26	1,37
Promedio	0,68	0,94	1,23	1,36
a ₁ b ₁ c ₀ R ₁	0,67	0,91	1,23	1,32
a ₁ b ₁ c ₀ R ₂	0,68	0,97	1,28	1,38
Promedio	0,68	0,94	1,26	1,35
a ₁ b ₀ c ₁ R ₁	0,68	0,97	1,25	1,38
a ₁ b ₀ c ₁ R ₂	0,67	0,92	1,19	1,30
Promedio	0,68	0,95	1,22	1,34
a ₁ b ₁ c ₁ R ₁	0,68	0,98	1,26	1,37
a ₁ b ₁ c ₁ R ₂	0,68	0,93	1,17	1,34
Promedio	0,68	0,96	1,22	1,36
a ₁ b ₀ c ₂ R ₁	0,68	0,89	1,19	1,28
a ₁ b ₀ c ₂ R ₂	0,68	0,96	1,15	1,30
Promedio	0,68	0,93	1,17	1,29
a ₁ b ₁ c ₂ R ₁	0,67	0,88	1,18	1,30
a ₁ b ₁ c ₂ R ₂	0,67	0,95	1,17	1,32
Promedio	0,67	0,92	1,18	1,31

a₀: *Lactobacillus GG*
a₁: Cultivo CHOOZIT

b₀: 2 % de probiótico
b₁: 3 % de probiótico

c₀: 0 % de inulina
c₁: 5 % de inulina
c₂: 10 % de inulina

Determinación de la Acidez Titulable INEN 13:1984

Elaborado por: Cristian Riofrio, 2015.

Tabla A-7. Cambios en el pH registrados durante el tiempo de estudio del yogur de arazá

Tratamientos	Tiempo (días)			
	0	7	14	21
a ₀ b ₀ c ₀ R ₁	4,20	4,14	4,11	4,08
a ₀ b ₀ c ₀ R ₂	4,20	4,16	4,12	4,10
Promedio	4,20	4,15	4,12	4,09
a ₀ b ₁ c ₀ R ₁	4,23	4,17	4,12	4,08
a ₀ b ₁ c ₀ R ₂	4,24	4,18	4,13	4,09
Promedio	4,24	4,18	4,13	4,09
a ₀ b ₀ c ₁ R ₁	4,50	4,28	4,17	4,13
a ₀ b ₀ c ₁ R ₂	4,50	4,26	4,15	4,14
Promedio	4,50	4,27	4,16	4,14
a ₀ b ₁ c ₁ R ₁	4,46	4,24	4,14	4,14
a ₀ b ₁ c ₁ R ₂	4,47	4,20	4,15	4,16
Promedio	4,47	4,22	4,15	4,15
a ₀ b ₀ c ₂ R ₁	4,30	4,26	4,22	4,18
a ₀ b ₀ c ₂ R ₂	4,32	4,27	4,24	4,20
Promedio	4,31	4,27	4,23	4,19
a ₀ b ₁ c ₂ R ₁	4,36	4,29	4,25	4,20
a ₀ b ₁ c ₂ R ₂	4,37	4,28	4,22	4,19
Promedio	4,37	4,29	4,24	4,20
a ₁ b ₀ c ₀ R ₁	4,38	4,20	4,01	3,87
a ₁ b ₀ c ₀ R ₂	4,38	4,21	4,04	3,88
Promedio	4,38	4,21	4,03	3,88
a ₁ b ₁ c ₀ R ₁	4,28	4,18	3,99	3,87
a ₁ b ₁ c ₀ R ₂	4,29	4,15	3,97	3,89
Promedio	4,29	4,17	3,98	3,88
a ₁ b ₀ c ₁ R ₁	4,30	4,19	4,05	3,91
a ₁ b ₀ c ₁ R ₂	4,31	4,17	4,03	3,92
Promedio	4,31	4,18	4,04	3,92
a ₁ b ₁ c ₁ R ₁	4,48	4,27	4,08	3,90
a ₁ b ₁ c ₁ R ₂	4,47	4,28	4,12	3,92
Promedio	4,48	4,28	4,10	3,91
a ₁ b ₀ c ₂ R ₁	4,35	4,22	4,08	3,96
a ₁ b ₀ c ₂ R ₂	4,37	4,21	4,09	3,95
Promedio	4,36	4,22	4,09	3,96
a ₁ b ₁ c ₂ R ₁	4,38	4,25	4,11	3,97
a ₁ b ₁ c ₂ R ₂	4,37	4,27	4,13	3,95
Promedio	4,38	4,26	4,12	3,96

a₀: *Lactobacillus GG*
a₁: Cultivo CHOOZIT

b₀: 2 % de probiótico
b₁: 3 % de probiótico

c₀: 0 % de inulina
c₁: 5 % de inulina
c₂: 10 % de inulina

Norma B-1 FAO/OMS. Métodos de Toma de Muestras para la Leche y los Productos Lácteos. pH.

Elaborado por: Cristian Riofrio, 2015.

Tabla A-8. Cambios en los sólidos solubles (°Brix) registrados durante el tiempo de estudio del yogur de arazá

Tratamientos	Tiempo (días)			
	0	7	14	21
a ₀ b ₀ c ₀ R ₁	13,0	12,5	12,5	12,0
a ₀ b ₀ c ₀ R ₂	13,0	12,0	12,5	12,0
Promedio	13,0	12,3	12,5	12,0
a ₀ b ₁ c ₀ R ₁	14,0	13,5	13,0	13,0
a ₀ b ₁ c ₀ R ₂	13,0	12,5	12,5	12,0
Promedio	13,5	13,0	12,8	12,5
a ₀ b ₀ c ₁ R ₁	13,0	12,5	12,5	12,0
a ₀ b ₀ c ₁ R ₂	14,0	13,5	13,0	13,0
Promedio	13,5	13,0	12,8	12,5
a ₀ b ₁ c ₁ R ₁	13,0	13,0	12,5	12,0
a ₀ b ₁ c ₁ R ₂	14,0	13,5	13,0	13,0
Promedio	13,5	13,3	12,8	12,5
a ₀ b ₀ c ₂ R ₁	13,0	13,0	12,5	12,0
a ₀ b ₀ c ₂ R ₂	13,0	12,5	12,5	13,0
Promedio	13,0	12,8	12,5	12,5
a ₀ b ₁ c ₂ R ₁	14,0	14,0	13,5	13,0
a ₀ b ₁ c ₂ R ₂	14,0	13,5	13,5	13,0
Promedio	14,0	13,8	13,5	13,0
a ₁ b ₀ c ₀ R ₁	13,0	12,5	12,5	12,0
a ₁ b ₀ c ₀ R ₂	13,0	13,0	13,0	13,0
Promedio	13,0	12,8	12,8	12,5
a ₁ b ₁ c ₀ R ₁	13,0	12,5	12,5	12,0
a ₁ b ₁ c ₀ R ₂	12,0	12,5	12,0	12,0
Promedio	12,5	12,5	12,3	12,0
a ₁ b ₀ c ₁ R ₁	14,0	13,5	13,0	13,0
a ₁ b ₀ c ₁ R ₂	13,0	13,0	12,5	12,0
Promedio	13,5	13,3	12,8	12,5
a ₁ b ₁ c ₁ R ₁	14,0	13,5	13,5	13,0
a ₁ b ₁ c ₁ R ₂	13,0	12,5	12,0	12,0
Promedio	13,5	13,0	12,8	12,5
a ₁ b ₀ c ₂ R ₁	14,0	13,5	13,5	13,0
a ₁ b ₀ c ₂ R ₂	13,0	12,5	12,5	12,0
Promedio	13,5	13,0	13,0	12,5
a ₁ b ₁ c ₂ R ₁	13,0	13,0	12,0	12,0
a ₁ b ₁ c ₂ R ₂	12,0	12,5	12,5	12,0
Promedio	12,5	12,8	12,3	12,0

a₀: *Lactobacillus* GG
a₁: Cultivo CHOOZIT

b₀: 2 % de probiótico
b₁: 3 % de probiótico

c₀: 0 % de inulina
c₁: 5 % de inulina
c₂: 10 % de inulina

Sólidos solubles. AOAC 983.17

Elaborado por: Cristian Riofrio, 2015.

Tabla A-9. Resultados de pruebas sensoriales de yogur de arazá con probióticos e inulina.

Tratamiento	Catador	Olor	Color	Sabor	Consistencia	Aceptabilidad
a ₀ b ₀ c ₀ R ₁	1	4	3	3	3	3
a ₀ b ₀ c ₀ R ₂	6	4	4	3	2	4
a ₀ b ₀ c ₀ R ₁	12	4	3	3	3	3
a ₀ b ₁ c ₀ R ₁	1	5	3	3	3	3
a ₀ b ₁ c ₀ R ₂	7	5	3	4	3	4
a ₀ b ₁ c ₀ R ₁	10	5	4	3	2	4
a ₀ b ₀ c ₁ R ₁	1	4	4	4	4	5
a ₀ b ₀ c ₁ R ₂	8	5	3	5	3	5
a ₀ b ₀ c ₁ R ₁	11	4	4	5	4	5
a ₀ b ₁ c ₁ R ₁	2	5	3	4	3	5
a ₀ b ₁ c ₁ R ₂	5	4	4	5	3	5
a ₀ b ₁ c ₁ R ₁	11	4	3	4	4	5
a ₀ b ₀ c ₂ R ₁	2	4	3	3	5	4
a ₀ b ₀ c ₂ R ₂	7	4	3	3	4	3
a ₀ b ₀ c ₂ R ₁	12	5	3	4	5	4
a ₀ b ₁ c ₂ R ₁	2	5	3	4	5	4
a ₀ b ₁ c ₂ R ₂	8	5	4	3	4	4
a ₀ b ₁ c ₂ R ₁	9	4	4	3	5	3
a ₁ b ₀ c ₀ R ₁	3	5	3	4	3	4
a ₁ b ₀ c ₀ R ₂	5	5	3	3	3	3
a ₁ b ₀ c ₀ R ₁	12	4	3	4	2	4
a ₁ b ₁ c ₀ R ₁	3	4	4	3	3	3
a ₁ b ₁ c ₀ R ₂	6	5	4	2	3	4
a ₁ b ₁ c ₀ R ₁	9	5	4	4	2	4
a ₁ b ₀ c ₁ R ₁	3	5	3	3	3	4
a ₁ b ₀ c ₁ R ₂	8	4	4	4	3	3
a ₁ b ₀ c ₁ R ₁	10	4	3	3	3	4
a ₁ b ₁ c ₁ R ₁	4	4	4	4	4	5
a ₁ b ₁ c ₁ R ₂	5	5	4	5	3	5
a ₁ b ₁ c ₁ R ₁	10	5	3	5	3	5
a ₁ b ₀ c ₂ R ₁	4	4	3	3	5	3
a ₁ b ₀ c ₂ R ₂	6	4	3	3	5	4
a ₁ b ₀ c ₂ R ₁	11	4	4	3	4	4
a ₁ b ₁ c ₂ R ₁	4	5	4	2	5	4
a ₁ b ₁ c ₂ R ₂	7	5	4	3	5	3
a ₁ b ₁ c ₂ R ₁	9	5	3	4	4	4

a₀: *Lactobacillus GG*
a₁: Cultivo CHOOZIT

b₀: 2 % de probiótico
b₁: 3 % de probiótico

c₀: 0 % de inulina
c₁: 5 % de inulina
c₂: 10 % de inulina

Látice rectangular 3 x 4 (Cochran, W)

Elaborado por: Cristian Riofrio, 2015.

ANEXO B

ANÁLISIS

ESTADÍSTICO

FINALIZACIÓN DEL TIEMPO DE ESTUDIO A LOS 21 DÍAS DE SU ELABORACIÓN

Tabla B-1. Análisis de Varianza para Acidez (% de ácido láctico) - Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Tipo de probiótico	0,0975375	1	0,0975375	106,10	0,0000*
B:Porcentaje de probiótico	0,0000375	1	0,0000375	0,04	0,8436
C:Porcentaje de inulina	0,0683583	2	0,0341792	37,18	0,0000*
D:Réplicas	0,0003375	1	0,0003375	0,37	0,5569
INTERACCIONES					
AB	0,0003375	1	0,0003375	0,37	0,5569
AC	0,035425	2	0,0177125	19,27	0,0003*
BC	0,000675	2	0,0003375	0,37	0,7009
ABC	0,000475	2	0,0002375	0,26	0,7769
RESIDUOS	0,0101125	11	0,000919318		
TOTAL (CORREGIDO)	0,213296	23			

Nivel de confianza = 95%

* = significancia

a₀: *Lactobacillus GG*
a₁: Cultivo CHOOZIT

b₀: 2 % de probiótico
b₁: 3 % de probiótico

c₀: 0 % de inulina
c₁: 5 % de inulina
c₂: 10 % de inulina

Elaborado por: Cristian Riofrio, 2015.

Con un 95% de nivel de confianza y 5% de significancia, los valores de probabilidad (Valor-P), para los factores A, C y la interacción AC son menores que 0,05 lo que indican un efecto significativo de estos factores en la acidez, por el contrario, el valor de P para el factor B es mayor a 0,05, por lo tanto no hay diferencia estructural al aplicar los diferentes niveles del factor.

Tabla B-1.1. Pruebas de diferencia mínima significativa (LSD) para Acidez (% de ácido láctico) por Tipo de probiótico

Método: 95,0 porcentaje LSD

<i>Tipo de probiótico</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
0	12	1,20583	0,00875271	b
1	12	1,33333	0,00875271	a

a₀: *Lactobacillus GG*
a₁: Cultivo CHOOZIT

b₀: 2 % de probiótico
b₁: 3 % de probiótico

c₀: 0 % de inulina
c₁: 5 % de inulina
c₂: 10 % de inulina

Elaborado por: Cristian Riofrio, 2015.

La prueba LSD con un 95% de nivel de confianza para acidez por tipo de probiótico resalta al nivel que presentó menor promedio es el a₀: *Lactobacillus GG* con 1,2.

Tabla B-1.2. Pruebas de diferencia mínima significativa (LSD) para Acidez (% de ácido láctico) por Porcentaje de inulina

Método: 95,0 porcentaje LSD

Tipo de probiótico	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
2	8	1,21625	0,0107198	c
1	8	1,25	0,0107198	b
0	8	1,3425	0,0107198	a

a₀: *Lactobacillus GG*
a₁: Cultivo CHOOZIT

b₀: 2 % de probiótico
b₁: 3 % de probiótico

c₀: 0 % de inulina
c₁: 5 % de inulina
c₂: 10 % de inulina

Elaborado por: Cristian Riofrio, 2015.

La prueba LSD con un 95% de nivel de confianza para acidez por porcentaje de inulina resaltan a los niveles c₂: 10 % de inulina y c₁: 5 % de inulina con los promedios más bajos con 1,22 y 1,25 respectivamente.

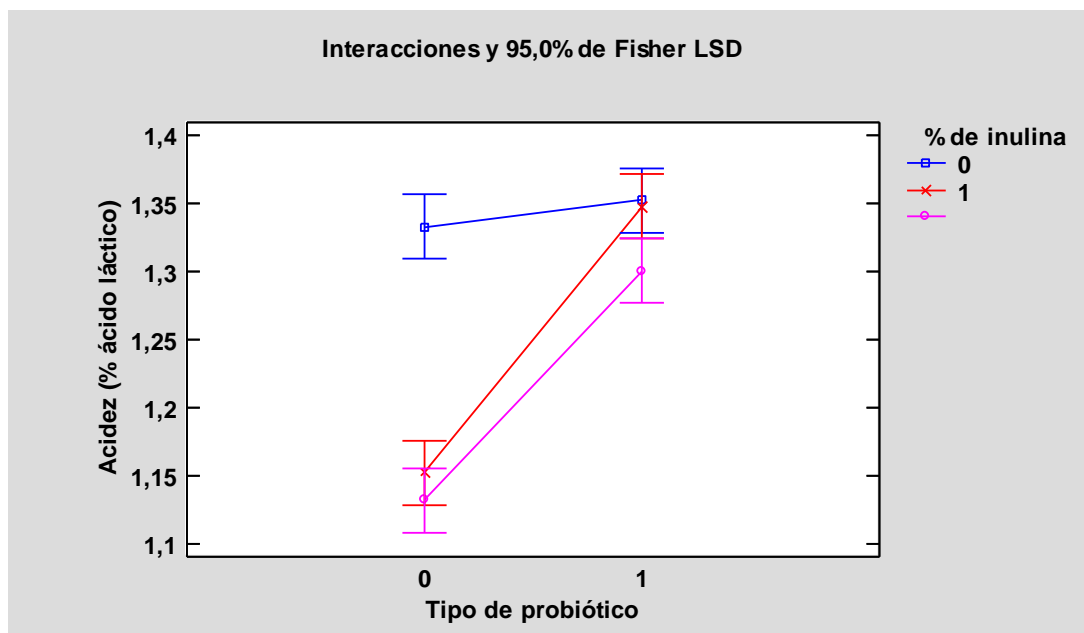


Figura B-1. Interacción e intervalos LSD al 95% para el tipo de probiótico y porcentaje de inulina

a₀: *Lactobacillus GG*
a₁: Cultivo CHOOZIT

b₀: 2 % de probiótico
b₁: 3 % de probiótico

c₀: 0 % de inulina
c₁: 5 % de inulina
c₂: 10 % de inulina

Elaborado por: Cristian Riofrio, 2015.

Tabla B-2. Análisis de Varianza para pH - Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Tipo de probiótico	0,30375	1	0,30375	3084,23	0,0000*
B:Porcentaje de probiótico	0,0000666667	1	0,0000666667	0,68	0,4281
C:Porcentaje de inulina	0,0342333	2	0,0171167	173,80	0,0000*
D:Réplicas	0,000416667	1	0,000416667	4,23	0,0642
INTERACCIONES					
AB	0,0000166667	1	0,0000166667	0,17	0,6887
AC	0,0007	2	0,00035	3,55	0,0645
BC	0,0000333333	2	0,0000166667	0,17	0,8465
ABC	0,000233333	2	0,000116667	1,18	0,3420
RESIDUOS	0,00108333	11	0,0000984848		
TOTAL (CORREGIDO)	0,340533	23			

Nivel de confianza = 95%

* = significancia

a₀: *Lactobacillus GG*
a₁: Cultivo CHOOZIT

b₀: 2 % de probiótico
b₁: 3 % de probiótico

c₀: 0 % de inulina
c₁: 5 % de inulina
c₂: 10 % de inulina

Elaborado por: Cristian Riofrio, 2015.

Con un 95% de nivel de confianza y 5% de significancia, los valores de probabilidad (Valor-P), para los factores A y C son menores que 0,05 lo que indican un efecto significativo de estos factores en el pH, por el contrario, los valores de P para el factor B y las interacciones son mayores a 0,05, por lo tanto no hay diferencias estructurales.

Tabla B-2.1. Pruebas de diferencia mínima significativa (LSD) para pH por Tipo de probiótico

Método: 95,0 porcentaje LSD

<i>Tipo de probiótico</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
1	12	3,91583	0,0028648	b
0	12	4,14083	0,0028648	a

a₀: *Lactobacillus GG*
a₁: Cultivo CHOOZIT

b₀: 2 % de probiótico
b₁: 3 % de probiótico

c₀: 0 % de inulina
c₁: 5 % de inulina
c₂: 10 % de inulina

Elaborado por: Cristian Riofrio, 2015.

La prueba de diferencia mínima significativa (LSD) con un 95% de nivel de confianza para pH por tipo de probiótico resalta al nivel que presentó mayor promedio es el a₀: *Lactobacillus GG* con 4,14.

Tabla B-2.2. Pruebas de diferencia mínima significativa (LSD) para pH por Porcentaje de inulina

Método: 95,0 porcentaje LSD

<i>Tipo de probiótico</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
0	8	3,9825	0,00350865	c
1	8	4,0275	0,00350865	b
2	8	4,075	0,00350865	a

a₀: *Lactobacillus GG*
a₁: Cultivo CHOOZIT

b₀: 2 % de probiótico
b₁: 3 % de probiótico

c₀: 0 % de inulina
c₁: 5 % de inulina
c₂: 10 % de inulina

Elaborado por: Cristian Riofrio, 2015.

La prueba de diferencia mínima significativa (LSD) con un 95% de nivel de confianza para pH por porcentaje de inulina resalta a los niveles c₂: 10% inulina y c₁: 5% de inulina con los promedios más altos de 4,07 y 4,02 respectivamente.

Tabla B-3. Análisis de Varianza para °Brix - Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Tipo de probiótico	0,166667	1	0,166667	0,46	0,5124
B:Porcentaje de probiótico	0	1	0	0,00	1,0000
C:Porcentaje de inulina	0,333333	2	0,166667	0,46	0,6439
D:Réplicas	0	1	0	0,00	1,0000
INTERACCIONES					
AB	0,666667	1	0,666667	1,83	0,2029
AC	0,333333	2	0,166667	0,46	0,6439
BC	0	2	0	0,00	1,0000
ABC	0,333333	2	0,166667	0,46	0,6439
RESIDUOS	4,0	11	0,363636		
TOTAL (CORREGIDO)	5,83333	23			

Nivel de confianza = 95%

* = significancia

a₀: *Lactobacillus GG*
a₁: Cultivo CHOOZIT

b₀: 2 % de probiótico
b₁: 3 % de probiótico

c₀: 0 % de inulina
c₁: 5 % de inulina
c₂: 10 % de inulina

Elaborado por: Cristian Riofrio, 2015.

Con un 95% de nivel de confianza y 5% de significancia, los valores de probabilidad (Valor-P), son mayores a 0,05 lo que indican que no hay diferencias estructurales de los efectos principales ni de las interacciones sobre los °Brix del yogur.

ANÁLISIS SENSORIAL

Tabla B-4. Análisis de Varianza para Olor - Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Tratamientos (aj)	3,21667	11	0,292424	0,92	0,5470
B:Catadores	1,21667	11	0,110606	0,35	0,9555
RESIDUOS	4,11667	13	0,316667		
TOTAL (CORREGIDO)	9,0	35			

Nivel de confianza = 95%

* = significancia

Elaborado por: Cristian Riofrio, 2015

Con un 95% de nivel de confianza y 5% de significancia, el valor de probabilidad (Valor-P) para tratamientos es mayor a 0,05 lo que indica que la variable olor no presenta diferencia significativa entre los tratamientos percibida por los catadores.

Tabla B-5. Análisis de Varianza para Color - Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Tratamientos (aj)	2,25556	11	0,205051	0,60	0,7953
B:Catadores	1,58889	11	0,144444	0,43	0,9179
RESIDUOS	4,41111	13	0,339316		
TOTAL (CORREGIDO)	8,88889	35			

Nivel de confianza = 95%

* = significancia

Elaborado por: Cristian Riofrio, 2015

Con un 95% de nivel de confianza y 5% de significancia, el valor de probabilidad (Valor-P) para tratamientos es mayor a 0,05 lo que indica que la variable color no presenta diferencia significativa entre los tratamientos percibida por los catadores.

Tabla B-6. Análisis de Varianza para Sabor - Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Tratamientos (aj)	11,2056	11	1,01869	2,76	0,0425*
B:Catadores	4,53889	11	0,412626	1,12	0,4183
RESIDUOS	4,79444	13	0,368803		
TOTAL (CORREGIDO)	22,8889	35			

Nivel de confianza = 95%

* = significancia

Elaborado por: Cristian Riofrio, 2015

Con un 95% de nivel de confianza y 5% de significancia, el valor de probabilidad (Valor-P) para tratamientos es menor a 0,05 lo que indica que la variable sabor si presenta diferencia significativa entre los tratamientos percibida por los catadores.

Tabla B-6.1. Pruebas de diferencia mínima significativa (LSD) para Sabor por Tratamientos

<i>Tratamientos</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
6	3	2,85833	0,419464	d
8	3	2,86667	0,419464	d
12	3	2,96667	0,419464	d c
5	3	3,04167	0,419464	d c
1	3	3,19167	0,419464	d c
9	3	3,24167	0,419464	d c
7	3	3,43333	0,419464	d c b
11	3	3,50833	0,419464	d c
2	3	3,53333	0,419464	d c b
4	3	4,26667	0,419464	c b a
3	3	4,76667	0,419464	b a
10	3	4,99167	0,419464	a

T₁: a₀b₀c₀

T₂: a₀b₁c₀

T₃: a₀b₀c₁

T₄: a₀b₁c₁

T₅: a₀b₀c₂

T₆: a₀b₁c₂

T₇: a₁b₀c₀

T₈: a₁b₁c₀

T₉: a₁b₀c₁

T₁₀: a₁b₁c₁

T₁₁: a₁b₀c₂

T₁₂: a₁b₁c₂

Elaborado por: Cristian Riofrio, 2015

La prueba LSD con un 95% de nivel de confianza para sabor indica que los mejores tratamientos son a₁b₁c₁ (3 % de CHOOZIT MY 800 LYO 5 DCU + 5 % de inulina), a₀b₀c₁ (2 % de *Lactobacillus GG* + 5 % de inulina) y a₀b₁c₁ (3 % de *Lactobacillus GG* + 5 % de inulina), con un promedio de 5, 4.8 y 4.3 respectivamente, lo que equivale a una calificación de muy buena y buena.

Tabla B-7. Análisis de Varianza para Consistencia - Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Tratamientos (aj)	17,1722	11	1,56111	4,88	0,0043*
B:Catadores	3,17222	11	0,288384	0,90	0,5635
RESIDUOS	4,16111	13	0,320085		
TOTAL (CORREGIDO)	32,8889	35			

Nivel de confianza = 95%

* = significancia

Elaborado por: Cristian Riofrio, 2015

Con un 95% de nivel de confianza y 5% de significancia, el valor de probabilidad (Valor-P) para tratamientos es menor a 0,05 lo que indica que la variable consistencia si presenta diferencia significativa entre los tratamientos percibida por los catadores.

Tabla B-7.1. Pruebas de diferencia mínima significativa (LSD) para Consistencia por Tratamientos

<i>Tratamientos</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
1	3	2,44167	0,390778	e
7	3	2,61667	0,390778	e d
2	3	2,66667	0,390778	e d
8	3	2,73333	0,390778	e d
4	3	3,26667	0,390778	e d c
10	3	3,30833	0,390778	e d c
9	3	3,34167	0,390778	e d c
3	3	3,68333	0,390778	d c b
11	3	4,34167	0,390778	c b a
5	3	4,60833	0,390778	b a
12	3	4,61667	0,390778	b a
6	3	4,96167	0,390778	a

T ₁ : a ₀ b ₀ c ₀	T ₄ : a ₀ b ₁ c ₁	T ₇ : a ₁ b ₀ c ₀	T ₁₀ : a ₁ b ₁ c ₁
T ₂ : a ₀ b ₁ c ₀	T ₅ : a ₀ b ₀ c ₂	T ₈ : a ₁ b ₁ c ₀	T ₁₁ : a ₁ b ₀ c ₂
T ₃ : a ₀ b ₀ c ₁	T ₆ : a ₀ b ₁ c ₂	T ₉ : a ₁ b ₀ c ₁	T ₁₂ : a ₁ b ₁ c ₂

Elaborado por: Cristian Riofrio, 2015

La prueba LSD con un 95% de nivel de confianza para consistencia indica que los mejores tratamientos son a₀b₁c₂ (3 % de *Lactobacillus GG* + 10 % de inulina), a₁b₁c₂ (2 % de CHOOZIT MY 800 LYO 5 DCU + 10 % de inulina) , a₀b₀c₂ (2 % de *Lactobacillus GG* + 10 % de inulina) y a₁b₀c₂ (2 % de CHOOZIT MY 800 LYO 5 DCU + 10 % de inulina), con un promedio de 5, 4.6, 4.6 y 4.3 respectivamente, lo que equivale a una calificación de muy consistente y consistente

Tabla B-8. Análisis de Varianza para Aceptabilidad - Suma de Cuadrados Tipo III

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Tratamientos (aj)	10,3722	11	0,942929	3,38	0,0202*
B:Catadores	2,37222	11	0,215657	0,77	0,6618
RESIDUOS	3,62778	13	0,27906		
TOTAL (CORREGIDO)	18,9722	35			

Nivel de confianza = 95%

* = significancia

Elaborado por: Cristian Riofrio, 2015

Con un 95% de nivel de confianza y 5% de significancia, el valor de probabilidad (Valor-P) para tratamientos es menor a 0,05 lo que indica que la variable aceptabilidad si presenta diferencia significativa entre los tratamientos percibida por los catadores.

Tabla B-8.1. Pruebas de diferencia mínima significativa (LSD) para Aceptabilidad por Tratamientos

Tratamientos	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
1	3	3,21667	0,364876	c
8	3	3,40833	0,364876	c
11	3	3,44167	0,364876	c
6	3	3,61667	0,364876	c
9	3	3,64167	0,364876	c
7	3	3,66667	0,364876	c
5	3	3,70833	0,364876	c
12	3	3,86667	0,364876	c b
2	3	3,94167	0,364876	c b
10	3	4,94167	0,364876	b a
4	3	5,00003	0,364876	a
3	3	5,00003	0,364876	a

T₁: a₀b₀c₀T₂: a₀b₁c₀T₃: a₀b₀c₁T₄: a₀b₁c₁T₅: a₀b₀c₂T₆: a₀b₁c₂T₇: a₁b₀c₀T₈: a₁b₁c₀T₉: a₁b₀c₁T₁₀: a₁b₁c₁T₁₁: a₁b₀c₂T₁₂: a₁b₁c₂**Elaborado por:** Cristian Riofrio, 2015

La prueba LSD con un 95% de nivel de confianza para aceptabilidad indica que los mejores tratamientos son a₀b₀c₁ (2 % de *Lactobacillus* GG + 5 % de inulina), a₀b₁c₁ (3 % de *Lactobacillus* GG + 5 % de inulina) y a₁b₁c₁ (3 % de CHOOZIT MY 800 LYO 5 DCU + 5 % de inulina) con un promedio de 5, lo que equivale a una calificación de gusta mucho.

ANEXO C

GRÁFICOS

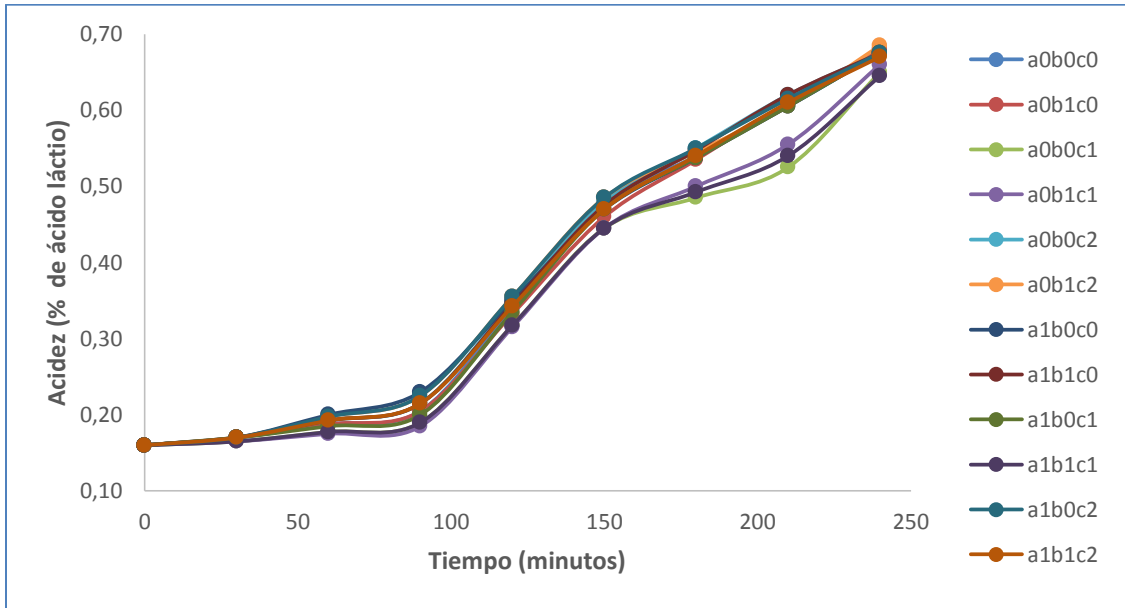


Gráfico C-1: Cambios en la acidez (% de ácido láctico) registrados durante la etapa de fermentación del yogur de arazá

a_0 : *Lactobacillus GG*
 a_1 : Cultivo CHOOZIT

b_0 : 2 % de probiótico
 b_1 : 3 % de probiótico

c_0 : 0 % de inulina
 c_1 : 5 % de inulina
 c_2 : 10 % de inulina

Elaborado por: Cristian Riofrio, 2015.

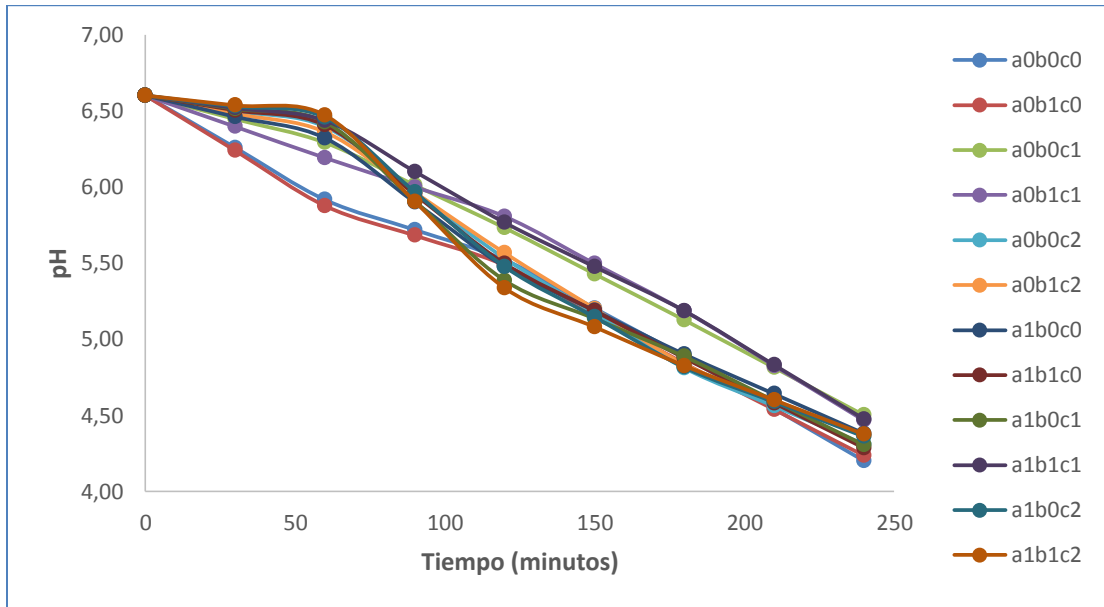


Gráfico C-2: Cambios en el pH registrados durante la etapa de fermentación del yogur de arazá

a_0 : *Lactobacillus GG*
 a_1 : Cultivo CHOOZIT

b_0 : 2 % de probiótico
 b_1 : 3 % de probiótico

c_0 : 0 % de inulina
 c_1 : 5 % de inulina
 c_2 : 10 % de inulina

Elaborado por: Cristian Riofrio, 2015.

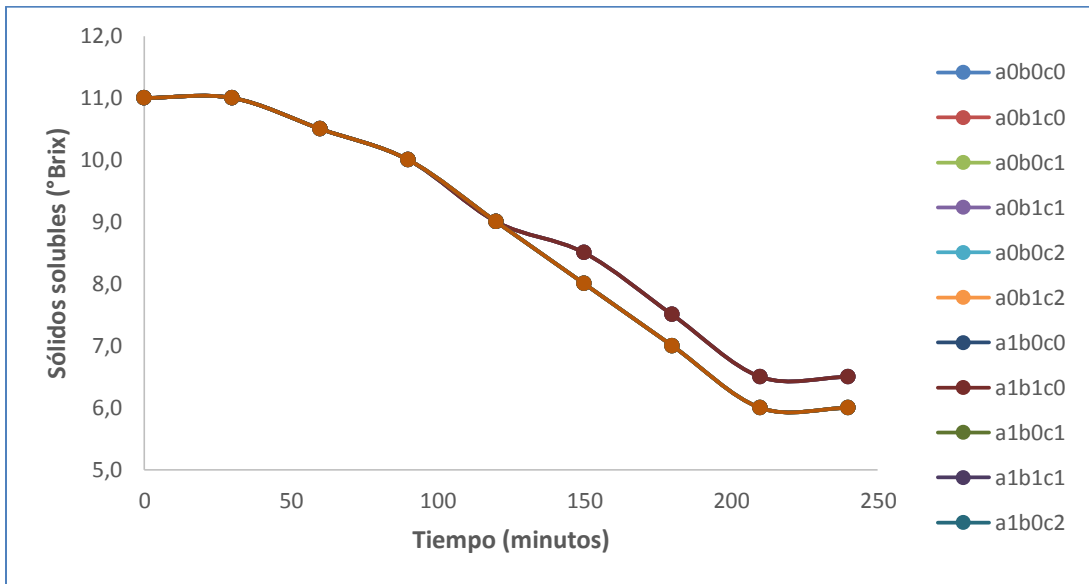


Gráfico C-3: Cambios en los sólidos solubles (°Brix) registrados durante la etapa de fermentación del yogur de arazá

a₀: *Lactobacillus GG*
a₁: Cultivo CHOOZIT

b₀: 2 % de probiótico
b₁: 3 % de probiótico

c₀: 0 % de inulina
c₁: 5 % de inulina
c₂: 10 % de inulina

Elaborado por: Cristian Riofrio, 2015.

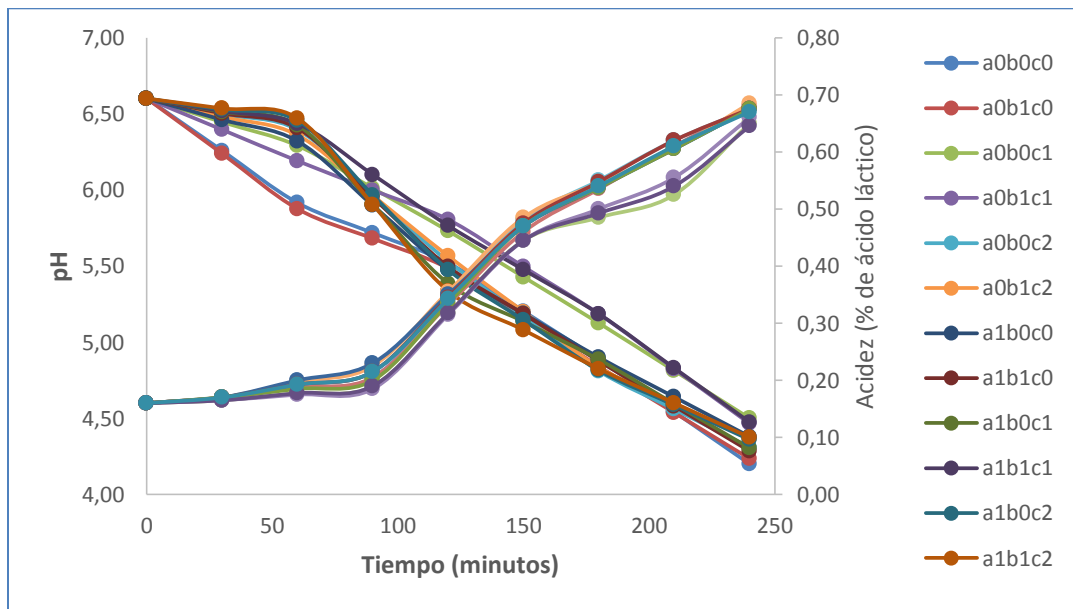


Gráfico C-4: Cambios en pH y acidez registrados durante la etapa de fermentación del yogur de arazá

a₀: *Lactobacillus GG*
a₁: Cultivo CHOOZIT

b₀: 2 % de probiótico
b₁: 3 % de probiótico

c₀: 0 % de inulina
c₁: 5 % de inulina
c₂: 10 % de inulina

Elaborado por: Cristian Riofrio, 2015.

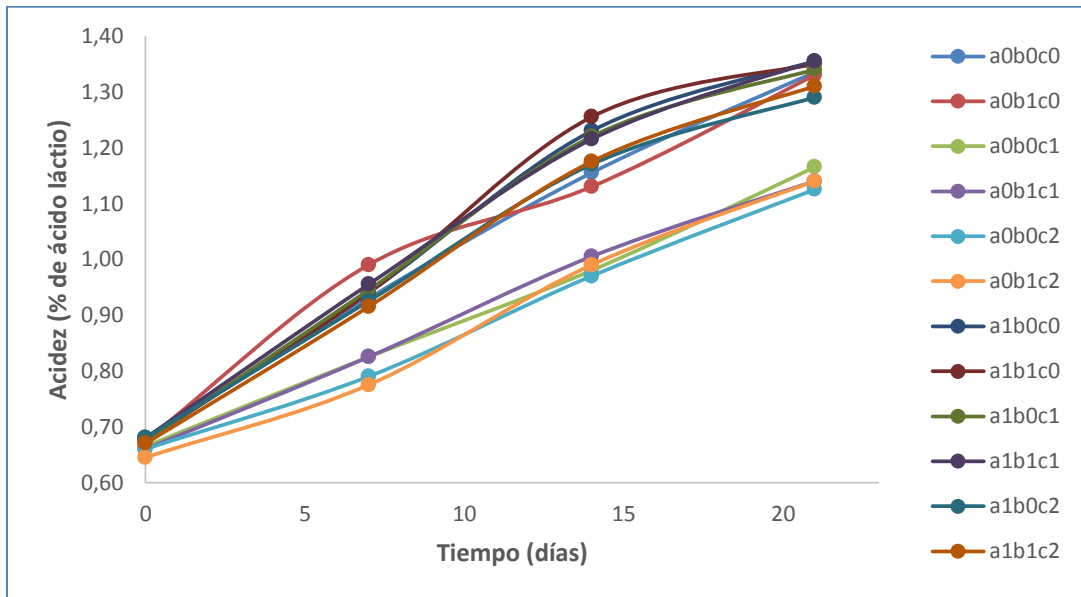


Gráfico C-5: Cambios en la acidez (% de ácido láctico) registrados durante el tiempo de estudio del yogur de arazá

a₀: *Lactobacillus GG*
a₁: Cultivo CHOOZIT

b₀: 2 % de probiótico
b₁: 3 % de probiótico

c₀: 0 % de inulina
c₁: 5 % de inulina
c₂: 10 % de inulina

Elaborado por: Cristian Riofrio, 2015.

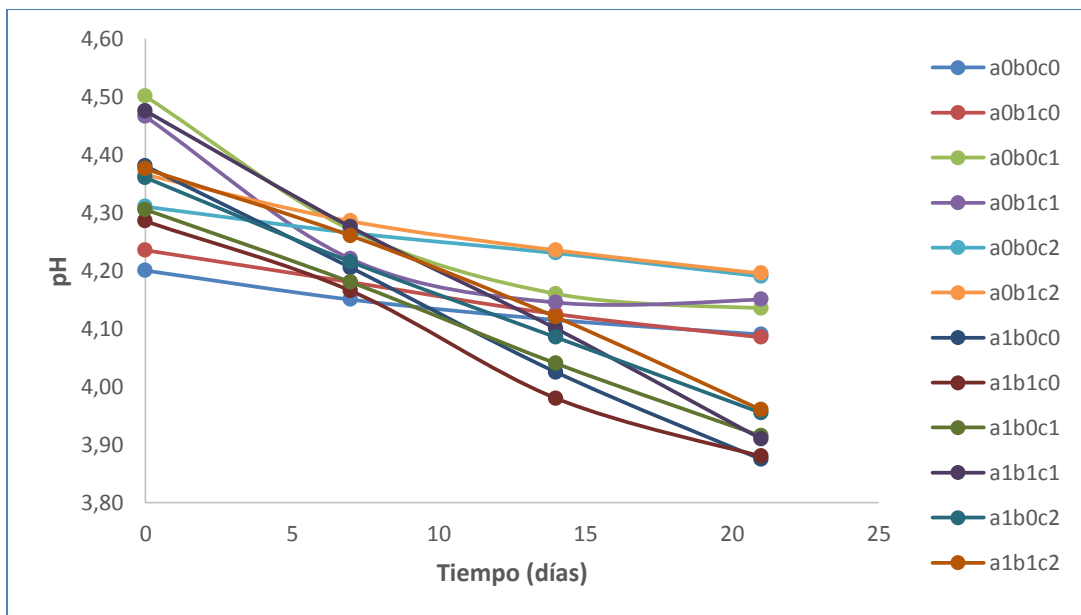


Gráfico C-6: Cambios en la acidez (% de ácido láctico) registrados durante el tiempo de estudio del yogur de arazá

a₀: *Lactobacillus GG*
a₁: Cultivo CHOOZIT

b₀: 2 % de probiótico
b₁: 3 % de probiótico

c₀: 0 % de inulina
c₁: 5 % de inulina
c₂: 10 % de inulina

Elaborado por: Cristian Riofrio, 2015.

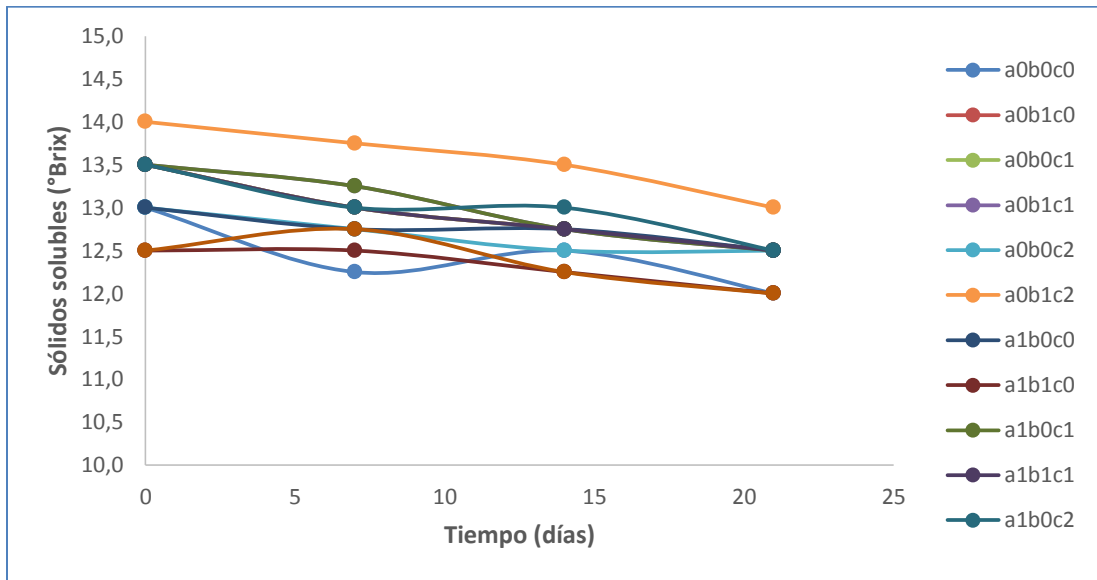


Gráfico C-7: Cambios en los sólidos solubles (°Brix) registrados durante el tiempo de estudio del yogur de arazá

a₀: *Lactobacillus GG*
a₁: Cultivo CHOOZIT

b₀: 2 % de probiótico
b₁: 3 % de probiótico

c₀: 0 % de inulina
c₁: 5 % de inulina
c₂: 10 % de inulina

Elaborado por: Cristian Riofrio, 2015.

ANEXO D
ANÁLISIS DE
VISCOSIDAD
(Mejores tratamientos)

ANÁLISIS DE VISCOSIDAD DE LOS MEJORES TRATAMIENTOS

Tabla D-1. Viscosidad aparente [mPa.s] de yogurt de arazá a 5°C

N [rpm]	Tratamientos		
	a ₀ b ₀ c ₁	a ₀ b ₁ c ₁	a ₁ b ₁ c ₁
0,1	84900,0	89400,0	137100,0
0,3	40900,0	34000,0	48100,0
0,6	26450,0	25200,0	27350,0
0,9	19433,0	23066,0	25500,0
1,2	15225,0	19700,0	21175,0
1,5	13020,0	17760,0	18080,0
1,8	11266,0	14966,0	15266,0
2,1	9742,8	12771,0	13285,0
2,4	8712,5	15587,0	12350,0
2,7	7900,0	10700,0	10772,0

a₀: *Lactobacillus GG*
a₁: Cultivo CHOOZIT

b₀: 2 % de probiótico
b₁: 3 % de probiótico

c₀: 0 % de inulina
c₁: 5 % de inulina
c₂: 10 % de inulina

Elaborado por: Cristian Riofrio, 2015.

Tabla D-2. Parámetros reológicos de yogurt de arazá analizados por la ley de la potencia a 5°C

Parámetro	Tratamientos		
	a ₀ b ₀ c ₁	a ₀ b ₁ c ₁	a ₁ b ₁ c ₁
Índice de comportamiento al flujo "n"	0,32	0,41	0,25
Log de índice de consistencia "K" [Pa.sn]	0,79	0,90	0,83
Índice de consistencia "K" [Pa.s ⁿ]	6,17	8,00	6,75

a₀: *Lactobacillus GG*
a₁: Cultivo CHOOZIT

b₀: 2 % de probiótico
b₁: 3 % de probiótico

c₀: 0 % de inulina
c₁: 5 % de inulina
c₂: 10 % de inulina

Elaborado por: Cristian Riofrio, 2015.

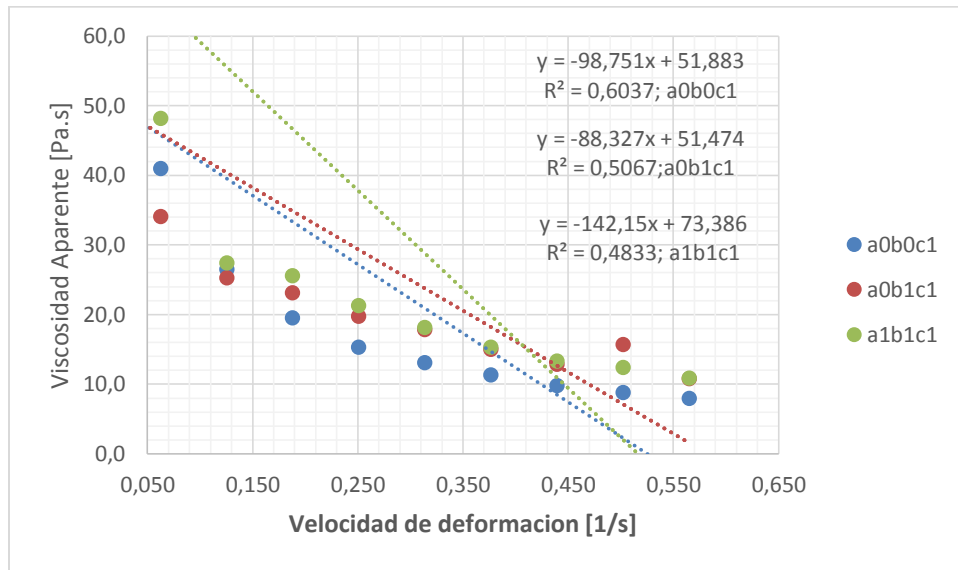


Gráfico D-1: Relación entre la viscosidad aparente y velocidad del yogur de arazá a 5°C

a_0 : *Lactobacillus GG*
 a_1 : Cultivo CHOOZIT

b_0 : 2 % de probiótico
 b_1 : 3 % de probiótico

c_0 : 0 % de inulina
 c_1 : 5 % de inulina
 c_2 : 10 % de inulina

Elaborado por: Cristian Riofrio, 2015.

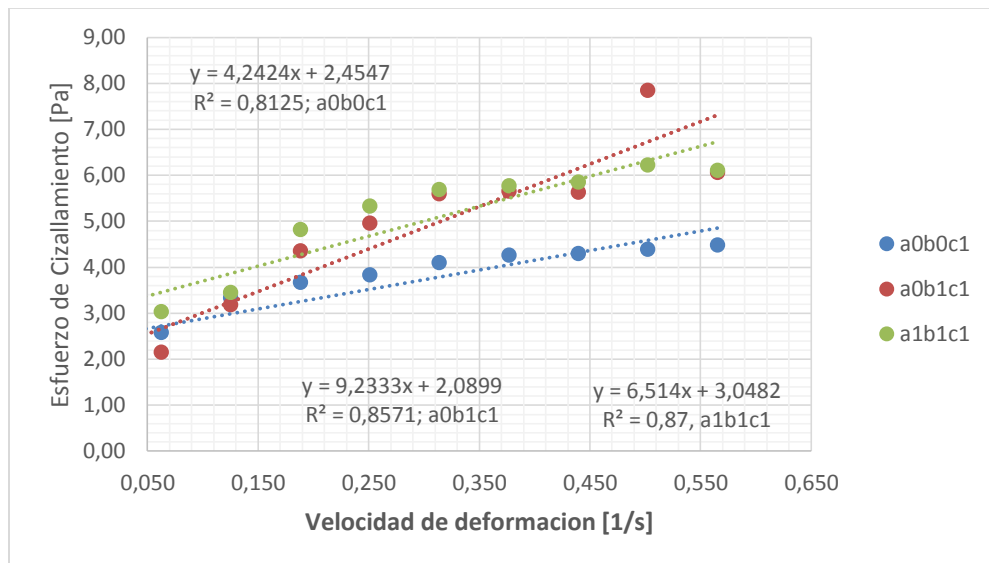


Gráfico D-2: Relación entre el esfuerzo de cizallamiento y velocidad de deformación del yogur de arazá a 5°C

a_0 : *Lactobacillus GG*
 a_1 : Cultivo CHOOZIT

b_0 : 2 % de probiótico
 b_1 : 3 % de probiótico

c_0 : 0 % de inulina
 c_1 : 5 % de inulina
 c_2 : 10 % de inulina

Elaborado por: Cristian Riofrio, 2015.

ANEXO E
ANÁLISIS DE
VIDA ÚTIL
(Mejores tratamientos)

Tabla E-1: Cambios en la acidez (% de ácido láctico) registrados en el tratamiento $a_0b_0c_1$

Días	Temperaturas (°C)		
	4	7	10
0	0,67	0,67	0,67
3	0,72	0,74	0,77
6	0,78	0,79	0,8
9	0,85	0,87	0,92
12	0,91	0,92	0,95
15	0,99	1,1	1,13
18	1,08	1,12	1,15
21	1,17	1,21	1,25
24	1,28	1,29	1,32
27	1,35	1,39	1,45

a_0 : *Lactobacillus GG*

a_1 : Cultivo CHOOZIT

b_0 : 2 % de probiótico

b_1 : 3 % de probiótico

c_0 : 0 % de inulina

c_1 : 5 % de inulina

c_2 : 10 % de inulina

Elaborado por: Cristian Riofrio, 2015.

Tabla E-2: Cambios en la acidez (% de ácido láctico) registrados en el tratamiento $a_0b_1c_1$

Días	Temperaturas (°C)		
	4	7	10
0	0,67	0,67	0,67
3	0,71	0,73	0,76
6	0,82	0,85	0,87
9	0,85	0,89	0,93
12	0,96	0,95	1
15	1,1	1,13	1,17
18	1,2	1,24	1,26
21	1,27	1,3	1,33
24	1,34	1,36	1,4
27	1,36	1,4	1,45

a_0 : *Lactobacillus GG*

a_1 : Cultivo CHOOZIT

b_0 : 2 % de probiótico

b_1 : 3 % de probiótico

c_0 : 0 % de inulina

c_1 : 5 % de inulina

c_2 : 10 % de inulina

Elaborado por: Cristian Riofrio, 2015.

Tabla E-3: Cambios en la acidez (% de ácido láctico) registrados en el tratamiento $a_1b_1c_1$

Días	Temperaturas (°C)		
	4	7	10
0	0,68	0,68	0,68
3	0,73	0,75	0,77
6	0,83	0,87	0,9
9	0,87	0,91	0,93
12	0,96	0,98	1,12
15	1,12	1,15	1,16
18	1,21	1,24	1,27
21	1,3	1,33	1,34
24	1,36	1,38	1,42
27	1,4	1,43	1,45

a_0 : *Lactobacillus GG*

a_1 : Cultivo CHOOZIT

b_0 : 2 % de probiótico

b_1 : 3 % de probiótico

c_0 : 0 % de inulina

c_1 : 5 % de inulina

c_2 : 10 % de inulina

Elaborado por: Cristian Riofrio, 2015.

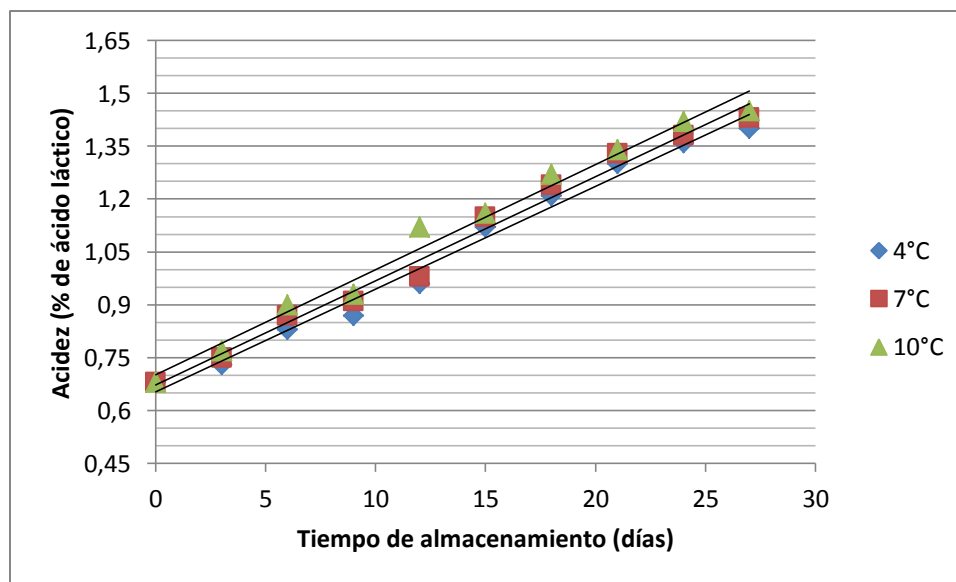


Gráfico E-1: Acidez registrada en el tratamiento $a_0b_0c_1$ almacenada a tres temperaturas.

Tabla E-4: Ecuaciones correspondientes al tratamiento $a_0b_0c_1$, valores de D' (días)

T (°C)	Ecuación	R ²	D' (días)
4	Acidez = 0,0258 t + 0,632	0,9895	33,6
7	Acidez = 0,027 t + 0,6456	0,9877	31,6
10	Acidez = 0,0283 t + 0,6595	0,9873	29,7

a_0 : *Lactobacillus GG*
 a_1 : Cultivo CHOOZIT

b_0 : 2 % de probiótico
 b_1 : 3 % de probiótico

c_0 : 0 % de inulina
 c_1 : 5 % de inulina
 c_2 : 10 % de inulina

Elaborado por: Cristian Riofrio, 2015.

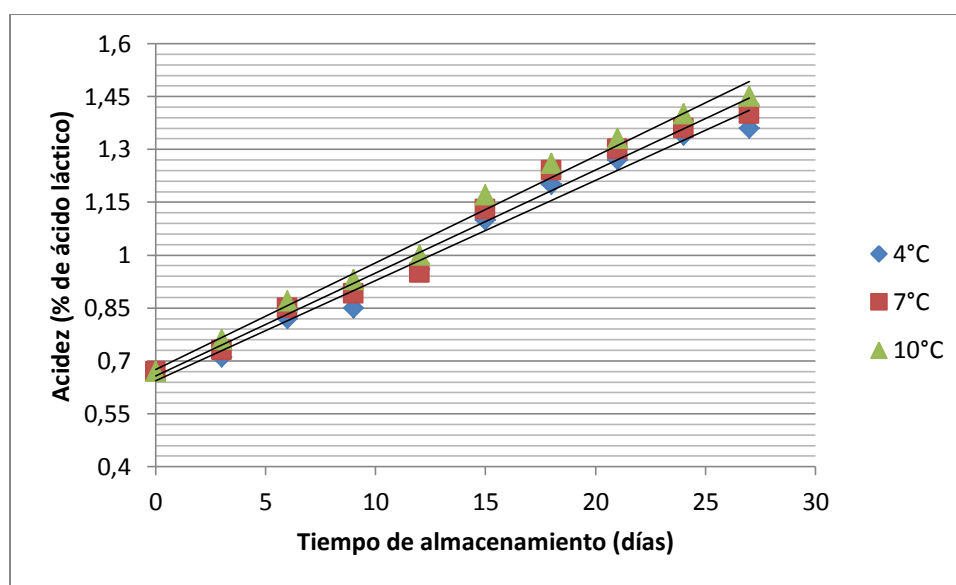


Gráfico E-2: Acidez registrada en el tratamiento $a_0b_1c_1$ almacenada a tres temperaturas.

Tabla E-5: Ecuaciones correspondientes al tratamiento $a_0b_1c_1$ y valores de D' (días)

T (°C)	Ecuación	R ²	D' (días)
4	Acidez = 0,0284 t + 0,6445	0,9824	30,1
7	Acidez = 0,0292 t + 0,6576	0,9809	28,8
10	Acidez = 0,0302 t + 0,676	0,9891	27,3

a_0 : *Lactobacillus GG*
 a_1 : Cultivo CHOOZIT

b_0 : 2 % de probiótico
 b_1 : 3 % de probiótico

c_0 : 0 % de inulina
 c_1 : 5 % de inulina
 c_2 : 10 % de inulina

Elaborado por: Cristian Riofrio, 2015.

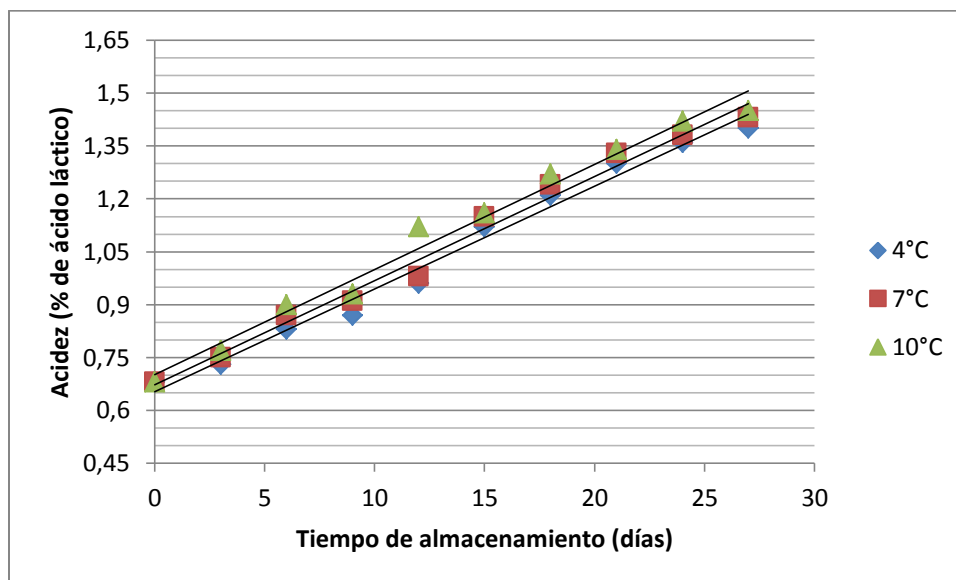


Gráfico E-3: Acidez registrada en el tratamiento $a_1b_1c_1$ almacenada a tres temperaturas.

Tabla E-6: Ecuaciones correspondientes al tratamiento $a_1b_1c_1$ y valores de D' (días)

T (°C)	Ecuación	R^2	D' (días)
4	Acidez = 0,0291 t + 0,6527	0,9851	29,1
7	Acidez = 0,0295 t + 0,6733	0,9862	28,0
10	Acidez = 0,0283 t + 0,6595	0,9873	27,7

a_0 : *Lactobacillus GG*
 a_1 : Cultivo CHOOZIT

b_0 : 2 % de probiótico
 b_1 : 3 % de probiótico

c_0 : 0 % de inulina
 c_1 : 5 % de inulina
 c_2 : 10 % de inulina

Elaborado por: Cristian Riofrio, 2015.

ANEXO F
FICHA TÉCNICA DE
ANÁLISIS
SENSORIAL

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE
CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS

EVALUACIÓN SENSORIAL DEL YOGUR DE ARAZÁ

Fecha.....

Sírvase evaluar cada una de las características de calidad y aceptabilidad. Marque con una x el punto que mejor indique su sentido acerca de la muestra.

Características	Alternativas	Muestras		
Olor	1. Desagrada mucho			
	2. Desagrada			
	3. Ni agrada ni desagrada			
	4. Agrada			
	5. Agrada mucho			
Color	1. Muy oscuro			
	2. Ligeramente oscuro			
	3. Normal			
	4. Ligeramente claro			
	5. Muy claro			
Sabor	1. Muy malo			
	2. Malo			
	3. Regular			
	4. Bueno			
	5. Muy bueno			
Consistencia	1. Nada Consistente			
	2. Poco Consistente			
	3. Normal			
	4. Consistente			
	5. Muy Consistente			
Aceptabilidad	1. Desagrada mucho			
	2. Desagrada poco			
	3. Neutro			
	4. Gusta			
	5. Gusta mucho			

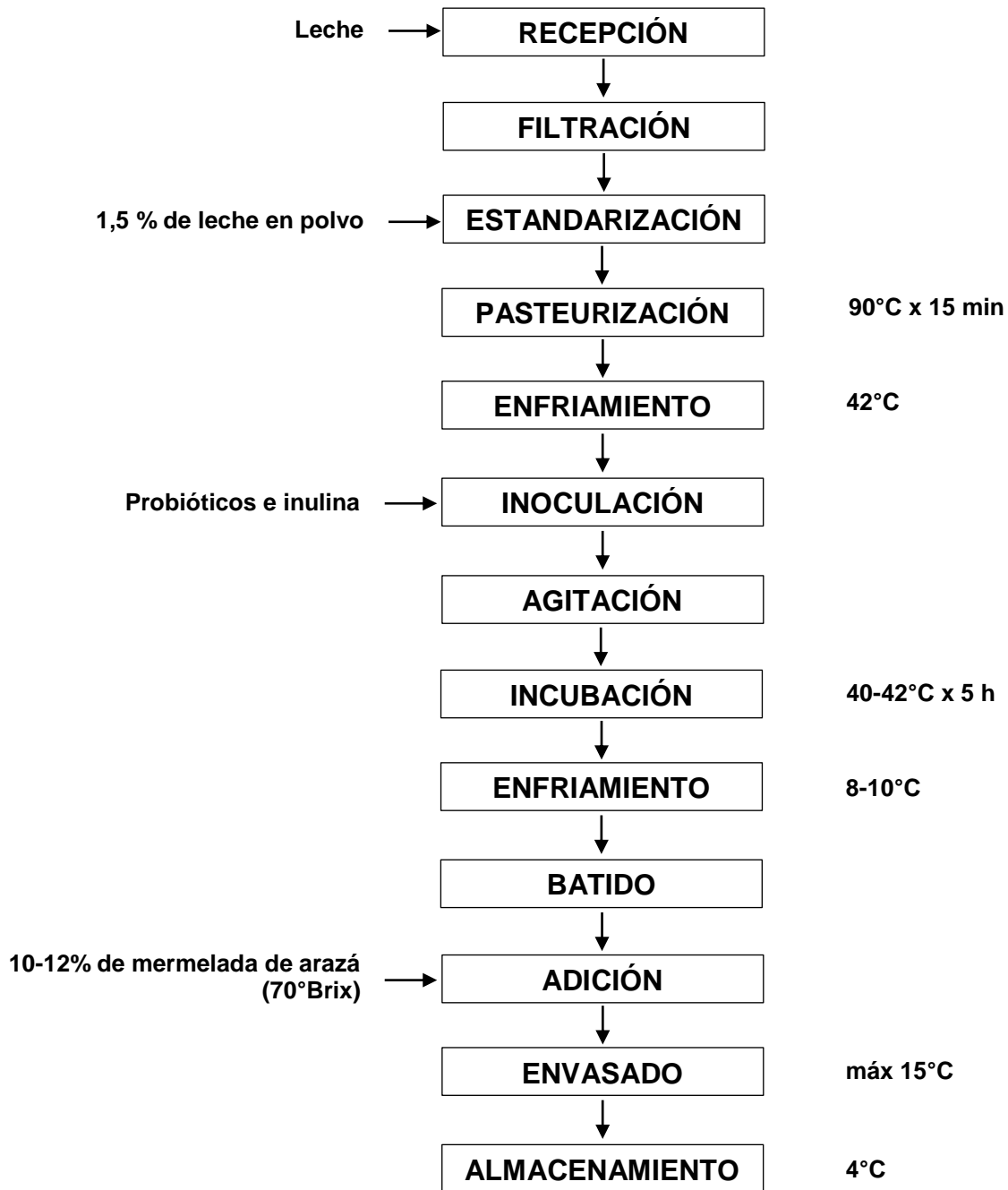
Fuente: Saltos, 2010

Elaborado por: Cristian Riofrio, 2015.

Gracias por su colaboración

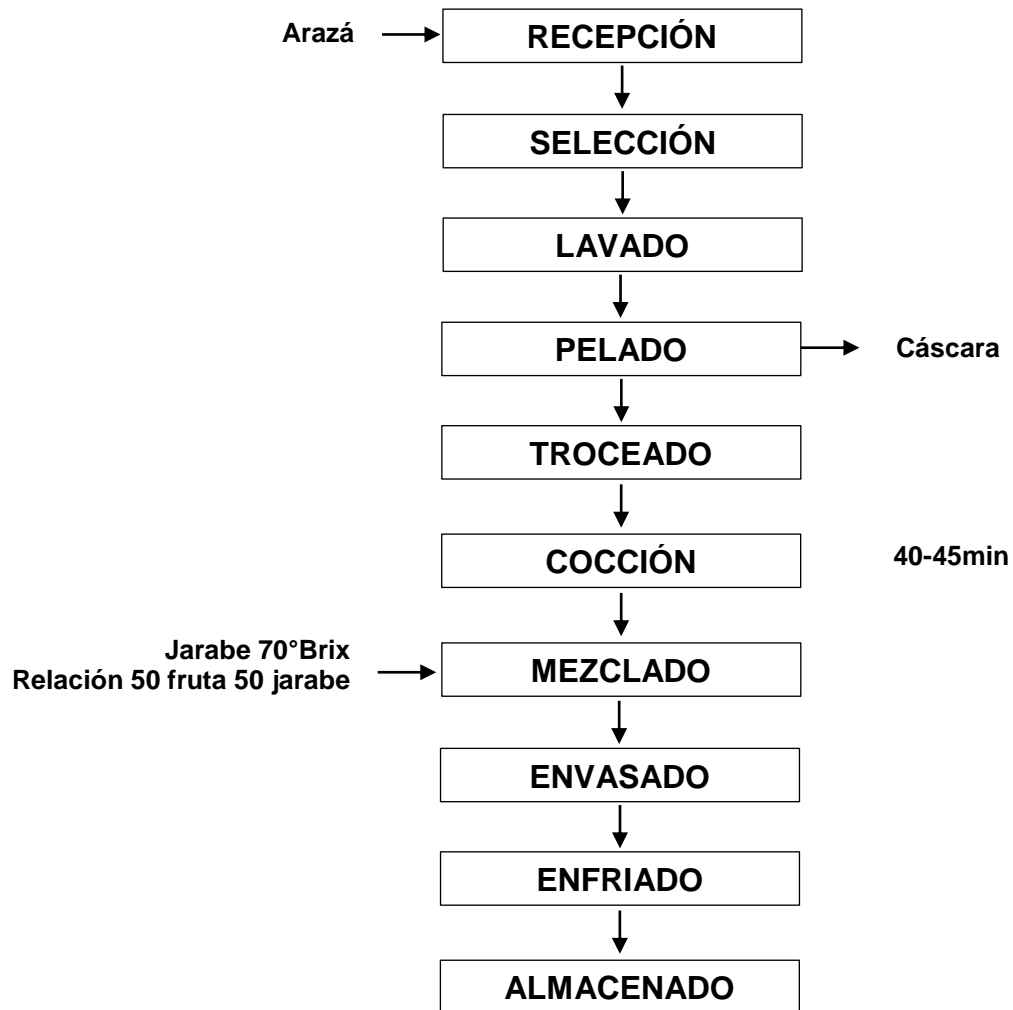
ANEXO G
METODOLOGÍAS
EMPLEADAS

Diagrama G-1: Elaboración de yogur de arazá



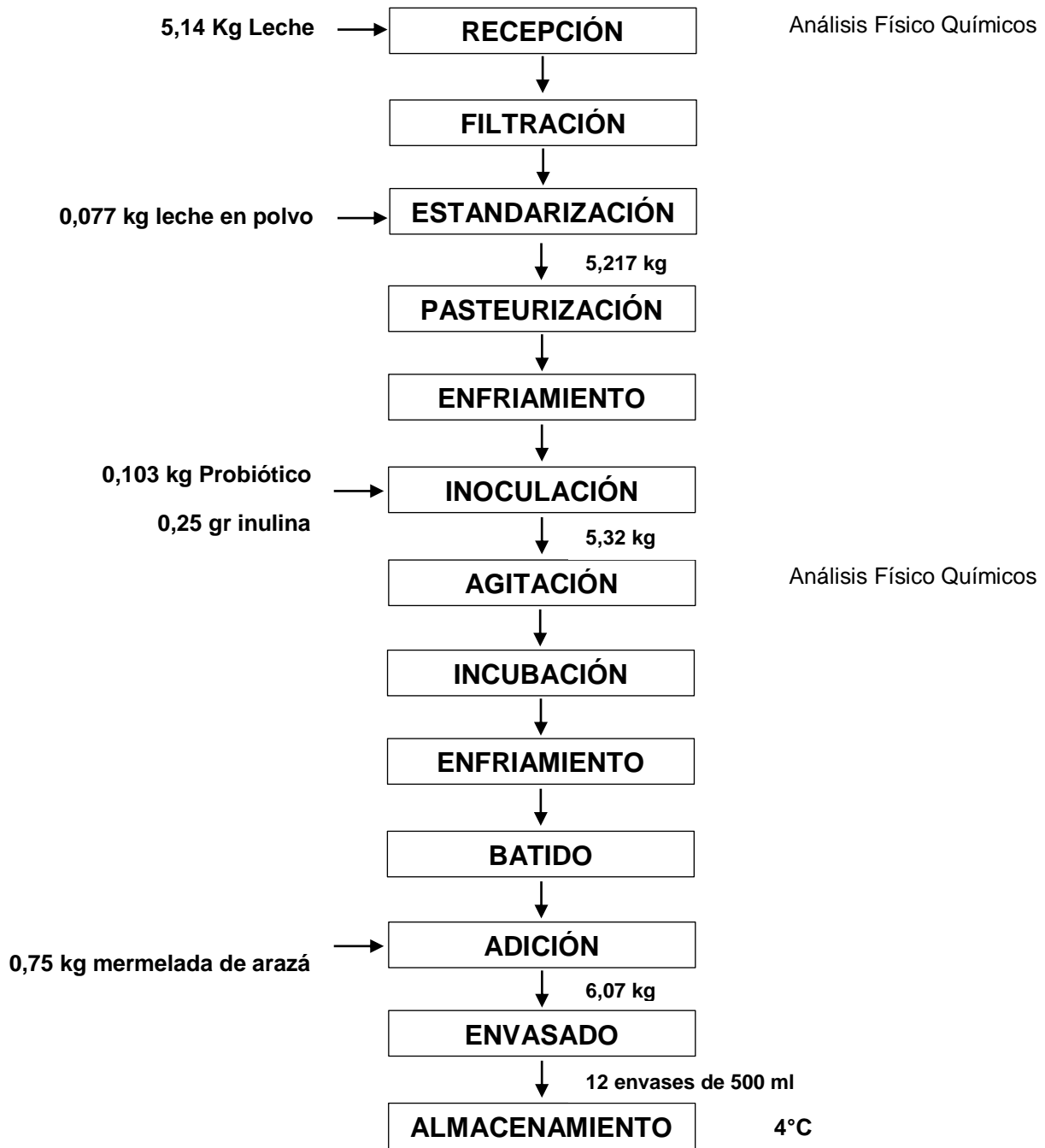
Elaborado por: Cristian Riofrio, 2015.

Diagrama G-2: Elaboración de mermelada de arazá



Elaborado por: Cristian Riofrio, 2015.

Diagrama G-3: Balance de materiales del mejor tratamiento (2 % de *Lactobacillus* GG + 5 % de inulina) para la elaboración de yogur de arazá



Elaborado por: Cristian Riofrio, 2015.

ANEXO H

ESPECIFICACIONES

TÉCNICAS

Cuadro H-1: Composición de leches fermentadas

	Leche fermentada	Yogur, yogur en base a cultivos alternativos y leche acidófila	Kefir	Kumys
Proteína láctea ^(a) (% w/w)	min. 2,7%	min. 2,7%	min. 2,7%	
Grasa láctea (% w/w)	menos del 10%	menos del 15%	menos del 10%	menos del 10%
Acidez valorable, expresada como % de ácido láctico (% w/w)	min. 0,3%	min. 0,6%	min. 0,6%	min. 0,7%
Etanol (% vol./w)				min. 0,5%
Suma de microorganismos que comprenden el cultivo definido en la sección 2.1 (ufc/g, en total)	min. 10 ⁷	min. 10 ⁷	min. 10 ⁷	min. 10 ⁷
Microorganismos etiquetados ^(b) (ufc/g, en total)	min. 10 ⁶	min. 10 ⁶		
Levaduras (ufc/g)			min. 10 ⁴	min. 10 ⁴

(a) El contenido en proteínas es 6,38 multiplicado por el nitrógeno Kjeldahl total determinado.

(b) Se aplica cuando en el etiquetado se realiza una declaración de contenido que se refiere a la presencia de un microorganismo específico (aparte de aquellos especificados en la sección 2.1 para el producto en cuestión) que ha sido agregado como complemento del cultivo específico.

Fuente: Norma CODEX STAN 243-2003

Cuadro H-2: 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 1529-7
Recuento de <i>E. coli</i> , UFC/g	5	<1	-	0	NTE INEN 1529-8
Recuento de mohos y levaduras, UFC/g	5	200	500	2	NTE INEN 1529-10

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.

Fuente: Norma NTE INEN 2395:2011

Certificate of Analysis

Date: 31 Mar 2014
Our ref. no.: 41574764 50
Your ref.: 2014-0052

Material:	50573	CHOOZIT MY800 LYO 5 DCU
Batch No.:	4472215035	Best before date: 11 Jul 2015 Production date: 10 Jan 2014

Test	Result	Unit
Activity test:		
Time for reference delta pH	2,42	Hour(s)
Microbiological quality control:		
Non-lactic acid bacteria:	< 500	/g
Enterobacteriaceae:	< 10	/g
Yeasts and Moulds:	< 10	/g
Enterococci per g:	< 100	
Clostridia Spores:	< 10	/g
Coagulase-positive staphylococci:	< 10	/g
Salmonella spp per 25g:	Absent	
Listeria monocytogenes per 25g	Absent	

Comments

Please, kindly pay attention to the part entitled "time", it is now written in decimals and no longer expressed in hours and minutes (e.g. 3,5 hours means 3 hours and 30 minutes).
All product information that is not lot-related can be taken from our standard product specification.

This certificate is generated automatically



Katell Remondeau

Quality Control Department

Danisco France SAS
Societe du Groupe DuPont
ZA des Ingenieras
F-38360 SASSENAGE

ANEXO I

ANÁLISIS

MICROBIOLÓGICO

INFORME DE RESULTADOS

INF.DIV-MI.19887

SA 21100d

Cliente:	RIOFRIO PACHECO CRISTIAN	Lote:	-----
Dirección:	TUNGURAHUA AMBATO	Fecha Elaboración:	-----
Muestreado por:	El Cliente	Fecha Vencimiento:	-----
Muestra de:	ALIMENTO	Fecha Recepción:	11/03/2015
Descripción:	YOGUR T-A	Hora Recepción:	10:00
		Fecha Análisis:	12/03/2015
		Fecha Entrega:	19/03/2015
		Código:	----


Características Muestra	
Color:	Característico
Olor:	Característico
Estado:	LIQUIDO
Contenido Declarado:	100g
Contenido Encontrado:	----
Observaciones:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio

RESULTADO MICROBIOLÓGICO

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO INTERNO	METODO DE REFERENCIA
RECuento DE AEROBIOS TOTALES	UFC/g	1,5 X 10 ⁶	MMI-01	AOAC 990.12
RECuento DE COLIFORMES TOTALES	UFC/g	<10	MMI-02	AOAC 2003.07
RECuento DE E. Coli	UFC/g	<1	MMI-05	AOAC 991.14
MOHOS Y LEVADURAS	UFC/g	<200	MMI-13	AOAC 2013.09

Nota 1: UFC/g= unidades formadoras de colonia por gramo.




Dra. Pamela Jácome
GERENTE TÉCNICO

ANEXO J

TAMAÑO DE LA

MUESTRA

Cálculo del tamaño de la muestra

Para realizar la caracterización del arazá se trabajó con una población de 5 frutas, para lo cual el cálculo de la muestra que se empleó es el muestreo aleatorio simple; con un nivel de confianza del 95% y un error máximo del 3%.

Se emplearon las siguientes ecuaciones:

$$n_0 = \frac{z^2 * p * q}{e^2}$$

$$n = \frac{n_0}{1 + \frac{(n_0 - 1)}{N}}$$

N = Tamaño de la población (5)

Z = Nivel de confianza (Tabla = 1,96)

e = Error (0,03)

p = Probabilidad de éxito que ocurra un suceso (si se desconoce = 0,5)

q = Probabilidad de que no ocurra un suceso (1-p = 0,5)

n = Tamaño de la muestra

$$n_0 = \frac{1,96^2 * 0,5 * 0,5}{0,03^2} = 1067$$

$$n = \frac{1067}{1 + \frac{(1067 - 1)}{5}} = 5$$

ANEXO K

ANÁLISIS DE

COSTOS

Costos de producción mejor tratamiento
(2 % de *Lactobacillus* GG y 5 % de inulina)

Tabla K-1: Materiales directos e indirectos

Materiales	Unidad	Cantidad	Valor Unitario (\$)	Valor Total (\$)
Leche	lt	5	0,60	3,00
Leche en polvo	Kg	0,077	7,15	0,55
Probiótico	Kg	0,103	2,73	0,28
Inulina	g	0,01	0,25	0,0025
Arazá	Kg	0,75	5,12	3,84
Azúcar	Kg	1	1,20	0,60
Envases, 500 ml	u	13	0,25	3,00
Total				11,27

Elaborado por: Cristian Riofrio, 2015.

Tabla K-2: Equipos y utensilios

Equipos	Costo (\$)	Horas utilizadas	Vida útil (años)	Costo anual (\$)	Costo día (\$)	Costo hora (\$)	Total (\$)
Marmita	1000	1	10	100	0,41	0,05	0,05
Caldero	10000	1	10	1000	4,17	0,52	0,52
Refrigerador	600	48	10	60	0,25	0,03	1,44
Balanza electrónica	500	1	10	50	0,21	0,03	0,03
Balanza mecánica	100	0,5	10	10	0,04	0,01	0,01
Brixómetro	200	2	5	40	0,17	0,02	0,04
pH-metro	620	2	5	60	0,25	0,03	0,06
Recipientes para fermentación	40	5	5	8	0,03	0,00	0,02
Materiales de vidrio	280	10	5	56	0,23	0,03	0,30
Utensilios varios	50	5	5	10	0,04	0,01	0,05
Total							2,52

Elaborado por: Cristian Riofrio, 2015.

* Ministerio de Finanzas. Normas Técnicas de Contabilidad Gubernamental. Depreciación de Bienes (Vida útil).

Tabla K-3: Suministros

Servicio	Unidad	Consumo	Valor Unitario (\$)	Valor Total (\$)
Agua	m ³	3	0,32	0,96
Luz	KWh	2	0,095	0,19
Gas	Kg	2	0,11	0,22
Teléfono	-	-	6,20	6,20
Transporte	horas	1	1,50	1,50
Total				9,07

Elaborado por: Cristian Riofrio, 2015.

Tabla K-4: Personal

Persona	Sueldo (\$)	Costo día (\$)	Costo hora (\$)	Horas utilizadas	Total (\$)
1	354	17,7	2,21	5	11,05

*Salario Básico Unificado 2015

Elaborado por: Cristian Riofrio, 2015.

Tabla K-5: Costos de producción

Costo Total (\$)(12 envases)	31,71
Costo Unitario (\$)	2,64
Precio de venta (500ml) (\$)	3,17
Utilidad por botella (\$)	0,63
Utilidad Total (\$)	7,56

Elaborado por: Cristian Riofrio, 2015.

ANEXO L

Manual de Capacitación

Manual de capacitación para la elaboración de yogur de arazá (*Eugenia stipitata*) con inulina.

Índice

- Introducción
- Yogur probiótico
- Vida útil
- Proceso tecnológico para la elaboración de yogur
- Diagrama de flujo para la elaboración el yogur
- Diagrama de flujo para la elaboración de la mermelada
- Resultados
- Conclusiones

Introducción

El yogurt es un producto lácteo fermentado de amplio consumo en todo el mundo, donde se incluye yogures bajos en grasa, probióticos, batidos, firmes, helados y mousse de yogurt (Staffolo, et al. 2004); además es un gel de apariencia viscosa, resultante de la acidificación microbiana de la leche. Intervienen en su fermentación ácido láctica las bacterias *Lactobacillus delbrueckii subsp bulgaricus* y *Streptococcus salivarius subsp thermophilus*, las cuales deben encontrarse en relación 1:1 para una acción simbiótica efectiva (Salvatierra, et al. 2004).

En la actualidad, la presencia de ciertas cantidades de inulina o sus derivados en la formulación de un producto alimenticio es condición suficiente para que dicho producto pueda ser considerado como “alimento funcional” (Roberfroid, 2005), que por definición sería aquel que contiene un componente o nutriente con actividad selectiva beneficiosa, lo que le confiere un efecto fisiológico adicional a su valor nutricional (Silveira, 2003). El efecto positivo a la salud se refiere a una mejoría de las funciones del organismo o a la disminución del riesgo de una enfermedad (Aswell, 2004).

La oferta de prebióticos ha crecido en estos años con incontables testimonios e historias sobre sus beneficios. En Ecuador el consumo e investigación sobre los prebióticos ha aumentado considerablemente. Los prebióticos de más peso y más estudiados son la inulina y la oligofructosa, ingredientes alimenticios naturales extraídos de la raíz de la achicoria. La inulina se encuentra en la naturaleza en miles de plantas y verduras como la alcachofa, el puerro y la cebolla.

Ecuador es un país fértil en cuanto a diversidad de frutas se trata, pero algunas no han sido netamente industrializadas debido a su poco conocimiento, entre ellas tenemos el Arazá originaria de la Amazonía Ecuatoriana, es por tanto que El Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) está fomentando el cultivo de arazá en los sistemas agroforestales (Diario la Hora, 2012). El arazá se

cultiva principalmente entre las provincias de: Pichincha, Santo Domingo (cantón la Concordia), Los Ríos, Sucumbíos y Orellana (Martillo, et al. 2014).

Yogur probiótico

El yogurt probiótico puede ser un atractivo para los consumidores, porque la incorporación de ciertas bacterias probióticas incrementan el valor terapéutico del mismo y ayuda a los consumidores a ingerir alimentos nutricionales que tengan beneficios adicionales a la salud (Hekmat y Reid, 2006).

La formulación del yogurt con prebióticos mejora la viabilidad del *Lactobacillus acidophilus* y del *L. casei*, en el yogurt durante su almacenamiento refrigerado, especialmente en presencia de la inulina. Se ha demostrado que este polisacárido es mejor estimulante del crecimiento del probiótico que el almidón de maíz; pues bajas concentraciones de la misma son suficientes para estimular el crecimiento y conservar la viabilidad de los organismos probióticos en el yogurt, además de causar un incremento de la viscosidad a diferencia del almidón de maíz (Donkor, et al. 2007).

Vida útil

La disminución del pH y aumento de la acidez están directamente relacionadas con la vida útil del yogurt, puesto que la actividad de las bacterias ácido lácticas que están presentes en el yogurt es muy baja a temperaturas de refrigeración, pero aún siguen vivas y continúan transformando la lactosa en ácido láctico, lo que provoca una disminución del pH y un aumento de la acidez (se estima que tras unas 4-7 semanas, el aumento de la acidez es del orden del 0,2%) (Gčosta, 2003).

La conversión de lactosa en ácido láctico tiene un efecto conservador sobre la leche. El bajo pH de la leche acidificada inhibe el crecimiento de las bacterias de la putrefacción y de otros organismos perjudiciales. De esta forma se prolonga la vida útil del producto. Por otra parte, la leche acidificada en un medio muy favorable para las levaduras y mohos que causan olores y sabores

desagradables si se les permite infectar los productos lácteos (López y Gutiérrez, 2010).

Proceso tecnológico para la elaboración de yogur

Recepción: La materia destinada a la elaboración de yogur, se somete a un control de calidad, realizándose análisis de densidad, acidez, pH y microbiológicos

Filtrado: La materia prima es filtrada con el objeto de retirar las impurezas macroscópicas que pueda contener con la ayuda de un lienzo.

Estandarización: Para estandarización de los SNG, se añade el 1,5% de leche en polvo.

Pasteurización: Se pasteuriza la leche en un rango de 90 °C por 15 min. Con la finalidad de destruir los microorganismos patógenos presentes en la leche. Este tratamiento térmico también influye en el producto final posea una acidez, sabor y tiempo de coagulación apropiados.

Enfriamiento: Se realiza un baño termostático de agua fría hasta conseguir las temperaturas de trabajo de 42°C.

Inoculación: Se añade 2% de probiótico y 5% de inulina.

Agitación: Se lo realiza por 10 minutos con el propósito de que el cultivo actúe en toda la materia prima.

Incubación: La mezcla se deja reposar a una temperatura de 40 a 42 °C durante 4 a 5 h, hasta que el yogur alcance los 0.6 % de Ácido Láctico aproximadamente y se presente la formación del coágulo.

Enfriamiento: Transcurrido el tiempo de fermentación se enfría de 8 a 10°C

Batido: Consiste en la ruptura del yogur por agitación para conseguir una masa homogénea o consistencia cremosa.

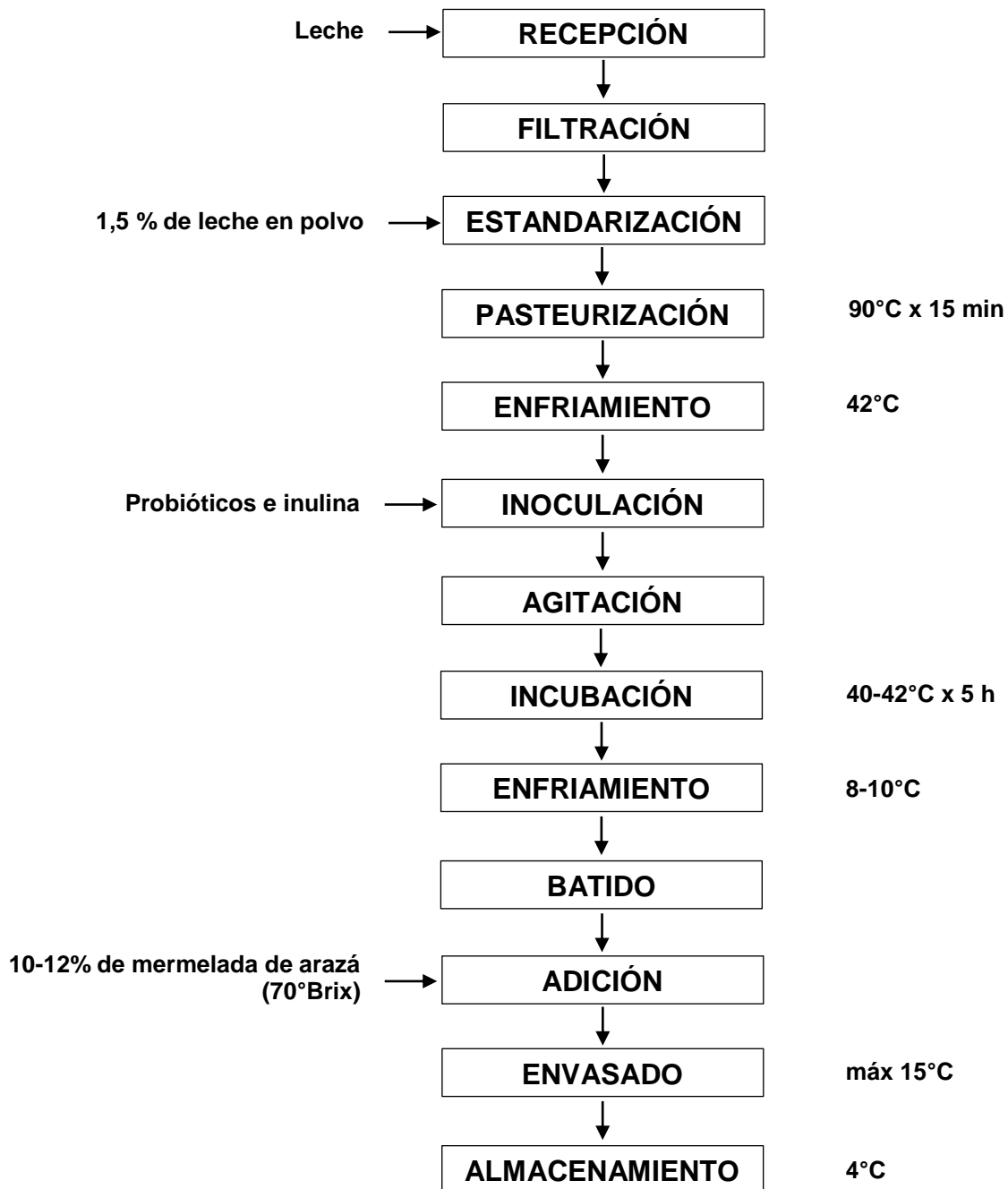
Adición de mermelada: Se le añade del 10-12% de Mermelada a 70 °Brix.

Posteriormente se realiza una agitación suave para que los Fruta se incorpore en toda la mezcla.

Envasado: El envasado se realiza a una temperatura máxima de 15 °C.

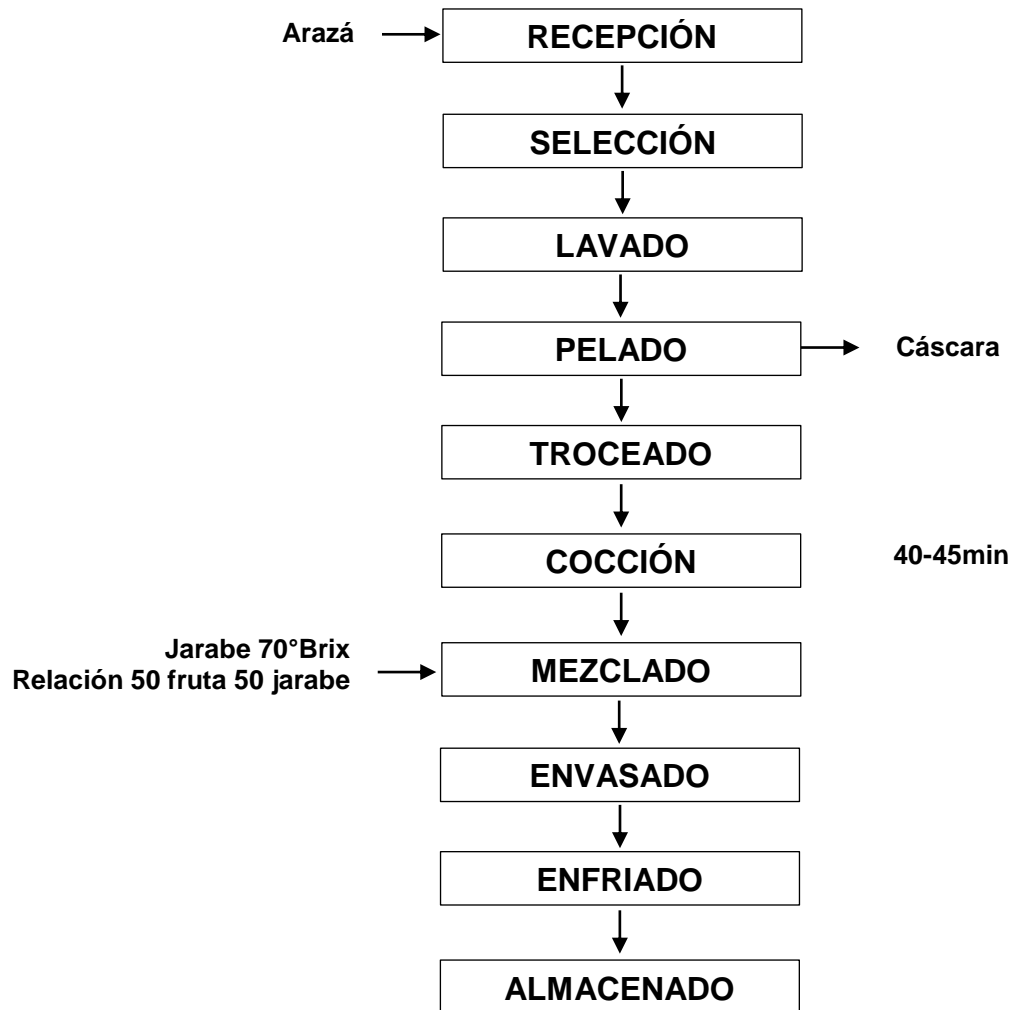
Almacenamiento: El yogur se almacena a 4 °C que es la temperatura de refrigeración por para que se desarrollen aroma y sabor característicos.

Diagrama de flujo para la elaboración el yogur



Elaborado por: Cristian Riofrio, 2015.

Diagrama de flujo para la elaboración de la mermelada



Elaborado por: Cristian Riofrio, 2015.

Resultados

La determinación o el cálculo del tiempo de vida útil de alimentos, es decir el tiempo que el producto mantiene una buena condición para su comercialización y consumo, es un campo de gran importancia para la Ingeniería de Alimentos. Los datos son muy útiles para productores, comercializadores e industrias procesadoras (Alvarado, et al. 2007). Además en los últimos años las

regulaciones legales como la norma general del CODEX para el etiquetado de los alimentos (CODEX STAN 1-1985) y norma Técnica Ecuatoriana: Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. Parte 1. Requisitos (NTE INEN 1334-1), exigen se incluya en las etiquetas datos informativos para el consumidor, entre los cuales está la fecha de caducidad del producto; lo que han impulsado numerosas trabajos relacionados con el tema.

En base análisis de vida útil el mejor tratamiento es el que contiene 2 % de *Lactobacillus GG* y 5 % de inulina por su tiempo de almacenamiento con 33 días a 4°C.

Conclusiones

- La velocidad de fermentación de yogur de arazá se ve influenciada notablemente por los parámetros de acidez, pH y sólidos solubles (°Brix), así la acidez posee una relación directamente proporcional con el tiempo, a diferencia del pH que mantiene una relación inversamente proporcional.
- El análisis sensorial permite evaluar factores organolépticos en los yogures, por lo cual el yogur con 2 % de *Lactobacillus GG* y 5 % de inulina tiene un olor agradable, color normal, sabor muy bueno, muy consistencia y una aceptabilidad de gusta mucho.
- El yogur con 2 % de *Lactobacillus GG* y 5 % de inulina tiene un tiempo estimado de vida útil de 33 días a 4°C.

ANEXO M

FOTOGRAFÍAS

Materia prima

Leche



Arazá (*Eugenia stipitata*)



Análisis físico-químicos de la leche

Densidad



Acidez



pH



Análisis durante el período de fermentación

Acidez



°Brix



pH



Preparación mermelada de arazá (*Eugenia stipitata*)



Análisis físico-químicos durante el período de estudio

Acidez



°Brix



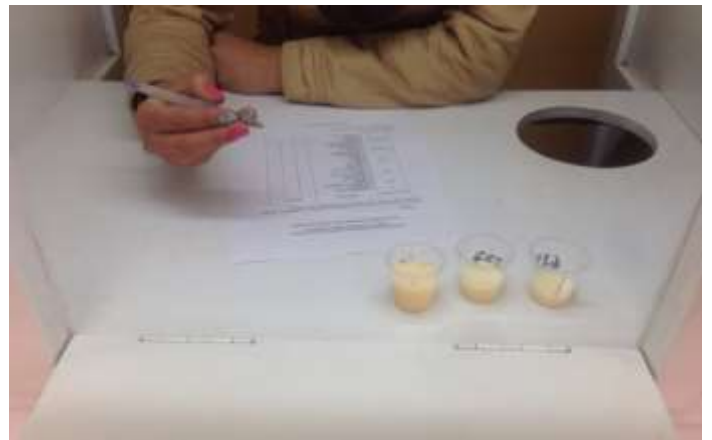
pH



Análisis de viscosidad



Cataciones



Yogur de arazá (*Eugenia stipitata*)

