

**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

TEMA

**Desarrollo de un yogurt tipo griego con mermelada de arazá
(*Eugenia stipitata* McVaugh)**

AUTORA

Bolaños Mendoza, Gabriela Isabel

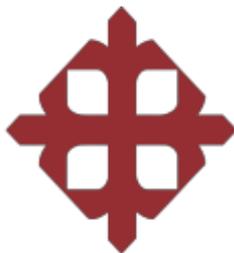
**Trabajo de titulación previo a la obtención del grado de
INGENIERA AGROINDUSTRIAL**

TUTORA

Dra. Moreno Veloz, Ema Nofret, M. Sc

Guayaquil, Ecuador

6 de marzo de 2018



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación, fue realizado en su totalidad por **Bolaños Mendoza Gabriela Isabel**, como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniera Agroindustrial**.

TUTORA

f. _____

Dra. Moreno Veloz, Ema Nofret, M. Sc.

DIRECTOR DE LA CARRERA

f. _____

Ing. Franco Rodríguez, John Eloy, Ph. D.

Guayaquil, a los 6 del mes de marzo del año 2018



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Bolaños Mendoza, Gabriela Isabel**

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación, Desarrollo de un yogurt tipo griego con mermelada de arazá (*Eugenia stipitata* McVaugh), previo a la obtención del título de Ingeniera Agroindustrial, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 6 del mes de marzo del año 2018

La AUTORA

f. _____

Bolaños Mendoza, Gabriela Isabel



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

AUTORIZACIÓN

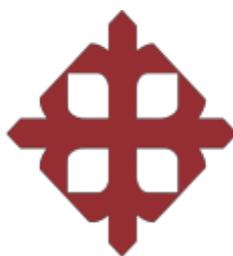
Yo, Bolaños Mendoza, Gabriela Isabel

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la publicación en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, **Desarrollo de un yogurt tipo griego con mermelada de arazá (*Eugenia stipitata* McVaugh)**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 6 del mes de marzo del año 2018

LA AUTORA:

f. _____
Bolaños Mendoza, Gabriela Isabel



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

CERTIFICACIÓN URKUND

La Dirección de las Carreras Agropecuarias revisó el Trabajo de Titulación “**Desarrollo de un yogurt tipo griego con mermelada de arazá (*Eugenia stipitata McVaugh*)**”, presentado por la estudiante **Bolaños Mendoza, Gabriela Isabel**, de la carrera de Ingeniería Agroindustrial, donde obtuvo del programa URKUND, el valor de 0 % de coincidencias, considerando ser aprobada por esta dirección.

URKUND	
Documento	TT UTE B 2017 Bolaños Mendoza Gabriela.pdf (D35236168)
Presentado	2018-02-01 20:49 (+01:00)
Presentado por	ute.fetd@gmail.com
Recibido	alfonso.kuffo.ucsg@analysis.arkund.com
Mensaje	TT UTE B 2017 Bolaños Mendoza Mostrar el mensaje completo
	0% de estas 32 páginas, se componen de texto presente en 0 fuentes.

Fuente: URKUND-Usuario Kuffó García, 2018

Certifican,

Ing. John Franco Rodríguez, Ph. D
Director Carreras Agropecuarias
UCSG-FETD

Ing. Alfonso Kuffó García, M. Sc.
Revisor - URKUND

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios, por la vida, por Él he llegado aquí.

A mis padres Oswaldo y Germania, por su esfuerzo, su apoyo, su amor, su sacrificio, sus consejos, por ser el pilar de mi vida y ser mí ejemplo a seguir. Son lo mejor que me ha pasado durante todos estos años, les debo tanto, estoy eternamente agradecida con ustedes, los amo papitos.

A las mujeres de mi vida, mis hermanas Ivonne, Ericka y Joselyn, por su cariño, por su confianza, por las peleas, por sus abrazos sinceros, por darme ánimos para seguir, por retarme, sobre todo gracias por estar conmigo siempre que las necesito.

A mi mejor amiga, Rebeca, por haberse convertido en mi hermana, por su sincera amistad, por los gritos, por las risas, por soportarme, por sus buenos y malos consejos, por las aventuras vividas y las que están por venir.

A mis amigas Solange, Karla, Nia, Danielle, Raquel, Génesis y Sandra, porque han estado conmigo desde el inicio, brindando su ayuda y amistad incondicional.

A mis amigos de siempre y los mejores que he tenido Jonathan y Roberto, por preocuparse siempre, por cuidarme y apoyarme.

A José, Cinthya, Wilson, César, Héctor y Enrique, porque estuvieron día a día dando motivos para sonreír y seguir en este camino.

A mis compañeros de aula, por hacer divertida esta etapa y por las buenas experiencias juntos dentro y fuera de clases.

A los profesores de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, porque contribuyeron en mi formación como profesional, adquiriendo conocimientos y experiencia.

A todos los que confiaron en mí.

DEDICATORIA

A las personas más importantes de mi vida, quienes han sido mi apoyo incondicional, han sido un ejemplo de honradez y trabajo duro, han estado conmigo dándome ánimos, retándome, pero siempre amándome, mis papitos, esto es para ustedes y por ustedes.

Al cielo, a mi familia, a mis amigos y a quienes aportaron para que no desmaye y siga en este camino, los quiero mucho, gracias por confiar, darme fuerzas, ánimos y palabras de aliento cuando lo necesitaba.

Gabriela Bolaños Mendoza



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. _____

Dra. Moreno Veloz, Ema Nofret, M. Sc.

TUTORA

f. _____

Ing. Franco Rodríguez, John Eloy, Ph. D.

DIRECTOR DE CARRERA

f. _____

Ing. Caicedo Coello, Noelia, M. Sc.

COORDINADORA DEL ÁREA



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

CALIFICACIÓN

f. _____
Dra. Moreno Veloz, Ema Nofret, M. Sc.
TUTORA

ÍNDICE GENERAL

1 INTRODUCCIÓN	18
1.1Objetivos	19
1.1.1 Objetivo general.	19
1.1.2 Objetivos específicos.....	19
1.2 Hipótesis	19
2 MARCO TEÓRICO	20
2.1 Arazá (<i>Eugenia stipitata McVaugh</i>).....	20
2.1.1 Taxonomía.	22
2.1.2 Variedades.	22
2.1.3 Valor Nutricional.	23
2.1.4 Propiedades.	24
2.1.5 Producción.	24
2.1.6 Aprovechamiento del arazá.	25
2.1.7 Características físicas y químicas.....	25
2.1.8 Características organolépticas.	26
2.2 Mermelada	26
2.2.1 Definición.	26
2.2.2 Características de calidad.	27
2.2.3 Requisitos.	28
2.3 Yogurt.....	28
2.3.1 Definición.	28
2.3.2 Yogurt griego.....	29
2.3.3 Valor nutricional.....	30
2.3.4 Requisitos específicos.....	31
2.4 Análisis Sensorial	32
2.4.1 Pruebas de análisis sensorial.	32
3 MARCO METODOLÓGICO	34
3.1 Localización del ensayo.....	34
3.2 Condiciones climáticas de la zona	34
3.3 Equipos, materiales y reactivos	34
3.4 Procesos de elaboración	36
3.4.1 Obtención de mermelada de arazá.....	36

3.4.2 Obtención de yogurt griego con mermelada de arazá.	38
3.5 Restricciones	40
3.5.1 Restricciones para la mermelada de arazá.....	40
3.5.2 Restricciones para el yogurt griego con mermelada de arazá. .	40
3.6 Combinaciones de tratamientos	40
3.6.1 Combinaciones de la mermelada de arazá.....	40
3.6.2 Combinaciones del yogurt griego con mermelada de arazá.	41
3.7 Diseño experimental	42
3.8 Análisis de Varianza	43
3.9 Variables evaluadas	44
3.9.1 Variables Cuantitativas.....	44
3.9.2 Variables Cualitativas.....	46
3.10 Manejo del ensayo.....	47
4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	48
4.1 Análisis físicos y químicos a la pulpa de arazá	48
4.1.1 Sólidos solubles.	48
4.1.2 Potencial hidrógeno (pH).....	48
4.1.3 Cenizas.	49
4.1.4 Acidez titulable.	49
4.2 Análisis físicos a la mermelada de arazá	49
4.2.1 Potencial hidrógeno (pH).....	49
4.2.2 Sólidos Solubles.....	51
4.3 Análisis físicos, químicos y microbiológicos al mejor tratamiento de yogurt tipo griego con mermelada de arazá	52
4.3.1 Proteína.....	52
4.3.2 Grasa.	52
4.3.3 Potencial hidrógeno (pH).....	53
4.3.4 Recuento de Escherichia coli.	53
4.3.5 Recuento de Mohos y levaduras.	53
4.4 Análisis sensorial.....	53
4.4.1 Análisis sensorial a la mermelada de arazá.....	54
4.4.2 Análisis sensorial al yogurt griego con mermelada de arazá. ...	70
4.5 Análisis de costo.....	84
5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	86

5.1 Conclusiones	86
5.2 Recomendaciones	87

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características botánicas y sensoriales de la pulpa de arazá cultivado y silvestre	23
Tabla 2. Composición nutricional de arazá.....	23
Tabla 3. Sólidos solubles mínimos en la pulpa de arazá.....	25
Tabla 4. Composición de la pulpa de arazá	26
Tabla 5. Características organolépticas del arazá.....	26
Tabla 6. Requisitos de la mermelada de frutas	28
Tabla 7. Requisitos químicos de las leches fermentadas.....	31
Tabla 8. Requisitos microbiológicos de las leches fermentadas	31
Tabla 9. Clasificación de pruebas sensoriales	33
Tabla 10. Tratamientos para la mermelada de arazá.....	41
Tabla 11. Tratamientos para el yogurt tipo griego con mermelada de arazá	42
Tabla 12. Análisis de la varianza de la mermelada de arazá	43
Tabla 13. Análisis de la varianza con grados de libertad del yogurt tipo griego con mermelada de arazá.....	43
Tabla 14. Contenido de sólidos solubles para mermeladas	44
Tabla 15. pH permitido para mermeladas	44
Tabla 16. pH mínimo del yogurt.....	45
Tabla 17. Porcentaje de proteína	45
Tabla 18. Porcentaje de contenido de grasa	45
Tabla 19. Requisitos para análisis microbiológico.....	46
Tabla 20. Análisis de sólidos solubles al arazá	48
Tabla 21. Análisis de pH al arazá	48
Tabla 22. Análisis de Varianza, pH.....	49
Tabla 23. ANDEVA, pH	50
Tabla 24. Test de Duncan, pH.....	50
Tabla 25. Análisis de varianza, sólidos solubles	51
Tabla 26. ANDEVA, sólidos solubles.....	51
Tabla 27. Test de Duncan, sólidos solubles	52
Tabla 28. Promedios de atributos generados en el QDA para la mermelada ...	55
Tabla 29. Fórmula designada por Design Expert 11 de la mermelada	55
Tabla 30. Tratamientos elegidos por QDA y Design Expert 11 para la mermelada	56

Tabla 31. ANOVA de Uniformidad de color para mermelada de arazá.....	57
Tabla 32. Estadística de ajuste de color en la mermelada.....	58
Tabla 33. ANOVA de Aroma para mermelada de arazá	60
Tabla 34. Estadística de ajuste de aroma en la mermelada.....	60
Tabla 35. ANOVA de Textura para mermelada de arazá.....	62
Tabla 36. Estadística de ajuste de textura en la mermelada.....	63
Tabla 37. ANOVA de Sabor arazá para mermelada	65
Tabla 38. Estadística de ajuste de sabor arazá en la mermelada.....	65
Tabla 39. ANOVA de Sabor dulce para mermelada.....	68
Tabla 40. Estadística de ajuste de sabor dulce en la mermelada	68
Tabla 41. Promedios de atributos generados en el QDA para el yogurt griego	71
Tabla 42. Fórmula designada por Design Expert 11 del yogurt griego	71
Tabla 43. Tratamientos elegidos por QDA y Design Expert 11 para el yogurt griego.....	72
Tabla 44. ANOVA de Uniformidad de color para el yogurt griego	73
Tabla 45. Estadística de ajuste de color en el yogurt griego	74
Tabla 46. ANOVA de Textura para el yogurt griego	75
Tabla 47. Estadística de ajuste de textura del yogurt griego.....	76
Tabla 48. ANOVA de Sabor arazá del yogurt griego.....	77
Tabla 49. Estadística de ajuste de sabor arazá del yogurt griego.....	78
Tabla 50. ANOVA de Aroma para el yogurt griego.....	80
Tabla 51. Estadística de ajuste de aroma para el yogurt griego	80
Tabla 52. ANOVA de Sabor dulce para el yogurt griego	82
Tabla 53. Estadística de ajuste de sabor dulce en la mermelada	82
Tabla 54. Análisis de costo de 200 g de mermelada de arazá.....	84
Tabla 55. Análisis de costo para presentación de 200 g de yogurt griego con mermelada de arazá	85

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Fruto del arazá	21
Gráfico 2. Diagrama de flujo de la elaboración de mermelada de arazá	37
Gráfico 3. Diagrama de flujo de la elaboración de yogurt griego con mermelada de arazá	39
Gráfico 4. QDA de tratamiento de la mermelada de arazá	54
Gráfico 5. Representación de los tratamientos escogidos para la mermelada	56
Gráfico 6. Uniformidad de color de la mermelada en 3D	59
Gráfico 7. Aroma de la mermelada en 3D	61
Gráfico 8. Textura de la mermelada en 3D	64
Gráfico 9. Sabor arazá de la mermelada en 3D	66
Gráfico 10. Sabor dulce de la mermelada en 3D	70
Gráfico 11. QDA de tratamiento del yogurt griego.....	70
Gráfico 12. Representación de los tratamientos escogidos para el yogurt ..	72
Gráfico 13. Uniformidad de color del yogurt griego en 3D	75
Gráfico 14. Textura del yogurt griego en 3D	77
Gráfico 15. Sabor arazá del yogurt griego en 3D	79
Gráfico 16. Aroma del yogurt griego en 3D	81
Gráfico 17. Sabor dulce del yogurt griego en 3D	84

RESUMEN

El objetivo del presente Trabajo de Titulación fue desarrollar un yogurt tipo griego con mermelada de arazá (*Eugenia stipitata* McVaugh), que cumpla con los requisitos establecidos por las Normas del Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). Se obtuvieron diseños de mezclas con el programa *Design Expert* versión 11, donde se ingresaron las respectivas restricciones para el producto a elaborar teniendo 16 formulaciones para la mermelada de arazá y 16 para el yogurt tipo griego; fueron procesados cada uno de los tratamientos con tres repeticiones y se realizaron análisis físicos, químicos y pruebas sensoriales con ayuda de seis panelistas para determinar la mejor formulación mediante atributos que caracterizan al producto, obteniendo como mejor formulación el uso de: 13.33 % de azúcar, 6.33% de leche en polvo y 10.34 % de mermelada. El mejor tratamiento fue evaluado mediante análisis físicos, químicos y microbiológicos que fueron comparados con los requisitos de las Normas INEN 2395 para leches fermentadas; obteniendo 7.11 % de proteína, 0.93 % de grasa y ausencia de microorganismos, cumpliendo con los parámetros establecidos.

Palabras claves: arazá, mermelada, yogurt griego, prueba sensorial, análisis físico, análisis químico, análisis microbiológico.

ABSTRACT

The objective of this Titration Work was to develop a Greek type yogurt with araza (*Eugenia stipitata* McVaugh) jam, that meets the requirements established by the Standards of the Ecuadorian Institute of Normalization (INEN). Mixture designs were obtained with the Design Expert version 11 program, where the respective restrictions for the product to be processed were entered, having 16 formulations for araza jam and 16 for greek yogurt; each of the treatments was processed with three repetitions and physical, chemical and sensory tests were carried out with the help of six panelists to determine the best formulation by attributes that characterize the product, obtaining as best formulation the use of: 13.33% sugar, 6.33% milk powder and 10.34% jam. The best treatment was evaluated through physical, chemical and microbiological analyzes that were compared with the requirements of the INEN 2395 Standards for fermented milks; Obtaining 7.11% of protein, 0.93% of fat and absence of microorganisms, fulfilling the established parameters.

Keywords: araza, jam, greek yogurt, sensory test, physical analysis, chemical analysis, microbiological analysis.

1 INTRODUCCIÓN

Los lácteos son considerados alimentos completos y esenciales para el ser humano debido a que contienen un alto contenido de proteínas, vitaminas y minerales que son necesarios para un correcto desarrollo, no obstante, ha disminuido el consumo de los mismos.

En el periodo 2008 – 2015 la producción de lácteos no tuvo etapas de decrecimiento, al contrario, experimentó un promedio anual de 4.7 % de crecimiento. En el año 2016, los resultados no fueron tan alentadores, la recesión en la economía afectó el desempeño de esta actividad y su consumo, esto hace que se haya reducido la compra de leche cruda a los productores por parte de la industria (EKOS, 2017, p. 1).

Existe una variedad de derivados de la leche; uno de los más consumidos es el yogurt que se lo obtiene por la adición de cultivos de bacterias vivas como: *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* y *Streptococcus salivarius* ssp. *thermophilus* que provocan la fermentación láctea. Tienen diferentes presentaciones, una de ellas es el yogurt tipo griego que se ha popularizado y está formando parte de la dieta de muchos ecuatorianos.

El yogurt griego es una fuente de calcio y proteína, se obtiene de igual forma que el yogurt tipo I, pero es filtrado para eliminar el suero líquido y así obtener la consistencia más espesa. Para darle una mejor presentación al yogurt se lo suele mezclar con frutas tradicionales como lo son: la frutilla, mora y durazno esto ayuda a que su sabor sea agradable para el consumidor, pero no se ha incursionado en innovar con otro tipo de frutas que contienen igual o mayor cantidad de nutrientes.

Ecuador posee tierras muy fértiles dando gran variedad de frutos, muchos de ellos no conocidos como es el arazá (*Eugenia stipitata* McVaugh). Esta fruta es fuertemente ácida y muy aromática, tiene abundante pulpa de la cual se puede aprovechar y obtener muchos derivados como la mermelada, que aportará vitaminas y nutrientes que caracterizan a la fruta.

Con lo expuesto se proponen los siguientes objetivos:

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo general.

Desarrollar un yogurt tipo griego con mermelada de arazá.

1.1.2 Objetivos específicos.

- Determinar las características físicas y químicas de la pulpa de arazá.
- Diseñar las combinaciones para obtener el yogurt tipo griego y la mermelada de arazá.
- Evaluar las características físicas, químicas, microbiológicas y sensoriales del producto procesado con la mejor formulación.
- Estimar el costo unitario del yogurt tipo griego con mermelada de arazá.

1.2 Hipótesis

La mezcla del yogurt tipo griego con la mermelada de arazá permite obtener un producto con características físicas, químicas y microbiológicas que cumplen con lo establecido en las Normas INEN.

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Arazá (*Eugenia stipitata* McVaugh)

El arazá es una planta originaria de Sudamérica, de países que se encuentran en el alto Amazonas como: Brasil, Colombia, Perú, Uruguay y Ecuador. También es conocida como la guayaba brasilera o amazónica (Donadio y Moro, 1995). La planta se produce durante prácticamente el año entero teniendo posibilidad de generar trabajo y renta continuamente en el campo, sin el problema de estacionalidad que presentan algunos cultivos (Pinedo, 1981, p 15).

Arazá es fuertemente ácida y con un alto valor nutricional, tiene un sabor exclusivo y es muy aromática; pertenece a la familia de las Mirtáceas, es un arbusto de 2.5 a 3 metros de altura como máximo con ramificaciones desde la base, sus flores pueden estar agrupadas en racimos de hasta cuatro flores o solitarias (Enríquez, 2015, p. 22).

El follaje es abundante, de verde brillante, aunque los brotes nuevos son levemente coloreados. Las hojas son simples, de borde entero y terminan en punta corta y en el haz más claras (Vignale y Bisio, 2005). Las ramas y hojas nuevas son rojizas, en tanto que las ramas maduras y el resto del tronco presentan cáscara exfoliante de color pardo a pardo-violáceo. Por no poseer dominancia apical presenta ramificaciones abundantes, a partir de los 10 - 30 cm del suelo (Ferreira y Gentil, 1996, p. 11).

El fruto es una baya de forma esférica de 8 a 12 cm de diámetro, con superficie amarillo - dorada en la madurez, cubierto de fina pubescencia, su pulpa es amarilla y ácida, con cinco a quince semillas oblongas achatadas; en su estado semimaduro presenta un color verdoso opaco. El peso promedio de los frutos es de 200 gramos (g) y en algunos casos se reportan con mayor peso, 500 g, correspondiendo a la pulpa el 71 % de peso del fruto, la

maduración se da entre los setenta y ochenta días después del inicio de la floración (Barrera y Hernández, 2004, p. 11).

Los frutos de arazá son ácidos, por tanto, su consumo como fruta fresca es muy limitado, pero presentan buenos contenidos de minerales y vitaminas, además de buenas características de olor, sabor, suavidad, jugosidad y persistencia, lo que la hace apta para la preparación de diferentes platillos, como néctares, compotas, jaleas, mermeladas, entre otros (Barrera, Hernández, Galvis y Acosta, 1996, p. 2).

Gráfico 1. Fruto del arazá



Fuente: Ferreira et al, (1996, p. 4).

2.1.1 Taxonomía.

División: Fanerógamas
Subdivisión: Angiospermas
Clase: Dicotiledóneas
Orden: Myrtales
Familia: Myrtaceae
Género: Eugenia
Especie: *Eugenia stipitata* McVaugh
Subespecie: *Eugenia stipitata* subsp. *Sosoria*
Eugenia stipitata subsp. *Stipitata*
(Escobar, Zuluzaga y Cárdenas, 1996, p. 1).

2.1.2 Variedades.

Se han encontrado dos tipos, considerados como subespecies: Subsp. *stipitata*, procedente del estado Acre Brasil, presenta mayor número de estambres (100-150) y porte arbóreo y la Subsp. *sosoria*, procedente del Perú, presenta menor número de estambres (75) y porte arbustivo (Escobar et al, 1996, p. 3).

Entre las dos subespecies, la *sosoria* es la más extendida en el ámbito agrícola, por sus ventajas naturales de resistencia a enfermedades y a altas saturaciones de aluminio del suelo y a su alta productividad de frutos (Hernández, Barrera y Carrillo, 2006, p. 11).

Tabla 1. Características botánicas y sensoriales de la pulpa de arazá cultivado y silvestre

Características Botánicas	Arazá cultivado (<i>stipitata</i>)	Arazá silvestre (<i>sosoria</i>)
Planta		
Follaje	Denso	Poco denso
Hojas		
Forma	Elíptica	Oblonga
Largo	0.8 - 12 cm	10 - 13 cm
Ancho	0.3 - 0.6 cm	0.4 - 0.7 cm
Ápice	Agudo	Agudo
Color	Verde	Verde opaco
Pubescencia	Poco	Abundante
Frutos		
Tipo	Baya esférica	Baya esférica achatada
Peso	200 - 350 g	70 - 180 g
Color	Amarillo	Amarillo claro
Epicarpio	Liso	Aspero

Fuente: Hernández et al, (2006, p. 11).

Elaborado por: La Autora

2.1.3 Valor Nutricional.

El arazá es una fruta de gran fuente nutricional, su principal componente es el agua, entre unos 90 a 94 % y vitaminas A, B1 y C; también cuenta con minerales tiene un elevado índice de potasio y en menor grado calcio, magnesio y fósforo; y aporta gran cantidad de carbohidratos como se indica en la siguiente tabla (López, García y Salazar, 2010, p. 10).

Tabla 2. Composición nutricional de arazá

COMPOSICIÓN DE LA PULPA DE ARAZÁ			
Proteína (%)	9.54	Magnesio (%)	0.103
Extracto etéreo (%)	3.15	Cobre (ppm)	4.6
Fibra (%)	6.07	Hierro (ppm)	87.33
Carbohidratos (%)	70.23	Zinc (ppm)	11,33
Nitrógeno (%)	1.53	Manganeso	12.66
Fósforo (%)	0.09	Vitaminas	base húmeda
Potasio (%)	2.15	Vitamina A (mg)	0.77
Calcio (%)	0.19	Vitamina B1 (mg)	0.98
Sodio (%)	0.008	Vitamina C (mg)	7.68

Fuente: Barrera et al (1996, p. 3).

Elaborado por: La Autora

2.1.4 Propiedades.

El arazá es muy aromático y tiene un alto contenido de agua, polifenoles y vitamina A, pero bajo contenido de azúcar (INIAP, 2009). Las células del cuerpo humano producen compuestos con electrones libres conocidos como 'radicales libres'. El exceso de estos puede llevar a enfermedades como Alzheimer, cáncer y aterosclerosis. Los compuestos que pueden atrapar los radicales libres se conocen como 'antioxidantes'; puesto que la pulpa de arazá es una fuente importante de vitamina C y compuestos fenólicos; por lo tanto, la fruta posee un excelente potencial antioxidante (Cuellar, Ariza, Anzola y Restrepo, 2013, p. 22).

2.1.5 Producción.

El arazá es una especie adaptada a suelos de baja fertilidad, así como a las variaciones climáticas del trópico húmedo amazónico. En función de la precocidad, frecuencia y gran volumen de producción de la planta, asociados al sabor característico y agradable de la pulpa del fruto, el arazá destaca como una de las especies nativas de la Amazonia de gran potencial, con perspectivas al desarrollo agroindustrial. La planta produce durante prácticamente el año entero (Gentil y Clement, 1996, p. 8).

Su producción inicia entre los 14 a 20 meses después del trasplante al sitio definitivo, la fructificación se incrementa hasta que el arazá alcanza aproximadamente los 5 años de edad, manteniendo la producción a partir de esa edad hasta los 9 años (Escobar et al, 1996, p. 4).

Los árboles de arazá comienzan a producir después de un año y medio a dos años de haber sido sembrado, sin embargo, su productividad a dicha edad es todavía baja. A partir de ahí, las plantas florecen y fructifican continuamente, logrando obtener frutos maduros durante todos los meses del año. Por lo menos la cosecha de los frutos debe realizarse cada dos días, o tres veces por semana siempre y cuando se tenga una plantación con diferentes edades de plantas (Figuroa y Jaramillo, 2013, p. 83).

2.1.6 Aprovechamiento del arazá.

El arazá presenta cualidades organolépticas, nutricionales y agronómicas que lo hacen una buena opción para el desarrollo de una fruticultura sostenible y una alternativa económica dentro de la cadena agroalimentaria e industrial que se visualiza como una de las soluciones a los problemas del desarrollo y de la utilización de los recursos (Ferreira et al, 1999, p. 3). Se consume como fruta fresca, pero su principal valor comercial está en la preparación de jaleas, mermeladas, postres y conservas (Vignale et al, 2005).

2.1.7 Características físicas y químicas.

El fruto maduro de arazá ejerce gran atracción sobre el consumidor, debido al alto rendimiento en pulpa, y representa una fuente potencial de materia prima para la agroindustria. La relación entre pulpa y residuos (cáscara y semillas), en peso, es una característica importante para la agroindustria, ya que una elevada relación entre la pulpa y los residuos implica un mayor rendimiento en el procesamiento agroindustrial, teniendo en cuenta la elaboración de productos provenientes del despulpamiento del fruto (Ferreira et al, 1999, p. 21).

Para obtener productos de calidad la fruta debe contar con ciertos requisitos físicos y químicos:

Tabla 3. Sólidos solubles mínimos en la pulpa de arazá

FRUTA	NOMBRE BOTÁNICO	SÓLIDOS SOLUBLES Mínimo
Arazá	<i>Eugenia stipitata</i>	4.8

Fuente: INEN 2337, (2012, p. 4).

Elaborado por: La Autora

Tabla 4. Composición de la pulpa de arazá

Componentes	Pinedo (1981)	Aguiar (1983)	Pezo y Pezo (1984)	Andrade (1989)
Agua (g)	90	90	94.3	93.7
Proteína (g)	1	0.6	0.6	-
Fibra (g)	0.6	-	0.4	-
Cenizas (g)	-	0.3	0.1	-
pH	2.5	2.5	2	3.4
Sólidos solubles (°Brix)	-	-	4	4
Acidez titulable (g ac. Cítrico)	-	-	-	2.02
Relación °Brix/ acidez	-	-	-	1.98

Fuente: Ferreira et al, (1999, p. 23).

Elaborado por: La Autora

2.1.8 Características organolépticas.

El arazá tiene excelentes propiedades organolépticas, que le confieren un sabor y aroma característicos del fruto. El olor, sabor, color y consistencia varía de acuerdo al grado de maduración que se encuentre la fruta (Vélez, 2012, p. 14).

Tabla 5. Características organolépticas del arazá

CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS	FRUTO	
	TIERNO	MADURO
Olor	Poco aromático	Aromático y exótico
Sabor	Ácido poco agradable	Agridulce
Color	Verde claro	Amarillento
Consistencia	Poco blando	Blando y fibroso

Fuente: Rodríguez y Bastidas (2009).

Elaborado por: La Autora

2.2 Mermelada

2.2.1 Definición.

Es el producto preparado con una fruta o mezcla de ellas y elaborado hasta adquirir una consistencia adecuada. Puede ser preparado con uno o más de los siguientes ingredientes: fruta entera o en trozos, pulpa, puré, zumo, extractos acuosos y cáscara mezclados con productos alimentarios que confieren un sabor dulce con o sin la adición de agua. El producto puede contener trozos de mesocarpio en suspensión (INEN 2825, 2013, p. 1).

Las mermeladas de frutas siguen siendo uno de los métodos más populares para la conservación de frutas, porque de esta manera se guarda su sabor y olor. La mermelada casera tiene un sabor excelente superior a las de producción masiva. Para que el producto mantenga sus características organolépticas se la debe mantener en un lugar fresco (Espín, 2016, p. 5).

2.2.2 Características de calidad.

El producto final deberá tener una consistencia gelatinosa adecuada, con el color y el sabor apropiados para el tipo o clase de fruta utilizada como ingrediente en la preparación de la mezcla, tomando en cuenta cualquier sabor impartido por ingredientes facultativos o por cualquier colorante permitido. El producto deberá estar exento de materiales defectuosos Normalmente asociados con las frutas (CODEX, 2009, p. 4).

Las mermeladas deberán estar exentas de presencia de materia vegetal como: cáscara o piel (si se declara como fruta pelada), huesos (carozo) y trozos de huesos (carozo) y materia mineral que afecte a las características organolépticas (INEN 2825, 2013, p. 7).

Los recipientes más adecuados para convertir la fruta en pulpa son aquellos que soportan bien, sin deteriorarse, las altas temperaturas de cocción a que tienen que someterse los frutos y que no son atacados por los ácidos, ya que ello originaría sabores y olores extraños en el producto, así como alteraciones en la coloración de las frutas (Vilanova, 1969, p. 6).

2.2.3 Requisitos.

La mermelada presentará un color característico de la variedad o variedades de fruta empleada, distribuido uniformemente en toda su masa y libre de coloraciones extrañas por oxidación, elaboración defectuosa, enfriamiento inadecuado y otras causas. El olor y sabor serán los característicos del producto, con ausencia de olores y sabores extraños (INEN 419, 1987, p. 3).

Deberán cumplir con los siguientes parámetros establecidos en la Tabla 6:

Tabla 6. Requisitos de la mermelada de frutas

Características	Unidad	Min.	Max.	Método de ensayo
Sólidos solubles	% m/m	60	65	INEN 380
pH		2.8	3.5	INEN 389
Ácido ascórbico	mg/kg	-	500	INEN 384
Cenizas	% m/m	-	-	INEN 401

Fuente: INEN 419 (1987, p. 4).

Elaborado por: La Autora

2.3 Yogurt

2.3.1 Definición.

La leche es el producto de la secreción Normal de las glándulas mamarias de animales bovinos lecheros sanos, que se obtiene mediante uno o más ordeños diarios, higiénicos, completos e ininterrumpidos, sin ningún tipo de adición o extracción (INEN 9, 2015, p. 2).

Los productos lácteos son un grupo de alimentos esenciales formado por la leche y sus derivados como: el yogurt, queso, crema, y mantequilla, siendo la leche el más importante de este grupo, es un conjunto de alimentos que por sus características nutricionales son los más básicos y completos en

composición de nutrientes como: carbohidratos, proteínas, lípidos, vitaminas y minerales (Bello, Quiñonez y Vásquez, 2005, p. 4).

El yogurt es el producto coagulado obtenido por fermentación láctica de la leche o mezcla de esta con derivados lácteos, mediante la acción de bacterias lácticas *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* y *Sreptococcus salivaris* subsp. *thermophilus*, estas bacterias deben ser viables y activas desde el inicio y durante toda la vida útil del producto (INEN 2395, 2011, p. 2).

El proceso consiste en ajustar el contenido de sólidos, pasteurizar la mezcla, enfriar hasta 42 °C, agregar la mezcla del cultivo láctico e incubar por tres horas hasta alcanzar una acidez de 0.7 %, para que en el cuarto frío llegue a 0.85 - 0.90 % (FAO, s.f., p. 22).

La leche fermentada más conocida es el yogurt; existen diferentes tipos de yogurt en función de los ingredientes que contiene, la aplicación o no de tratamiento térmico tras la fermentación, su consistencia o su origen como el yogurt griego (Montero, Limia, Franco y Belmonte, 2006, p. 2).

2.3.2 Yogurt griego.

El yogurt concentrado estilo griego es una variedad común en el Medio Oriente que se ha difundido en los países de Europa, y que goza de popularidad en los Estados Unidos, México, y otros países latinoamericanos. Este yogurt es una combinación de leche entera estandarizada con crema láctea al 7 % (Miranda, Ramírez, y Palma, 2016, p.1).

Es de gran importancia la concentración de proteína en la leche para la fabricación del yogur griego, siendo mejor con una mayor concentración de caseína; cuando aumenta la concentración de proteína, el incremento en la acidez produce la coagulación de la caseína, y así se puede obtener un producto mucho más espeso apto para el consumidor

(Villeda, 2015, p.8). Contiene menos lactosa porque parte de ésta se remueve con el líquido. Esto lo hace más adecuado para las personas con intolerancia a la lactosa (Meyer, Elmadfa, Herbacek y Micksche, 2007).

El yogurt griego, presenta un color entre blanco y crema, textura suave y un sabor ácido que se describe entre el sabor de la crema y el queso cottage, tiene capacidad de dispersarse con poca producción de sinéresis. La mayoría de los yogures estilo griego que se comercializan, concentran los sólidos que contienen a través del alto contenido de los mismos desde su preparación (Canilec, 2014, p. 18).

2.3.3 Valor nutricional.

El yogurt es rico en proteínas de alto valor biológico, calcio de fácil asimilación, fósforo, vitaminas del grupo B (especialmente, B2 o riboflavina) y vitamina B12. Su composición nutricional es muy similar al de la leche. Existe una diferencia en cuanto a la presencia de lactosa, ya que esta azúcar está presente en el yogurt en pocas cantidades, porque durante la fermentación se transforma en ácido láctico (FEN, s.f, p. 88).

El valor nutritivo de la fracción proteica, así como la asimilación de la lactosa mejoran debido a la fermentación, que aumenta su digestibilidad, y la materia grasa, aunque muy influida por la leche de partida, también varía en función de las especies bacterianas fermentativas. El contenido vitamínico es difícil de establecer debido a la influencia que ejercen tanto los microorganismos como los tratamientos a los que se somete la leche (Montero, Limia, Franco y Belmonte, 2006, p. 2).

En los últimos años, el consumo de yogurt griego ha aumentado y se ha dado a conocer como un producto de alto valor nutritivo, esto se debe a las propiedades nutricionales que posee al tener un alto contenido de proteína. La grasa láctea aumenta su sabor, le da una consistencia más cremosa y

permite el desarrollo de los bacilos (Canilec, 2014, p.18).

2.3.4 Requisitos específicos.

A las leches fermentadas podrán añadirse: azúcares o edulcorantes permitidos, frutas frescas enteras o en trozos, pulpa de frutas, frutas secas y otros preparados a base de frutas. Se permite la adición de otros ingredientes como: hortalizas, miel, cacao, coco, café, cereales, especias y otros ingredientes naturales. El peso total de las sustancias no lácteas agregadas a las leches fermentadas no será superior al 30% del peso total del producto (INEN, 2011, p. 3).

El yogurt debe cumplir con los siguientes requisitos químicos:

Tabla 7. Requisitos químicos de las leches fermentadas

REQUISITOS	ENTERA		SEMIDESCREMADA		DESCREMADA		METODO DE ENSAYO
	Min %	Max %	Min %	Max %	Min %	Max %	
Contenido de grasa	2.5	-	1	2.5	-	<1	NTE INEN 12
Proteína, % m/m	2.7	-	2.7	-	2.7	-	NTE INEN16

Fuente: INEN 2395 (2011, p. 3).

Elaborado por: La Autora

Además, debe cumplir con los siguientes requisitos microbiológicos:

Tabla 8. Requisitos microbiológicos de las leches fermentadas

REQUISITOS	N	m	M	c	METODO 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

Fuente: INEN 2395 (2011, p. 4).

Elaborado por: La Autora

2.4 Análisis Sensorial

La evaluación sensorial es la caracterización y análisis de aceptación o rechazo de un alimento por parte del catador o consumidor, de acuerdo a las sensaciones experimentadas desde el mismo momento que lo observa y después que lo consume. Es necesario tener en cuenta que esas percepciones dependen del individuo, del espacio y del tiempo principalmente (Hernández, 2005, p. 12).

La evaluación sensorial surge como disciplina para medir la calidad de los alimentos, conocer la opinión y mejorar la aceptación de los productos por parte del consumidor. Además, la evaluación sensorial no solamente se tiene en cuenta para el mejoramiento y optimización de los productos alimenticios existentes, sino también para realizar investigaciones en la elaboración e innovación de nuevos productos, en el aseguramiento de la calidad y para su promoción y venta (Hernández, 2005, p. 11).

2.4.1 Pruebas de análisis sensorial.

El análisis sensorial es una ciencia multidisciplinaria en la que panelistas humanos utilizan los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído para medir las características sensoriales y la aceptabilidad de los productos alimenticios, y de muchos otros materiales. No existe ningún otro instrumento que pueda reproducir o reemplazar la respuesta humana; por lo tanto, la evaluación sensorial resulta un factor esencial en cualquier estudio sobre alimentos (Watts, Ylimaki, Jeffery y Elías, 1989, p.17).

Tabla 9. Clasificación de pruebas sensoriales

PRUEBAS		
DISCRIMINATIVAS	Pruebas de Diferenciación	Prueba de pares
		Prueba de dúo-trío
		Prueba triangular
		Prueba de ordenación
		Prueba escalar de control
	Pruebas de Sensibilidad	Umbral de detección
		Umbral de reconocimiento
DESCRIPTIVAS	Escala de Atributos	Escala de categorías
		Escala estimación de la magnitud
	Análisis Descriptivo	Perfil de sabor
		Perfil de textura
	Análisis Cuantitativo	
AFECTIVAS	Prueba de Preferencia	Prueba de preferencia pareada
		Prueba de preferencia ordenación
	Prueba de Satisfacción	Escala hedónica verbal
		Escala hedónica facial
	Prueba de Aceptación	

Fuente: Hernández (2005, p. 45).

Elaborado por: La Autora

3 MARCO METODOLÓGICO

3.1 Localización del ensayo

El Trabajo de Titulación se desarrolló en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, en las Planta de Industrias Lácteas, Industrias Vegetales y el Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo.

3.2 Condiciones climáticas de la zona

La ciudad de Guayaquil posee un clima tropical y está ubicada a 4 msnm; La temperatura media anual en Guayaquil es de 25.7 °C. La variación en las temperaturas durante todo el año es 2.9 °C. El mes más caluroso del año con un promedio de 27.1 °C de marzo. Las temperaturas medias más bajas del año se producen en julio, cuando está alrededor de 24.2 ° C. El mes más seco es agosto, con 0 mm. La mayor cantidad de precipitación ocurre en marzo, con un promedio de 199 mm (Climate data, 2016).

3.3 Equipos, materiales y reactivos

Equipos

- Balanza
- Estufa
- Mufla
- Esterilizador
- Cámara de Flujo Laminar
- Contador de Bacterias
- Refractómetro
- Potenciómetro
- Autoclave
- Licuadora

Materiales

- Recipientes de acero inoxidable
- Mesas de acero inoxidable
- Agitador
- Colador
- Cuchillo
- Envases
- Pipetas
- Vaso de precipitación
- Matraz erlenmeyer
- Matraz volumétrico
- Pipeteador
- Termómetro
- Crisoles de platino
- Mecheros
- Pinzas
- Papel aluminio
- Desecador
- Cajas Petri

Reactivos

- Bicarbonato de sodio
- Fenolftaleína
- Hidróxido de Sodio 0.1 N
- Pectina
- Ácido cítrico
- Solución Buffer de pH 7.00
- Fermento láctico
- Agua destilada
- Buffered peptone wáter
- Potato dextrose agar
- MacConkey agar
- Ácido tartárico

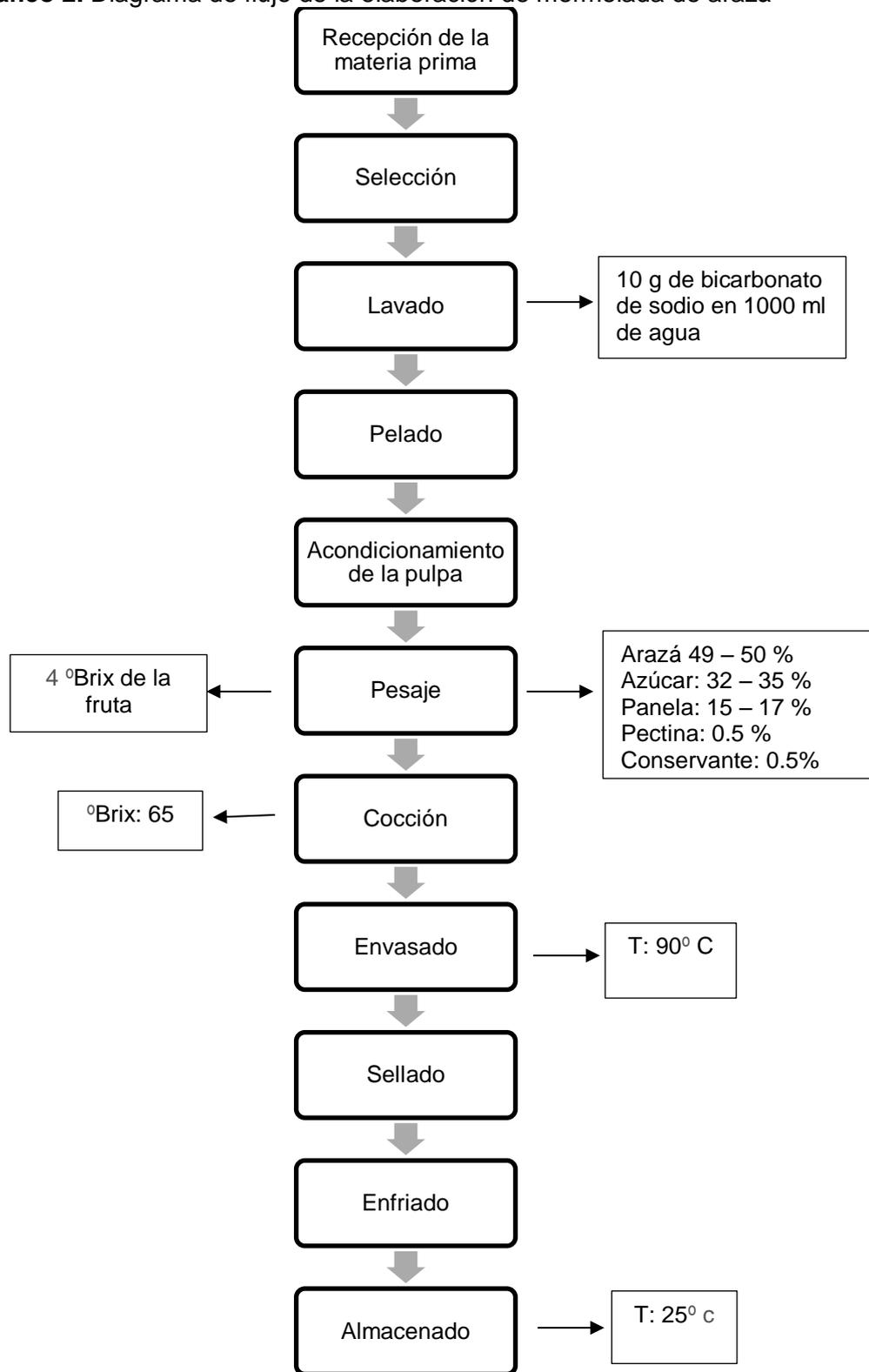
3.4 Procesos de elaboración

3.4.1 Obtención de mermelada de arazá.

Los pasos para la elaboración de la mermelada de arazá son los siguientes:

- Recepción de la materia prima: se recibió el arazá e insumos para la elaboración de la mermelada, manteniendo buenas prácticas de manufactura (BPM) en el área de trabajo.
- Selección: las frutas en estado de putrefacción fueron eliminadas.
- Lavado: para eliminar las impurezas se mezcló 10 g de bicarbonato de sodio en un litro de agua y se dejó reposar la fruta por 5 min y luego se lavó con abundante agua por 1 a 2 minutos.
- Pelado: se retiró la cáscara y las semillas del arazá y se procedió a medir los sólidos solubles con el refractómetro y el pH con el potenciómetro.
- Acondicionamiento de la pulpa: se licuó la pulpa para obtener una mezcla homogénea.
- Pesaje: se pesó la materia prima y los insumos de acuerdo a las especificaciones de la formulación para la elaboración de la mermelada.
- Cocción: se colocó el porcentaje establecido en cada tratamiento de pulpa de arazá, azúcar y panela, y se inició la cocción a fuego moderado y agitación continua, cuando llegó al punto de ebullición se agrega la pectina y el ácido cítrico hasta que alcance 65° Brix.
- Envasado – Sellado – Enfriado: Al envasar la mermelada se dejó los frascos semi tapados a una temperatura de 90°C durante 20 min, luego se cerraron bien y se colocaron a una temperatura de 25° C para el enfriamiento y almacenamiento.

Gráfico 2. Diagrama de flujo de la elaboración de mermelada de arazá



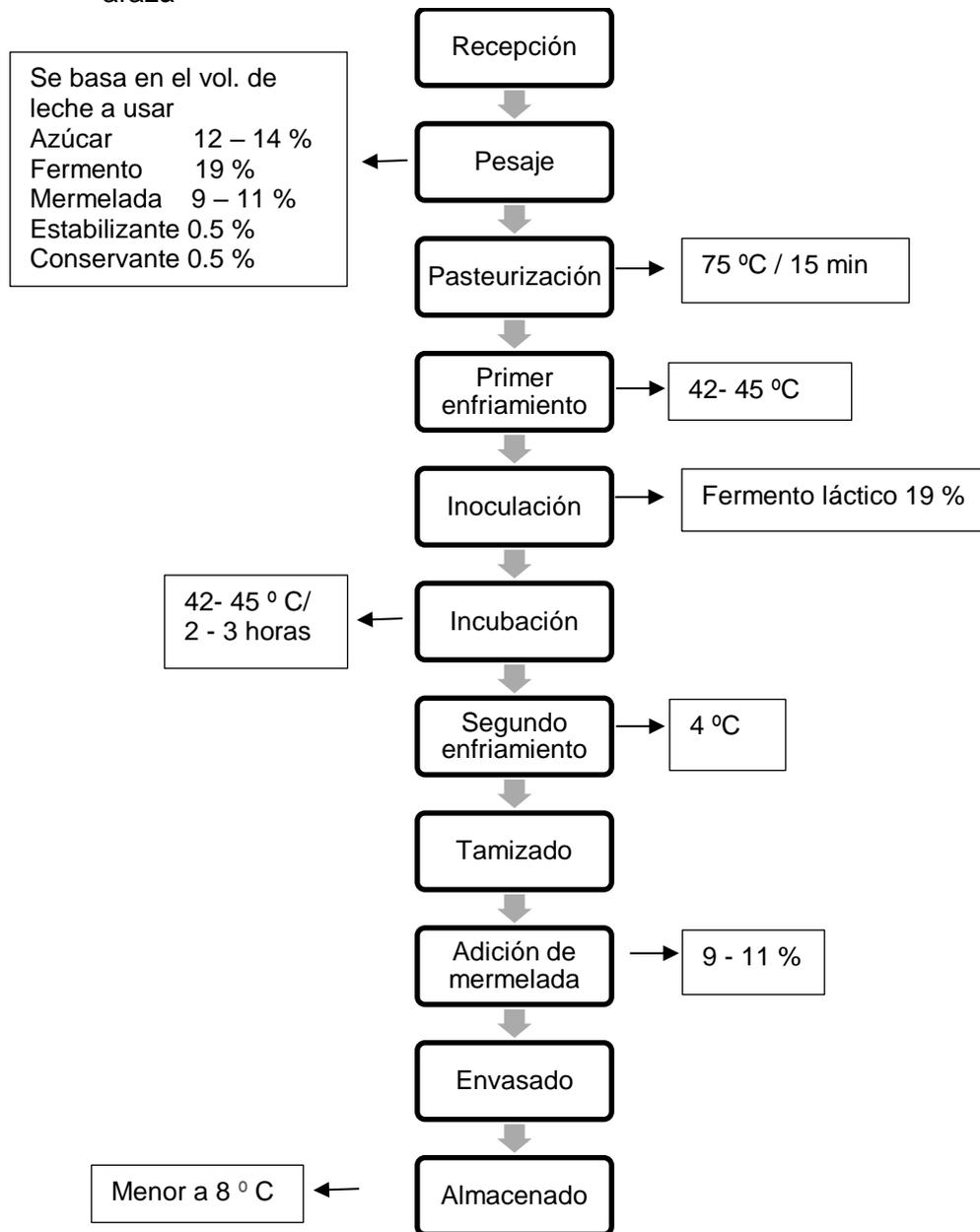
Elaborado por: La Autora

3.4.2 Obtención de yogurt griego con mermelada de arazá.

Los pasos para la elaboración del yogurt tipo griego con mermelada de arazá son los siguientes:

- Recepción de materia prima: se recibió la leche e insumos para la elaboración del yogurt griego con mermelada de arazá, manteniendo buenas prácticas en el área de trabajo.
- Pesaje: se pesó la materia prima y los insumos de acuerdo a las especificaciones de la formulación para la elaboración del producto.
- Pasteurización: El tratamiento térmico consistió en calentar a 75 °C y mantener esta temperatura durante 15 minutos.
- Primer enfriamiento: se enfrió hasta la temperatura óptima para la inoculación (42-45 °C).
- Inoculación: se agregó el 18 % de fermento láctico acorde al volumen utilizado de leche, manteniendo de 42 a 45 °C por un tiempo de incubación de 2 a 3 horas.
- Incubación: se provocó la fermentación láctica después del tiempo requerido.
- Segundo enfriamiento: el enfriamiento se realizó lo más rápido a la temperatura de 4 °C para evitar que el yogurt se siga acidificando.
- Tamizado: se utilizó un tamiz donde se colocó el yogurt obtenido dejando por 1 hora para así filtrar el suero obteniendo una consistencia más espesa que caracteriza al yogurt griego.
- Adición de mermelada: se añadió 9 – 11 % de mermelada de arazá.
- Envasado: se cerró herméticamente el envase para mantener la inocuidad del producto.
- Almacenamiento: el yogurt elaborado se lo almacenó a temperaturas de ≤ 8 °C.

Gráfico 3. Diagrama de flujo de la elaboración de yogurt griego con mermelada de arazá



Elaborado por: La Autora

3.5 Restricciones

3.5.1 Restricciones para la mermelada de arazá.

Se establecieron las siguientes restricciones según lo estimado en la Norma INEN 2825 donde añade que la cantidad de fruta usada para la elaboración de mermeladas no debe ser menor a 45%:

- Arazá 49 % - 50 %
- Azúcar 32 % - 35 %
- Panela 15 % - 17 %

3.5.2 Restricciones para el yogurt griego con mermelada de arazá.

Se establecieron las siguientes restricciones para el yogurt tipo griego tomando como referencia los porcentajes establecidos en el texto de Elaboración de Derivados Lácteos de Universidad Católica de Santiago de Guayaquil:

- Azúcar 12 % - 14 %
- Leche en polvo 5 % - 7%
- Mermelada 9 % - 11 %

3.6 Combinaciones de tratamientos

3.6.1 Combinaciones de la mermelada de arazá.

Los tratamientos se los obtuvo al ingresar las restricciones en el programa *Design Expert* versión 11 donde se generaron 16 formulaciones que se muestran en la Tabla 10.

Tabla 10. Tratamientos para la mermelada de arazá

	ARAZÁ (%)	AZÚCAR (%)	PANELA (%)
1	49.44	33.65	15.91
2	50.00	32.52	16.48
3	49.64	32.36	17.00
4	50.00	33.22	15.78
5	49.00	33.50	16.50
6	50.00	34.00	15.00
7	49.00	35.00	15.00
8	49.43	34.43	15.14
9	50.00	32.52	16.48
10	49.55	33.06	16.39
11	49.00	34.28	15.72
12	49.44	33.65	15.91
13	49.00	33.00	17.00
14	49.64	32.36	17.00
15	49.44	33.65	15.91
16	49.43	34.43	15.14

Fuente: *Design Expert* versión 11

Elaborado por: La Autora

Se utilizó también para la elaboración de la mermelada de arazá los siguientes insumos:

- Pectina 0.5 %
- Ácido cítrico 0.5 %

A estas combinaciones se le realizaron análisis físicos, químicos y sensoriales para escoger el mejor tratamiento.

3.6.2 Combinaciones del yogurt griego con mermelada de arazá.

Los tratamientos se los obtuvo al ingresar las restricciones en el programa *Design Expert* versión 11 donde se generaron 16 formulaciones que se muestran en la Tabla 11.

Tabla 11. Tratamientos para el yogurt tipo griego con mermelada de arazá

	Azúcar (%)	Leche en polvo (%)	Mermelada (%)
1	14.00	7.00	9.00
2	13.01	7.00	9.99
3	14.00	5.99	10.01
4	13.32	6.34	10.34
5	13.32	6.34	10.34
6	13.01	6.00	10.98
7	13.51	7.00	9.49
8	13.01	6.00	10.98
9	14.00	5.99	10.01
10	14.00	6.49	9.51
11	14.00	5.00	11.00
12	13.01	7.00	9.99
13	13.70	5.65	10.66
14	12.51	7.00	10.49
15	12.00	7.00	11.00
16	13.01	6.00	10.98

Fuente: *Design Expert* versión 11

Elaborado por: La Autora

Se utilizó también para la elaboración del yogurt tipo griego con mermelada de arazá los siguientes insumos y materia prima:

- Leche 50%
- Conservante 0.5 %
- Estabilizante 0.5 %
- Fermento 19 %

A estas combinaciones se le realizaron análisis físicos, químicos y sensoriales para escoger el mejor tratamiento.

3.7 Diseño experimental

Para las evaluaciones estadísticas se realizó un diseño completamente al azar (D.C.A.). Obteniendo dos diseños: uno para la

mermelada de arazá y otro para el yogurt griego con mermelada de arazá utilizando el programa *Design Expert* versión 11.

3.8 Análisis de Varianza

En la Tablas 12 y 13 se muestran los ANDEVA con grados de libertad de los dos productos elaborados.

Tabla 12. Análisis de la varianza de la mermelada de arazá

F. de V.	GL
Tratamientos	15
Factorial	14
Fruta	1
Azúcar	1
Panela	1
F x A x P	1
Error	32
Total	47

Elaborado por: La Autora

Tabla 13. Análisis de la varianza con grados de libertad del yogurt tipo griego con mermelada de arazá

F. de V.	GL
Tratamientos	15
Factorial	14
Azúcar	1
Leche en polvo	1
Mermelada	1
A x L x M	1
Error	32
Total	47

Elaborado por: La Autora

3.9 Variables evaluadas

3.9.1 Variables Cuantitativas.

Físicas.

Para la mermelada de arazá se analizó las siguientes variables:

- Sólidos solubles

Fue analizado mediante la Norma INEN 380, se realizó el método refractométrico donde se determinó la concentración de sacarosa de la mermelada de arazá.

Tabla 14. Contenido de sólidos solubles para mermeladas

REQUISITO	UNIDAD	MIN	MAX	METODO DE ENSAYO
Sólidos solubles (a 20 °C)	% m/m	60	65	INEN 380

Fuente: INEN 419 (1987, p. 4)

Elaborado por: La Autora

- Potencial hidrógeno

El pH se analizó mediante la Norma INEN 389, utilizando potenciómetro.

Tabla 15. pH permitido para mermeladas

REQUISITO	UNIDAD	MIN	MAX	METODO DE ENSAYO
pH		2.8	3.5	INEN 389

Fuente: INEN 419 (1987, p. 4)

Elaborado por: La Autora

Para el yogurt tipo griego con mermelada de arazá (*Eugenia stipitata* McVaugh) se analizó la siguiente variable:

- Potencial hidrógeno

Se analizó utilizando el potenciómetro basándose en Normas mexicanas NMX-F-444-1983 para yogurt. En la Tabla 16 se observa sus límites permitidos.

Tabla 16. pH mínimo del yogurt

REQUISITO	UNIDAD	MIN	MAX
pH menor de		4.5	-

Fuente: NMX-F-444 (s.f., p. 3)

Elaborado por: La Autora

Químicas

Para el yogurt tipo griego con mermelada de arazá se analizó las siguientes variables:

- Proteína

Basándose en la Norma INEN 16 se determinó la proteína mediante el método Kjeldahl, este análisis se le realizó al producto elaborado con la mejor formulación.

Tabla 17. Porcentaje de proteína

REQUISITO	ENTERA		METODO DE ENSAYO
	Min %	Max %	
Proteína % m/m	2.7	-----	NTE INEN 16

Fuente: INEN 2395 (2011, p. 3)

Elaborado por: La Autora

- Grasa

Se analizó con la Norma INEN 12 donde se determinó el porcentaje de grasa presente en el yogurt, este análisis se le realizó al producto elaborado con la mejor formulación.

Tabla 18. Porcentaje de contenido de grasa

REQUISITO	ENTERA		METODO DE ENSAYO
	Min %	Max %	
Contenido de grasa	2.5	-----	NTE INEN 12

Fuente: INEN 2395 (2011, p. 3)

Elaborado por: La Autora

Microbiológicas:

Las pruebas microbiológicas se realizaron únicamente al producto procesado con la mejor formulación, los análisis se basaron en la Norma INEN 2395:2011.

Tabla 19. Requisitos para análisis microbiológico

REQUISITOS	n	m	M	c	Método de ensayo
Recuento de <i>E. coli</i> , UFC/g	5	1	0	0	NTE INEN 1529-8
Recuento de mohos y levaduras, UFC/g	5	200	500	2	NTE INEN 1529 - 10

Fuente: INEN 2395 (2011, p. 4)

Elaborado por: La Autora

3.9.2 Variables Cualitativas.

Se realizó evaluación de las características organolépticas a los tratamientos de la mermelada de arazá y a los tratamientos de yogurt griego con la mermelada, mediante la aplicación de un análisis descriptivo cuantitativo (QDA) dada por la Norma ISO 6658: 2005, con un grupo de seis panelistas semi entrenados quienes son estudiantes de ciclos avanzados de la Carrera de Nutrición de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

Los atributos que midieron los panelistas para la mermelada de arazá fueron:

- Color
- Textura
- Olor
- Sabor arazá
- Sabor dulce

Los atributos que midieron los panelistas para el yogurt tipo griego con mermelada de arazá fueron:

- Color
- Textura
- Olor
- Sabor arazá
- Sabor dulce

3.10 Manejo del ensayo

El desarrollo de los tratamientos tanto de la mermelada como del yogurt tipo griego, se llevaron a cabo en las plantas de industrias vegetales, industrias lácteas y laboratorio de microbiología de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil; se utilizaron tres unidades experimentales por cada fórmula, que estuvieron representadas en un envase de vidrio previamente esterilizado con 200 g de mermelada de arazá y yogurt griego respectivamente.

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Análisis físicos y químicos a la pulpa de arazá

4.1.1 Sólidos solubles.

El método utilizado fue el de refractometría que consistió en limpiar el lector del refractómetro con un algodón mojado con agua destilada y procediendo a colocar la pulpa de arazá con ayuda de una pinza en el lector, obteniendo el valor de 4.5 ° Brix, superior a 4 ° Brix obtenido por Andrade (1989). La Norma INEN 2337 (2012, p.4) establece que la pulpa de arazá debe tener 4.8 de sólidos solubles, la materia prima se aproxima al valor requerido.

Tabla 20. Análisis de sólidos solubles al arazá

MATERIA PRIMA	I	II	III	IV	V	PROMEDIO
Arazá	4.6	4.6	4.4	4.6	4.3	4.5

Elaborado por: La Autora

4.1.2 Potencial hidrógeno (pH).

El valor de pH obtenido fue de 3.33, mientras que Aguiar (1983) y Pinedo (1981) reportaron un pH de 2.5, indicando que la fruta con la que se trabajó para la elaboración de la mermelada fue menos ácida.

Tabla 21. Análisis de pH al arazá

MATERIA PRIMA	I	II	III	IV	V	PROMEDIO
Arazá	3.33	3.32	3.32	3.33	3.35	3.33

Elaborado por: La Autora

4.1.3 Cenizas.

El método utilizado para la determinación de cenizas fue el establecido por la Norma INEN 401 obteniendo como resultado 0.95 %, valor superior a 0.3 % reportado por Aguiar (1983).

$$C \% = 100 \frac{66.58 - 66.56}{68.66 - 66.56} = 0.95\%$$

4.1.4 Acidez titulable.

Los gramos de ácido cítrico presente en la pulpa de arazá fueron determinados por el método de potenciómetro donde el resultado obtenido fue 2.05 g, valor superior y similar a 2.02 g estipulado por Andrade (1989).

$$A (g) = \frac{12.83 \text{ ml} \times 0.1 \times 40}{25 \text{ ml}} = 2.05 \text{ g}$$

4.2 Análisis físicos a la mermelada de arazá

4.2.1 Potencial hidrógeno (pH).

En la tabla 22 el valor de R² es de 95 % que explica los factores e interacciones del pH y el producto, así mismo el coeficiente de varianza tiene un valor de 0.73.

Tabla 22. Análisis de Varianza, pH

VARIABLE	N	R ²	R ² AJ	CV
pH	48	0.95	0.92	0.73

Fuente: Infostat

Elaborado por: La Autora

El valor de p es < 0.005 por lo tanto el modelo y los tratamientos son significativos, como se muestra en la Tabla 23.

Tabla 23. ANDEVA, pH

	SC	gl	CM	F	p - valor
Modelo.	0.40	15	0.03	39.27	<0.0001
TRATAMIENTOS	0.40	15	0.03	39.27	<0.0001
Error	0.02	32	6.70E-04		
Total	0.42	47			

Fuente: Infostat

Elaborado por: La Autora

En la Tabla 24. Test de Duncan de los análisis de pH presenta diferencias significativas entre varios tratamientos, siendo el T14 el más elevado con 3.71. No todos los tratamientos cumplen con lo requerido en la Norma INEN 419 (1987, p.3) donde establece un parámetro de 2.8 a 3.5.

Tabla 24. Test de Duncan, pH

TRATAMIENTOS	Medias	n	E. E.	
16	3.36	3	0.02	A
8	3.46	3	0.02	B
7	3.48	3	0.02	B C
1	3.5	3	0.02	B C
15	3.51	3	0.02	C D
12	3.51	3	0.02	C D E
6	3.55	3	0.02	D E F
11	3.55	3	0.02	D E F
4	3.56	3	0.02	D E F
13	3.56	3	0.02	E F
5	3.58	3	0.02	F
10	3.6	3	0.02	F G
3	3.64	3	0.02	G
9	3.7	3	0.02	H
2	3.7	3	0.02	H
14	3.71	3	0.02	H

Medias con una letra común no son significativamente diferentes $p > 0.05$

Fuente: Infostat

Elaborado por: La Autora

4.2.2 Sólidos Solubles.

En la Tabla 25 el valor de R^2 es de 42 % que explica factores e interacciones con respecto a sólidos solubles.

Tabla 25. Análisis de varianza, sólidos solubles

VARIABLE	N	R ²	R ² AJ	CV
° BRIX	48	0.42	0.16	3.77

Fuente: Infostat

Elaborado por: La Autora

El valor de p es 0.137 siendo mayor a 0.05 indicando que este modelo no es significativo como se muestra en la Tabla 26.

Tabla 26. ANDEVA, sólidos solubles

F. V.	SC	gl	CM	F	p - valor
Modelo.	142.31	15	9.49	1.58	0.137
TRATAMIENTOS	142.31	15	9.49	1.58	0.137
Error	192.67	32	6.02E+00		
Total	334.98	47			

Fuente: Infostat

Elaborado por: La Autora

En el Test de Duncan de la Tabla 27 el Tratamiento que presenta mayor ° Brix es el 10, teniendo diferencias significativas con respecto a los demás. No todos los tratamientos cumplen con la Norma INEN 419 (1987, p.3) donde indica que debe haber un mínimo de 60 °Brix y un máximo de 65 ° Brix.

Tabla 27. Test de Duncan, sólidos solubles

TRATAMIENTOS	Medias	n	E. E.	
3	60.67	3	1.42	A
6	62.67	3	1.42	A B
1	63.33	3	1.42	A B
14	63.67	3	1.42	A B
8	64.67	3	1.42	A B
9	65	3	1.42	A B
4	65	3	1.42	A B
16	65	3	1.42	A B
12	65	3	1.42	A B
11	65.33	3	1.42	A B
13	65.67	3	1.42	B
7	66.33	3	1.42	B
5	66.67	3	1.42	B
15	67	3	1.42	B
2	67	3	1.42	B
10	67.33	3	1.42	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes $p > 0.05$

Fuente: Infostat

Elaborado por: La Autora

4.3 Análisis físicos, químicos y microbiológicos al mejor tratamiento de yogurt tipo griego con mermelada de arazá

4.3.1 Proteína.

El porcentaje obtenido fue 7.11 %, Villeda (2015, p. 15) obtuvo valores entre 5.5 y 7.2 %. Los cuales cumplen con lo establecido en la Norma INEN 2395 (2011, p.3) dando un mínimo de 2.7 %.

4.3.2 Grasa.

El porcentaje obtenido de grasa fue 0.93 %, valor menor a los obtenidos por Villeda (2015, p. 18) que fueron 1 – 1.5 %. La Norma para leches fermentadas INEN 2395 (2011, p.3) indica un mínimo de 2.5 % de grasa este valor es mayor al obtenido ya que el yogurt griego pierde grasa al ser filtrado.

4.3.3 Potencial hidrógeno (pH).

El valor de pH obtenido fue de 3.15, Pinduisaca (2011, p. 63) indica que obtuvo un pH de 3.88. Este parámetro lo comparamos con la Norma mexicana NMX-F-444-1983 para yogurt en donde indica un mínimo de 4.5, con esto se puede deducir que el yogurt griego con mermelada de arazá es más ácido debido a materia prima.

4.3.4 Recuento de *Escherichia coli*.

Se realizó análisis microbiológico al mejor tratamiento para descartar la presencia de *Escherichia coli*, mediante método selectivo el cual consistía en hacer diluciones hasta 10^{-6} por duplicado con buffered peptone water y MacConkey agar, se incubaron a 35 °C por 24 horas las cajas petri que contenían la muestra diluida y el agar, dando como resultado ausencia del microorganismo. Cumpliendo con lo estipulado en la Norma INEN 2395 (2011, p.4) donde menciona que el análisis microbiológico correspondiente para las leches fermentadas debe dar ausencia de microorganismos patógenos.

4.3.5 Recuento de Mohos y levaduras.

Se determinó por método de dilución hasta 10^{-6} por duplicado con buffered peptone water, potato dextrose agar como el medio de cultivo indicador y ácido tartárico como inhibido de otras bacterias, se incubó a 25 °C por 8 días, haciendo seguimiento los días 3 y 5. Se obtuvo como resultado ausencia de mohos y levaduras, cumpliendo con la Norma INEN 2395 (2011, p.4) para leches fermentadas.

4.4 Análisis sensorial

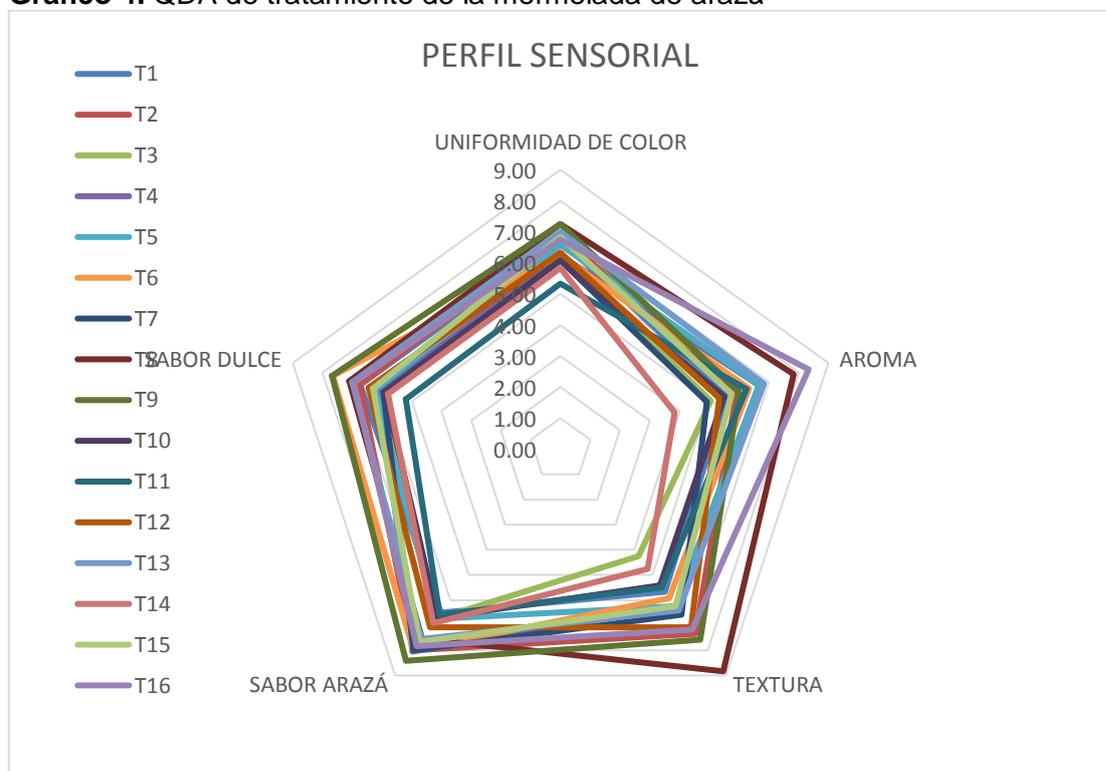
Para la evaluación del perfil sensorial fue aplicado el análisis descriptivo cuantitativo (QDA) donde se realizaron pruebas sensoriales a seis panelistas semi entrenados. Estuvieron establecidos 5 atributos para la mermelada de arazá que fueron: uniformidad de color, textura, color, aroma,

sabor arazá y sabor dulce; utilizando para el yogurt griego con mermelada de arazá los mismos atributos. Para ser evaluados se usó con una escala del cero (0) al diez (10) siendo 0 nada, 5 moderado y 10 fuerte.

4.4.1 Análisis sensorial a la mermelada de arazá.

En el Gráfico 4, se muestra que los tratamientos tuvieron variabilidad de aceptación en los atributos de sabor dulce, aroma y textura, mientras que en sabor arazá y uniformidad de color hubo mayor similitud.

Gráfico 4. QDA de tratamiento de la mermelada de arazá



Elaborado por: La Autora

El T8 fue el más destacado en la textura con un promedio de 8.83, es decir que su apariencia era más espesa que el resto de las mermeladas, seguido por el T9 y T2. En sabor dulce el T9 tuvo como promedio 7.65 siendo el más relevante, seguido del T6 y T8.

El atributo aroma y sabor arazá se refiere a las características de la materia prima con la que fue elaborada la mermelada; la textura representa a la apariencia de la misma, el sabor dulce a la sacarosa presente en el producto y el color a la homogeneidad de este atributo.

Las Tablas 28 y 29 muestran los promedios obtenidos al generar el análisis sensorial y la fórmula generada por *Design Expert* versión 11.

Tabla 28. Promedios de atributos generados en el QDA para la mermelada

Perfil sensorial					
	Uniformidad de color	Aroma	Textura	Sabor arazá	Sabor dulce
T1	6.75	5.58	5.67	6.50	6.73
T2	6.92	5.92	7.33	8.00	6.75
T3	6.25	5.05	4.25	6.75	6.05
T4	6.25	6.67	6.25	8.05	6.05
T5	6.58	6.67	6.25	6.75	6.23
T6	6.25	6.33	5.92	8.00	7.65
T7	6.08	4.92	6.58	8.00	5.95
T8	7.25	7.83	8.83	7.54	7.10
T9	7.25	6.00	7.58	8.42	7.68
T10	6.08	5.50	5.42	6.70	5.90
T11	5.33	6.25	5.50	6.58	5.20
T12	6.33	5.33	7.08	7.08	6.45
T13	7.00	6.83	6.42	7.55	7.00
T14	5.83	3.83	4.75	6.92	5.80
T15	6.83	5.75	6.25	7.67	6.30
T16	6.75	8.33	7.17	7.83	6.95

Fuente: *Design Expert* versión 11

Elaborado por: La Autora

Tabla 29. Fórmula designada por *Design Expert* 11 de la mermelada

INGREDIENTES	(%)	(g)
Arazá	49.64	99.28
Azúcar	32.36	64.72
Panela	17	34
Pectina	0.5	1
Ac. Cítrico	0.5	1
TOTAL	100	200

Fuente: *Design Expert* versión 11

Elaborado por: La Autora

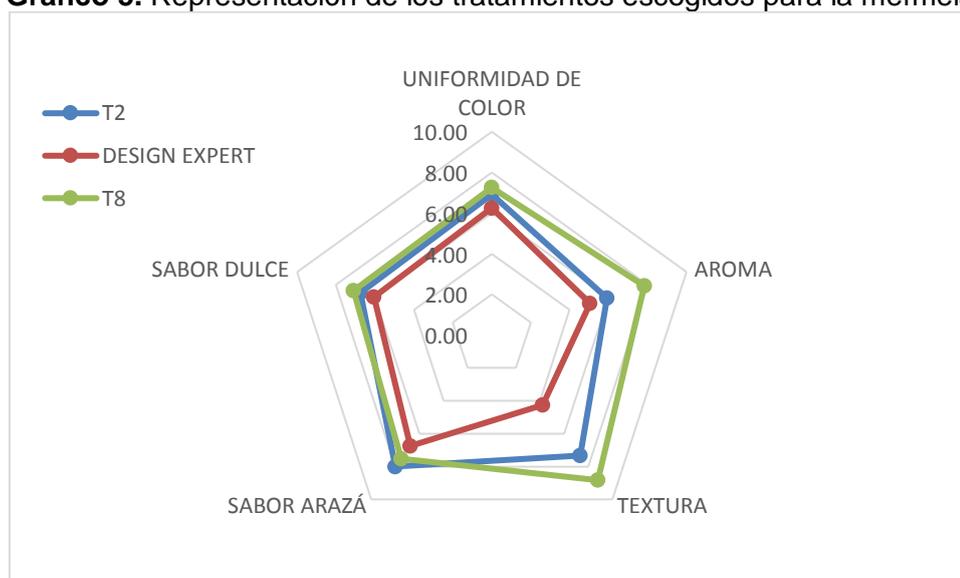
Por medio del QDA de la mermelada de arazá se obtuvieron dos tratamientos y por el programa *Design Expert* versión 11 se obtuvo un tratamiento, donde se puede observar similitud entre los atributos de uniformidad de color, sabor dulce y sabor arazá los cuales se muestran representados en la Tabla 30 y Gráfico 5:

Tabla 30. Tratamientos elegidos por QDA y *Design Expert* 11 para la mermelada

TRATAMIENTOS	UNIFORMIDAD DE COLOR	AROMA	TEXTURA	SABOR ARAZÁ	SABOR DULCE
DESIGN EXPERT	6.25	5.05	4.25	6.75	6.05
TRAT 2	6.92	5.92	7.33	8.00	6.75
TRAT 8	7.25	7.83	8.83	7.54	7.10

Elaborado por: La Autora

Gráfico 5. Representación de los tratamientos escogidos para la mermelada



Elaborado por: La Autora

Con los atributos que se evaluaron a la mermelada de arazá se pudo deducir que el sabor arazá y aroma fueron directamente proporcional a la cantidad de fruta que se usó para la elaboración, de igual manera la textura a la cantidad de azúcar.

El programa *Design Expert* versión 11 después de haber analizado cada uno de los atributos determinó que el tratamiento con mayor similitud a los resultados estadísticos es el Tratamiento 3.

La Tabla 31 muestra un modelo cúbico para el parámetro color, donde el ANOVA indica que el valor de F es 5.14 indicando que el modelo fue significativo. Existe sólo 2.98 % de probabilidad que un valor de F sea mayor, esto podría ocurrir por influencia del ruido, los valores de P inferior a 0.0500 indicaron términos de modelo significativos, mientras que los valores mayores a 0.1000 indicaron que el modelo no fue significativo. El valor de F en la falta de ajuste fue 0.81 que indicó que no es significativo en relación con el error puro. Teniendo un 40.91 % de probabilidad de que esta falta de ajuste ocurra por ruido.

Tabla 31. ANOVA de Uniformidad de color para mermelada de arazá

F.V.	SUMA DE CUADRADO	DF	CUADRADO MEDIO	F VALOR	P - VALOR PROB > F	
MODELO	3.6783	9	0.4087	5.1353	0.0298	*
LÍNEA DE MEZCLA						
AB	0.1709	2	0.0854	1.0735	0.3994	
AC	0.3258	1	0.3258	4.0933	0.0895	
BC	0.3081	1	0.3081	3.8717	0.0967	
BC	0.0054	1	0.0054	0.0673	0.8039	
ABC	0.3109	1	0.3109	3.9070	0.0955	
AB(A-B)	0.3619	1	0.3619	4.5467	0.0770	
AC(A-C)	0.2798	1	0.2798	3.5163	0.1099	
BC(B-C)	0.2148	1	0.2148	2.6986	0.1515	
RESIDUAL	0.4775	6	0.0796			
FALTA DE AJUSTE	0.0666	1	0.0666	0.8109	0.4091	NS
ERROR PURO	0.4109	5	0.0822			
TOTAL	4.1558	15				

(N.S.) = NO SIGNIFICATIVO, (*) = SIGNIFICATIVO (**) = MUY SIGNIFICATIVO

Fuente: *Design Expert* versión 11

Elaborado por: La Autora

La Tabla 32 muestra el valor de R² de 88 % que explica los factores e interacciones del color con el producto, el coeficiente de varianza obtuvo un valor bajo de 4.35.

Tabla 32. Estadística de ajuste de color en la mermelada

Desv. Stand.	0.2821	R²	0.8851
Media	6.48	Adj R²	0.7127
C.V. %	4.35	Pred R²	-34.862
PRESS	18.64	Adeq Precision	75.268

Fuente: *Design Expert* versión 11

Elaborado por: La Autora

En base a los datos ingresados en el programa *Design Expert* versión 11 se generó la siguiente ecuación en orden cúbica:

$$\begin{aligned} \text{UNIFORMIDAD DE COLOR} = & 43687.19515 * a - 44869.4078 * \\ & b - 43873.65841 * c + 25.13480 * a * b - 6.76535 * a * c + \\ & 50.95935 * b * c + 34.90767 * a * b * c - 18.09361 * a * b * (a - \\ & b) - 17.48201 * a * c * (a - c) - 0.353945 * b * c * (b - c) \end{aligned}$$

Se reemplazó por el mejor tratamiento escogido por *Design Expert* versión 11 donde:

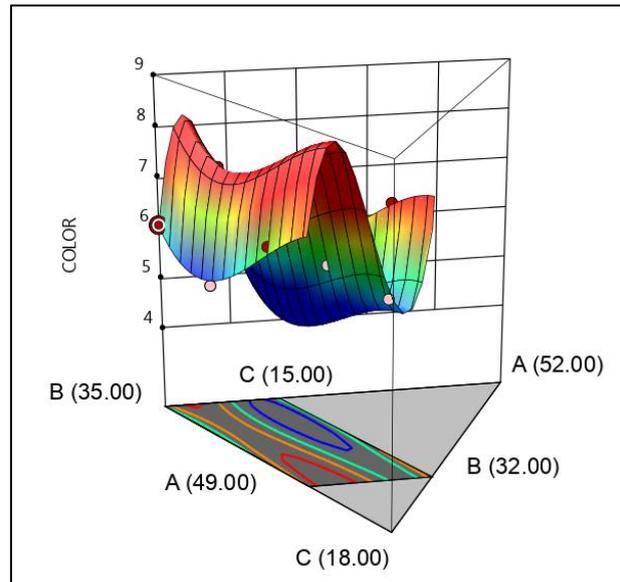
- a = arazá = 49.64 %
- b = azúcar = 32.36 %
- c = panela = 17.00 %

$$\text{UNIFORMIDAD DE COLOR} = 5.98$$

Se obtuvo un valor de uniformidad de color de 5.98 aproximándose a 6.01, valor óptimo que el programa *Design Expert* versión 11 determinó.

En el Gráfico 6 los puntos rojos indican los valores con mayor relevancia, representados por las restricciones que fueron A: arazá, B: azúcar y C: panela.

Gráfico 6. Uniformidad de color de la mermelada en 3D



Fuente: *Design Expert* versión 11
Elaborado por: La Autora

La Tabla 33 muestra un modelo cúbico para el parámetro aroma, donde el ANOVA indica que el valor de F es 11.96 indicando que el modelo fue significativo. Existe un pequeño porcentaje de 0.34 % de probabilidad que un valor de F sea mayor, esto podría ocurrir por influencia del ruido, los valores de P inferior a 0.0500 indicaron términos de modelo significativos, mientras que los valores mayores a 0.1000 indicaron que el modelo no fue significativo. El valor de F en la falta de ajuste fue 0.03 que indicó que no es significativo en relación con el error puro. Existe un porcentaje de probabilidad de 87.03 % de que esta falta de ajuste ocurra por ruido.

Tabla 33. ANOVA de Aroma para mermelada de arazá

F.V.	SUMA DE CUADRADO	DF	CUADRADO MEDIO	F VALOR	P - VALOR PROB > F	
MODELO	17.2683	9	1.9187	11.9641	0.0034	*
LÍNEA DE MEZCLA	3.6029	2	1.8015	11.2331	0.0094	
AB	1.9756	1	1.9756	12.3189	0.0127	
AC	2.0219	1	2.0219	12.6074	0.0121	
BC	0.0045	1	0.0045	0.0279	0.8727	
ABC	2.0652	1	2.0652	12.8778	0.0115	
AB(A-B)	1.8394	1	1.8394	11.4694	0.0147	
AC(A-C)	2.2775	1	2.2775	14.2015	0.0093	
BC(B-C)	0.1065	1	0.1065	0.6640	0.4463	
RESIDUAL	0.9622	6	0.1604			
FALTA DE AJUSTE	0.0057	1	0.0057	0.0295	0.8703	NS
ERROR PURO	0.9566	5	0.1913			
TOTAL	18.2306	15				

(N.S.) = NO SIGNIFICATIVO, (*) = SIGNIFICATIVO (**) = MUY SIGNIFICATIVO

Fuente: *Design Expert* versión 11

Elaborado por: La Autora

La Tabla 34 muestra el valor de R^2 de 94 % que explica los factores e interacciones del atributo aroma con el producto.

Tabla 34. Estadística de ajuste de aroma en la mermelada

Desv. Stand.	0.40	R^2	0.9472
Media	6.05	Adj R^2	0.868
C.V. %	6.62	Pred R^2	0.7299
PRESS	4.92	Adeq Precision	115.252

Fuente: *Design Expert* versión 11

Elaborado por: La Autora

Con los datos ingresados en el programa se generó la siguiente ecuación en orden cúbica para el aroma de la mermelada de arazá:

$$\begin{aligned} \text{AROMA} = & -106953.753 * a + 92900.8953 * b + 139057.794 * c + \\ & 283.037066 * a * b - 641.236812 * a * c - 47.3063206 * b * c - \\ & 89.9633379 * a * b * c + 40.793522 * a * b * (a - b) + 49.8725248 \\ & * a * c * (a - c) + 0.24922633 * b * c * (b - c) \end{aligned}$$

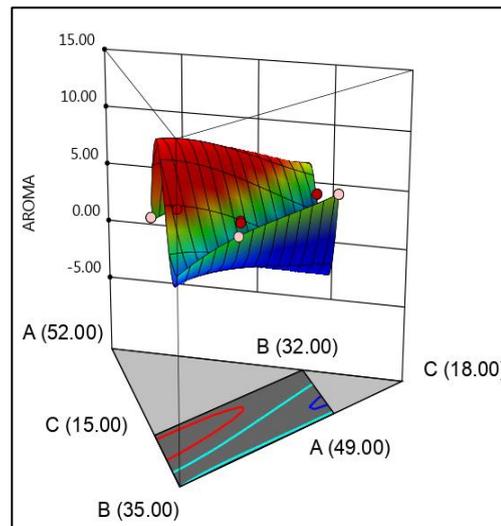
Se reemplazó por el mejor tratamiento escogido por *Design Expert* versión 11 donde:

- a = arazá = 49.64 %
- b = azúcar = 32.36 %
- c = panela = 17.00 %

$$\text{AROMA} = 4.50$$

Se obtuvo un valor de aroma de 4.50 aproximándose a 4.43 que es el valor óptimo para la mermelada en el programa *Design Expert* versión 11.

Gráfico 7. Aroma de la mermelada en 3D



Fuente: *Design Expert* versión 11

Elaborado por: La Autora

En el Gráfico 7 los puntos rojos indican los valores con mayor relevancia, representados por las restricciones que fueron A: arazá, B: azúcar y C: panela.

La Tabla 35 muestra un modelo cúbico para el parámetro textura, donde el ANOVA indica que el valor de F fue 4.87 indicando que el modelo fue significativo. Hay un porcentaje de 3.37 % de probabilidad que un valor de F sea mayor, esto podría ocurrir por influencia del ruido, los valores de P inferior a 0.0500 indicaron términos de modelo significativos, mientras que los valores mayores a 0.1000 indicaron que el modelo no es significativo. El valor de F en la falta de ajuste fue 0.02 que indicó que no fue significativo en relación con el error puro. Teniendo un 90.58 % de probabilidad de que esta falta de ajuste ocurra por ruido.

Tabla 35. ANOVA de Textura para mermelada de arazá

F.V.	SUMA DE CUADRADO	DF	CUADRADO MEDIO	F VALOR	P - VALOR PROB > F	
MODELO	0.6688	9	0.0743	4.87	0.0337	*
LÍNEA DE MEZCLA	0.1627	2	0.0813	5.33	0.0467	
AB	0.0063	1	0.0063	0.4120	0.5447	
AC	0.0052	1	0.0052	0.3398	0.5812	
BC	0.0023	1	0.0023	0.1476	0.7141	
ABC	0.0051	1	0.0051	0.3361	0.5832	
AB(A-B)	0.0080	1	0.0080	0.5252	0.4959	
AC(A-C)	0.0035	1	0.0035	0.2268	0.6507	
BC(B-C)	0.0153	1	0.0153	1.0026	0.3553	
RESIDUAL	0.0916	6	0.0153			
FALTA DE AJUSTE	0.0003	1	0.0003	0.0155	0.9058	NS
ERROR PURO	0.0913	5	0.0183			
TOTAL	0.7604	15				

(N.S.) = NO SIGNIFICATIVO, (*) = SIGNIFICATIVO (**) = MUY SIGNIFICATIVO

Fuente: *Design Expert* versión 11

Elaborado por: La Autora

La Tabla 36 muestra el valor de R² de 87 % que explica los factores e interacciones del atributo textura con el producto.

Tabla 36. Estadística de ajuste de textura en la mermelada

Desv. Stand.	0.1235	R²	0.8796
Media	2.51	Adj R²	0.6989
C.V. %	4.93	Pred R²	0.5198
PRESS	0.3651	Adeq Precision	7.2255

Fuente: *Design Expert* versión 11

Elaborado por: La Autora

Con los datos ingresados en el programa se generó la siguiente ecuación en orden cúbica para la textura de la mermelada de arazá:

$$\begin{aligned} \sqrt{\text{TEXTURA}} = & 5976.01618 * a - 7182.55089 * b - 4041.46425 * c \\ & + 24.70283 * a * b - 41.93441 * a * c + 12.46791 * b * c + 4.48341 \\ & * a * b * c - 2.69277 * a * b * (a - b) - 1.94440 * a * c * (a - c) - \\ & 0.094472 * b * c * (b - c) \end{aligned}$$

Se reemplazó por el mejor tratamiento escogido por *Design Expert* versión 11 donde:

- a = arazá = 49.64 %
- b = azúcar = 32.36 %
- c = panela = 17.00 %

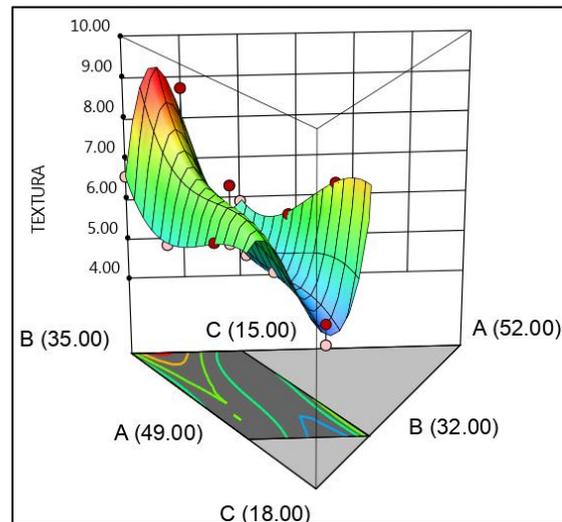
$$(\sqrt{\text{TEXTURA}})^2 = (2.21)^2$$

$$\text{TEXTURA} = 4.48$$

Se obtuvo un valor de textura de 4.48 aproximándose mucho a 4.50 que es el valor óptimo para la mermelada que designó el programa *Design Expert* versión 11.

En el Gráfico 8 los puntos rojos indican los valores con mayor relevancia, representados por las restricciones que fueron A: arazá, B: azúcar y C: panela.

Gráfico 8. Textura de la mermelada en 3D



Fuente: *Design Expert* versión 11

Elaborado por: La Autora

La Tabla 37 muestra un modelo cúbico para el parámetro sabor arazá, donde el ANOVA indica que el valor de F fue 4.16 indicando que el modelo fue significativo. Hay un porcentaje de 4.83 % de probabilidad que un valor de F sea mayor, esto podría ocurrir por influencia del ruido, los valores de P inferior a 0.0500 indicaron términos de modelo significativos, mientras que los valores mayores a 0.1000 indicaron que el modelo no es significativo. El valor de F en la falta de ajuste fue 0.01 que indicó que no fue significativo en relación con el error puro. Teniendo un 93.20 % de probabilidad de que esta falta de ajuste ocurra por ruido.

Tabla 37. ANOVA de Sabor arazá para mermelada

F.V.	SUMA DE CUADRADO	DF	CUADRADO MEDIO	F VALOR	P - VALOR PROB > F	
MODELO	5.1571	9	0.5730	4.1643	0.0483	*
LÍNEA DE MEZCLA						
AB	2.0929	2	1.0465	7.6052	0.0226	
AC	0.1732	1	0.1732	1.2586	0.3048	
BC	0.1690	1	0.1690	1.2278	0.3103	
ABC	0.2189	1	0.2189	1.5905	0.2541	
AB(A-B)	0.1697	1	0.1697	1.2330	0.3093	
AC(A-C)	0.1749	1	0.1749	1.2708	0.3027	
BC(B-C)	0.1345	1	0.1345	0.9775	0.3610	
RESIDUAL	0.0059	1	0.0059	0.0430	0.8427	
FALTA DE AJUSTE	0.8256	6	0.1376			NS
ERROR PURO	0.0013	1	0.0013	0.0081	0.9320	
TOTAL	0.8243	5	0.1649			
	5.9827	15				

(N.S.) = NO SIGNIFICATIVO, (*) = SIGNIFICATIVO (**) = MUY SIGNIFICATIVO

Fuente: *Design Expert* versión 11

Elaborado por: La Autora

La Tabla 38 muestra el valor de R² de 86 % que explica los factores e interacciones del atributo sabor arazá con el producto.

Tabla 38. Estadística de ajuste de sabor arazá en la mermelada

Desv. Stand.	0.37	R ²	0.862
Media	7.4	Adj R ²	0.655
C.V. %	5.02	Pred R ²	0.5948
PRESS	2.42	Adeq Precision	55.069

Fuente: *Design Expert* versión 11

Elaborado por: La Autora

Con los datos ingresados en el programa se generó la siguiente ecuación en orden cúbica para el sabor arazá de la mermelada:

$$\begin{aligned} \text{SABOR ARAZÁ} = & 30797.95179 * a - 30505.55962 * b - \\ & 27535.59032 * c - 5.637250511 * a * b - 67.39031419 * a * c - \\ & 51.42252199 * b * c + 25.7852058 * a * b * c - 12.5111583 * a * \\ & b * (a - b) - 12.12014841 * a * c * (a - c) - 0.05871826 * b * c * \\ & (b - c) \end{aligned}$$

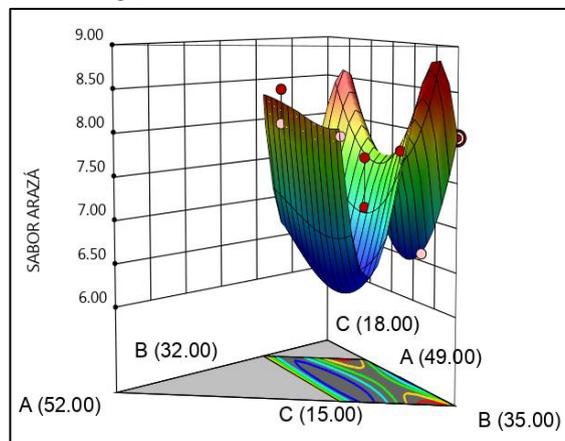
Se reemplazó por el mejor tratamiento escogido por *Design Expert* versión 11 donde:

- a = arazá = 49.64 %
- b = azúcar = 32.36 %
- c = panela = 17.00 %

$$\text{SABOR ARAZÁ} = 6.81$$

Se obtuvo un valor de sabor arazá de 6.81 aproximándose a 6.83 que es el valor óptimo para la mermelada de arazá que designó el programa *Design Expert* versión 11.

Gráfico 9. Sabor arazá de la mermelada en 3D



Fuente: *Design Expert* versión 11

Elaborado por: La Autora

En el Gráfico 9 los puntos rojos indican los valores con mayor relevancia, representados por las restricciones que fueron A: arazá, B: azúcar y C: panela.

La Tabla 39 muestra un modelo cúbico para el parámetro sabor dulce, donde el ANOVA indica que el valor de F fue 7.20 indicando que el modelo fue significativo. Hay un porcentaje de 1.30 % de probabilidad que un valor de F sea mayor, esto podría ocurrir por influencia del ruido, los valores de P inferior a 0.0500 indicaron términos de modelo significativos, mientras que los valores mayores a 0.1000 indicaron que el modelo no fue significativo. El valor de F en la falta de ajuste fue 0.21 que indicó que no es significativo en relación con el error puro. Teniendo un 66.81 % de probabilidad de que esta falta de ajuste ocurra por ruido.

Tabla 39. ANOVA de Sabor dulce para mermelada

F.V.	SUMA DE CUADRADO	DF	CUADRADO MEDIO	F VALOR	P - VALOR PROB > F	
MODELO	6.41	9	0.7121	7.20	0.0130	*
LÍNEA DE MEZCLA	1.57	2	0.7863	7.94	0.0206	
AB	0.8856	1	0.8856	8.95	0.0243	
AC	0.8602	1	0.8602	8.69	0.0257	
BC	0.0370	1	0.0370	0.3737	0.5634	
ABC	0.8333	1	0.8333	8.42	0.0273	
AB(A-B)	0.9378	1	0.9378	9.47	0.0217	
AC(A-C)	0.8317	1	0.8317	8.40	0.0274	
BC(B-C)	0.4125	1	0.4125	4.17	0.0873	
RESIDUAL	0.5938	6	0.0990			
FALTA DE AJUSTE	0.0236	1	0.0236	0.2071	0.6681	NS
ERROR PURO	0.5702	5	0.1140			
TOTAL	7.00	15				

(N.S.) = NO SIGNIFICATIVO, (*) = SIGNIFICATIVO (**) = MUY SIGNIFICATIVO

Fuente: *Design Expert* versión 11

Elaborado por: La Autora

La Tabla 40 muestra el valor de R^2 es de 91 % que explica los factores e interacciones del atributo sabor dulce con el producto.

Tabla 40. Estadística de ajuste de sabor dulce en la mermelada

Desv. Stand.	0.3146	R^2	0.9152
Media	6.49	Adj R^2	0.7880
C.V. %	4.85	Pred R^2	-0.1649
PRESS	8.16	Adeq Precision	10.0058

Fuente: *Design Expert* versión 11

Elaborado por: La Autora

Con los datos ingresados en el programa se generó la siguiente ecuación en orden lineal para el sabor dulce de la mermelada:

$$\begin{aligned} \text{SABOR DULCE} = & 71656.61 * a - 71237.74 * b - 79957.77 * c - \\ & 6.69068 * a * b + 153.278 * a * c + 129.36 * b * c + 57.145 * a * \\ & b * c - 29.127 * a * b * (a - b) - 30.1385 * a * c * (a - c) - 0.4905 \\ & * b * c * (b - c) \end{aligned}$$

Se reemplazó por el mejor tratamiento escogido por *Design Expert* versión 11 donde:

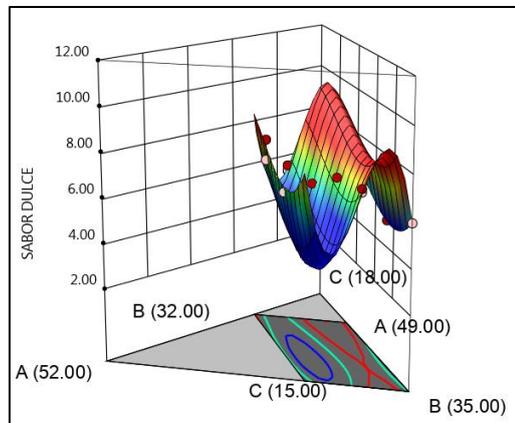
- a = arazá = 49.64 %
- b = azúcar = 32.36 %
- c = panela = 17.00 %

$$\text{SABOR DULCE} = 6.98$$

Se obtuvo un valor de sabor dulce de 6.98 aproximándose a 7.03 que es el valor óptimo para la mermelada que designó el programa *Design Expert* versión 11.

En el Gráfico 10 los puntos rojos indican los valores con mayor relevancia, representados por las restricciones que fueron A: arazá, B: azúcar y C: panela.

Gráfico 10. Sabor dulce de la mermelada en 3D

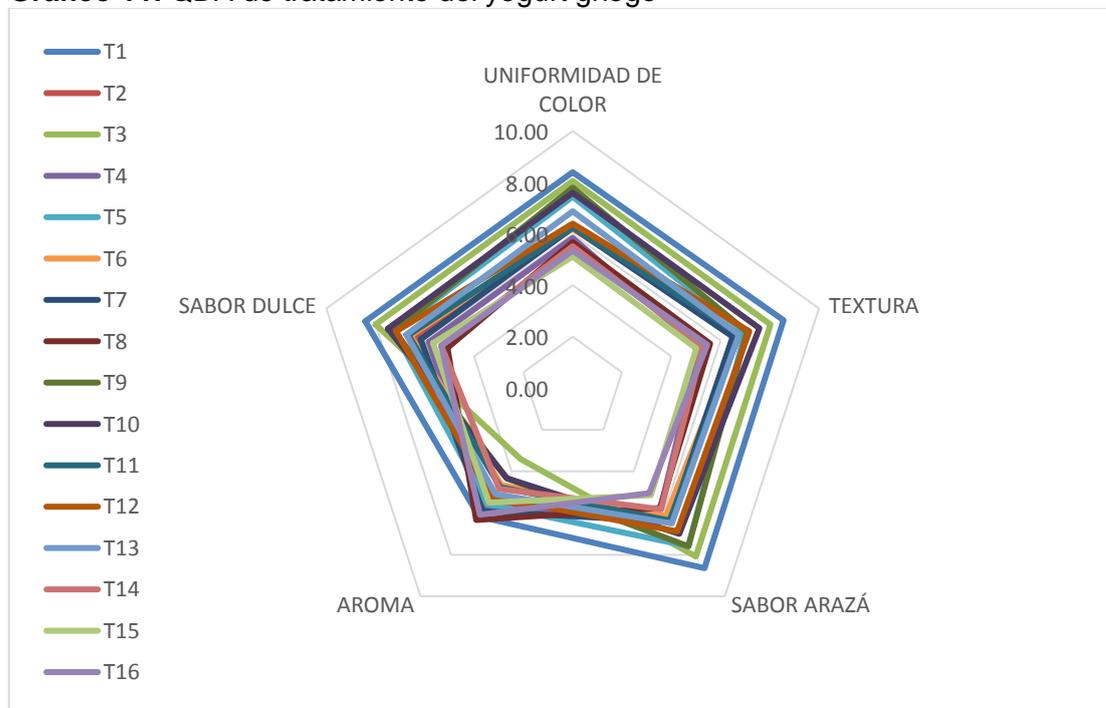


Fuente: *Design Expert* versión 11
Elaborado por: La Autora

4.4.2 Análisis sensorial al yogurt griego con mermelada de arazá.

En el Gráfico 11, se muestra que los tratamientos tuvieron variabilidad en la aceptación en todos los atributos, hay ciertos puntos con similitud.

Gráfico 11. QDA de tratamiento del yogurt griego



Elaborado por: La Autora

El T1 con un promedio de 8.42 fue el más destacado en sabor dulce, seguido por el T3 con 8. En aroma el T8 sobresalió con 6.33 de promedio seguido por el T1 con 6.17, mientras que el T1 y T3 sobresalieron en sabor arazá con promedio de 8.65 y 8.09 respectivamente.

El atributo aroma y sabor arazá se refiere a las características de la materia prima con la que fue elaborada la mermelada que luego se mezcló con el yogurt griego; la textura representa a la apariencia del yogurt debiendo ser muy espesa, el sabor dulce a la sacarosa presente y el color a la homogeneidad que debería presentar ambos productos.

En las Tablas 41 y 42 se muestran los promedios obtenidos al generar el análisis sensorial y la fórmula generada por *Design Expert* versión 11.

Tabla 41. Promedios de atributos generados en el QDA para el yogurt griego

PERFIL SENSORIAL					
	UNIFORMIDAD DE COLOR	TEXTURA	SABOR ARAZÁ	AROMA	SABOR DULCE
T1	8.40	8.56	8.65	6.17	8.42
T2	6.25	6.75	6.36	5.42	6.33
T3	8.06	8.03	8.09	3.42	8.00
T4	5.84	5.14	5.79	5.83	5.83
T5	7.45	7.00	7.59	5.58	7.25
T6	6.20	6.75	6.14	4.67	6.58
T7	6.25	6.50	6.42	5.92	6.17
T8	5.68	5.58	5.75	6.33	5.08
T9	7.80	7.08	7.60	4.33	7.25
T10	7.60	7.58	7.00	4.33	7.50
T11	6.25	6.75	6.36	4.75	6.67
T12	6.40	7.17	6.88	5.25	7.17
T13	6.88	6.75	6.50	5.08	6.75
T14	5.52	5.29	5.82	4.83	5.33
T15	5.12	5.02	5.15	5.50	5.67
T16	5.35	5.46	5.05	6.08	5.33

Elaborado por: La Autora

Fuente: *Design Expert* versión 11

Tabla 42. Fórmula designada por *Design Expert* 11 del yogurt griego

INGREDIENTES	(%)	(g)
Azúcar	13.33	66.65
Leche en polvo	6.33	31.65
Mermelada	10.34	51.7
Leche	50	250
Estabilizante	0.5	2.5
Conservante	0.5	2.5
Fermento	19	95
TOTAL	100	500

Fuente: *Design Expert* versión 11
Elaborado por: La Autora

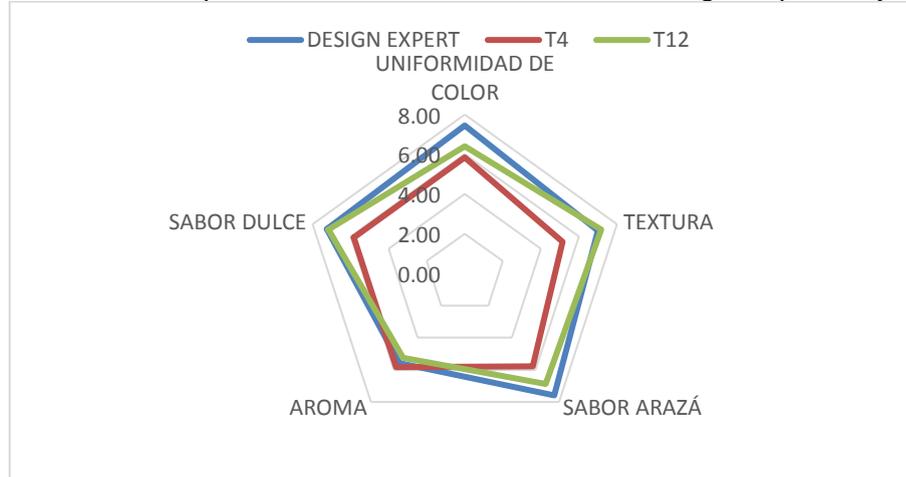
Por medio del QDA del yogurt tipo griego con mermelada de arazá se obtuvieron dos tratamientos idóneos y por el programa *Design Expert* versión 11 un tratamiento, donde se puede observar similitud entre los atributos, los cuales se muestran representados en la Tabla 43 y Gráfico 12:

Tabla 43. Tratamientos elegidos por QDA y *Design Expert* 11 para el yogurt griego

TRATAMIENTOS	UNIFORMIDAD DE COLOR	TEXTURA	SABOR ARAZÁ	AROMA	SABOR DULCE
DESIGN EXPERT	7.45	7.00	7.59	5.58	7.25
T4	5.84	5.14	5.79	5.83	5.83
T12	6.40	7.17	6.88	5.25	7.17

Elaborado por: La Autora

Gráfico 12. Representación de los tratamientos escogidos para el yogurt



Elaborado por: La Autora

El programa *Design Expert* versión 11 determinó que el tratamiento con mayor similitud a los resultados estadísticos es el tratamiento 5 después de haber analizado cada uno de los atributos.

Con los atributos que fue evaluado el yogurt griego con mermelada de arazá se pudo deducir que el sabor arazá y aroma fueron directamente proporcional a la cantidad de mermelada que fue añadida al yogurt, de igual manera el sabor dulce a la cantidad de azúcar.

La Tabla 44 muestra un modelo lineal para el parámetro uniformidad de color, donde el ANOVA indica que el valor de F fue 20.35 indicando que el modelo fue significativo. Existe 0.01 % de probabilidad que un valor de F sea mayor, esto podría ocurrir por influencia del ruido, los valores de P inferior a 0.0500 indicaron términos de modelo significativos, mientras que los valores mayores a 0.1000 indicaron que el modelo no es significativo. El valor de F en la falta de ajuste fue 0.70 que indicó que no fue significativo en relación con el error puro. Teniendo un 69.08 % de probabilidad de que esta falta de ajuste ocurra por ruido.

Tabla 44. ANOVA de Uniformidad de color para el yogurt griego

F.V.	SUMA DE CUADRADO	DF	CUADRADO MEDIO	F VALOR	P - VALOR PROB > F	
MODELO	0.4393	2	0.2197	20.35	< 0.0001	*
LÍNEA DE MEZCLA	0.4393	2	0.2197	20.35	< 0.0001	
RESIDUAL	0.1403	13	0.0108			
FALTA DE AJUSTE	0.0740	8	0.0092	0.6972	0.6908	NS
ERROR PURO	0.0663	5	0.0133			
TOTAL	0.5797	15				

(N.S.) = No significativo, (*) = Significativo (**) = Muy significativo

Fuente: *Design Expert* versión 11

Elaborado por: La Autora

La Tabla 45 muestra el valor de R^2 es de 75 % que explica los factores e interacciones del atributo color con el producto.

Tabla 45. Estadística de ajuste de color en el yogurt griego

Desv. Stand.	0.1039	R²	0.7579
Media	2.56	Adj R²	0.7207
C.V. %	4.07	Pred R²	0.6371
PRESS	0.2104	Adeq Precision	14.2533

Fuente: *Design Expert* versión 11

Elaborado por: La Autora

En base a los datos ingresados en el programa *Design Expert* versión 11 se generó la siguiente ecuación en orden lineal:

$$\sqrt{\text{UNIFORMIDAD DE COLOR}} = 0.238444 * a - 0.034753 * b - 0.082172 * c$$

Se reemplazó por el mejor tratamiento escogido por *Design Expert* versión 11 donde:

- a = azúcar = 13.33 %
- b = leche en polvo = 6.33 %
- c = mermelada = 10.33 %

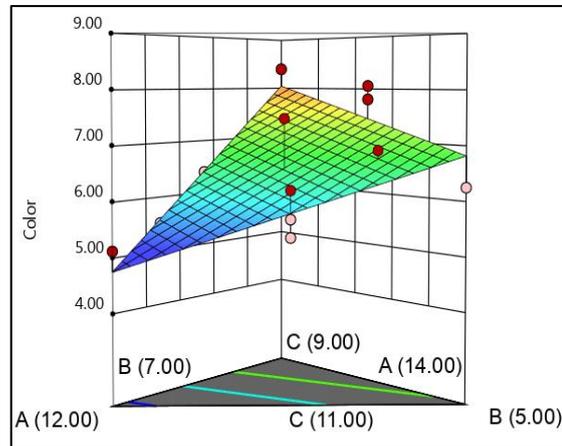
$$(\sqrt{\text{UNIFORMIDAD DE COLOR}})^2 = (2.54)^2$$

$$\text{UNIFORMIDAD DE COLOR} = 6.45$$

Se obtuvo un valor de uniformidad de color de 6.45 aproximándose a 6.27 valor óptimo que el programa *Design Expert* versión 11 determinó.

En el Gráfico 13 los puntos rojos indican los valores con mayor relevancia, representados por las restricciones que fueron A: azúcar, B: leche en polvo y C: mermelada.

Gráfico 13. Uniformidad de color del yogurt griego en 3D



Fuente: *Design Expert* versión 11
Elaborado por: La Autora

La Tabla 46 muestra un modelo lineal para el parámetro textura, donde el ANOVA indica que el valor de F es 13.24 indicando que el modelo fue significativo. Existe un pequeño porcentaje de 0.07 % de probabilidad que un valor de F sea mayor, esto podría ocurrir por influencia del ruido, los valores de P inferior a 0.0500 indicaron términos de modelo significativos, mientras que los valores mayores a 0.1000 indicaron que el modelo no es significativo. El valor de F en la falta de ajuste fue 0.36 que indicó que no fue significativo en relación con el error puro. Teniendo un 90.47 % de probabilidad de que esta falta de ajuste ocurra por ruido.

Tabla 46. ANOVA de Textura para el yogurt griego

F.V.	SUMA DE CUADRADO	DF	CUADRADO MEDIO	F VALOR	P - VALOR PROB > F	
MODELO	0.4210	2	0.2105	13.24	0.0007	*
LÍNEA DE MEZCLA	0.4210	2	0.2105	13.24	0.0007	
RESIDUAL	0.2067	13	0.0159			
FALTA DE AJUSTE	0.0753	8	0.0094	0.3586	0.9047	NS
ERROR PURO	0.1313	5	0.0263			
TOTAL	0.6277	15				

(N.S.) = No significativo, (*) = Significativo (**) = Muy significativo

Fuente: *Design Expert* versión 11

Elaborado por: La Autora

La Tabla 47 muestra el valor de R^2 es de 67 % que explica los factores e interacciones del atributo textura con el producto.

Tabla 47. Estadística de ajuste de textura del yogurt griego

Desv. Stand.	0.1261	R²	0.6707
Media	2.56	Adj R²	0.6201
C.V. %	4.93	Pred R²	0.5660
PRESS	0.2724	Adeq Precision	11.5327

Fuente: *Design Expert* versión 11

Elaborado por: La Autora

Con los datos ingresados en el programa se generó la siguiente ecuación en orden lineal para la textura del yogurt griego con mermelada de arazá:

$$\sqrt{\text{TEXTURA}} = 0.233616 * a + 0.043912 * b - 0.081209 * c$$

Se reemplazó por el mejor tratamiento escogido por *Design Expert* versión 11 donde:

- a = azúcar = 13.33 %
- b = leche en polvo = 6.33 %
- c = mermelada = 10.33 %P

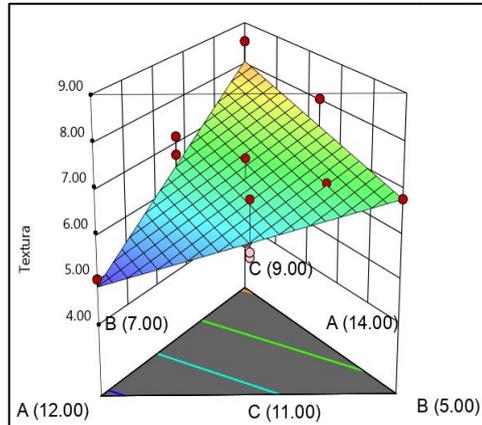
$$(\sqrt{\text{TEXTURA}})^2 = (2.55)^2$$

$$\text{TEXTURA} = 6.51$$

Se obtuvo un valor de textura de 6.51 aproximándose a 6.26, valor óptimo para el yogurt griego en el programa *Design Expert* versión 11.

En el Gráfico 14 los puntos rojos indican los valores con mayor relevancia, representados por las restricciones.

Gráfico 14. Textura del yogurt griego en 3D



Fuente: *Design Expert* versión 11
Elaborado por: La Autora

La Tabla 48 muestra un modelo lineal para el parámetro sabor arazá, donde el ANOVA indica que el valor de F es 5.53 indicando que el modelo fue significativo. Hay un porcentaje de 1.83 % de probabilidad que un valor de F sea mayor, esto podría ocurrir por influencia del ruido, los valores de P inferior a 0.0500 indicaron términos de modelo significativos, mientras que los valores mayores a 0.1000 indicaron que el modelo no es significativo. El valor de F en la falta de ajuste fue 0.48 que indicó que no fue significativo en relación con el error puro. Teniendo un 82.85 % de probabilidad de que esta falta de ajuste ocurra por ruido.

Tabla 48. ANOVA de Sabor arazá del yogurt griego

F.V.	SUMA DE CUADRADO	DF	CUADRADO MEDIO	F VALOR	P - VALOR PROB > F	
MODELO	0.4003	2	0.2002	14.62	0.0005	*
LÍNEA DE MEZCLA	0.4003	2	0.2002	14.62	0.0005	
RESIDUAL	0.1780	13	0.0137			
FALTA DE AJUSTE	0.0809	8	0.0101	0.5200	0.8040	NS
ERROR PURO	0.0972	5	0.0194			
TOTAL	0.5784	15				

(N.S.) = No significativo, (*) = Significativo (**) = Muy significativo

Fuente: *Design Expert* versión 11
Elaborado por: La Autora

La Tabla 49 muestra el valor de R² es de 69 % que explica los factores e interacciones del atributo sabor arazá con el producto.

Tabla 49. Estadística de ajuste de sabor arazá del yogurt griego

Desv. Stand.	0.1170	R²	0.6922
Media	2.56	Adj R²	0.6448
C.V. %	4.58	Pred R²	0.5750
PRESS	0.2458	Adeq Precision	12.1330

Fuente: *Design Expert* versión 11

Elaborado por: La Autora

Con los datos ingresados en el programa se generó la siguiente ecuación en orden lineal para el sabor arazá del yogurt griego:

$$\sqrt{\text{SABOR ARAZÁ}} = 0.224358 * a + 0.065907 * b - 0.083062 * c$$

Se reemplazó por el mejor tratamiento escogido por *Design Expert* versión 11 donde:

- a = azúcar = 13.33 %
- b = leche en polvo = 6.33 %
- c = mermelada = 10.33 %

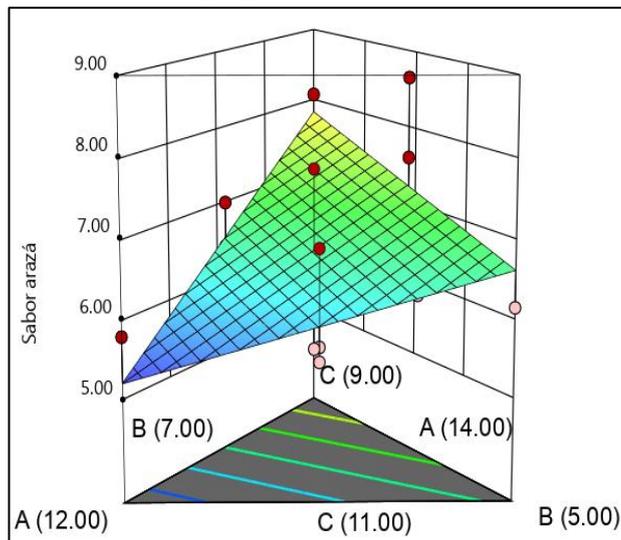
$$(\sqrt{\text{SABOR ARAZÁ}})^2 = (2.54)^2$$

$$\text{SABOR ARAZA} = 6.50$$

Se obtuvo un valor de sabor arazá de 6.50 estando dentro del rango de los valores óptimos para el yogurt griego que designó el programa *Design Expert* versión 11.

En el Gráfico 15 los puntos rojos indican los valores con mayor relevancia, representados por las restricciones.

Gráfico 15. Sabor arazá del yogurt griego en 3D



Fuente: *Design Expert* versión 11

Elaborado por: La Autora

La Tabla 50 muestra un modelo cúbico especial para el parámetro aroma, donde el ANOVA indica que el valor de F es 4.65 indicando que el modelo fue significativo. Hay un porcentaje de 2.00 % de probabilidad que un valor de F sea mayor, esto podría ocurrir por influencia del ruido, los valores de P inferior a 0.0500 indicaron términos de modelo significativos, mientras que los valores mayores a 0.1000 indicaron que el modelo no es significativo. El valor de F en la falta de ajuste fue 0.17 que indicó que no fue significativo en relación con el error puro. Teniendo un 94.35 % de probabilidad de que esta falta de ajuste ocurra por ruido.

Tabla 50. ANOVA de Aroma para el yogurt griego

F.V.	SUMA DE CUADRADO	DF	CUADRADO MEDIO	F VALOR	P - VALOR PROB> F	
MODELO	0.3658	6	0.0610	4.65	0.0200	*
LÍNEA DE MEZCLA	0.0799	2	0.0400	3.05	0.0974	
AB	0.0200	1	0.0200	1.53	0.2479	
AC	0.0122	1	0.0122	0.9292	0.3602	
BC	0.1676	1	0.1676	12.80	0.0060	
ABC	0.0635	1	0.0635	4.85	0.0552	
RESIDUAL	0.1179	9	0.0131			
FALTA DE AJUSTE	0.0143	4	0.0036	0.1721	0.9435	NS
ERROR PURO	0.1036	5	0.0207			
TOTAL	0.4837	15				

(N.S.) = NO SIGNIFICATIVO, (*) = SIGNIFICATIVO (**) = MUY SIGNIFICATIVO

Fuente: *Design Expert* versión 11

Elaborado por: La Autora

La Tabla 51 muestra el valor de R² es de 75 % que explica los factores e interacciones del atributo aroma con el producto.

Tabla 51. Estadística de ajuste de aroma para el yogurt griego

Desv. Stand.	0.1145	R²	0.7562
Media	2.28	Adj R²	0.5937
C.V. %	5.03	Pred R²	0.1728
PRESS	0.4001	Adeq Precision	7.2132

Fuente: *Design Expert* versión 11

Elaborado por: La Autora

Con los datos ingresados en el programa se generó la siguiente ecuación en orden cúbica especial para el aroma del yogurt griego:

$$\sqrt{\text{AROMA}} = -136.57338 * a - 376.61750 * b - 187.29098 * c + 36.24876 * a * b + 22.18636 * a * c + 43.63909 * b * c - 3.2915 * a * b * c$$

Se reemplazó por el mejor tratamiento escogido por *Design Expert* versión 11 donde:

- a = azúcar = 13.33 %
- b = leche en polvo = 6.33 %
- c = mermelada = 10.33 %

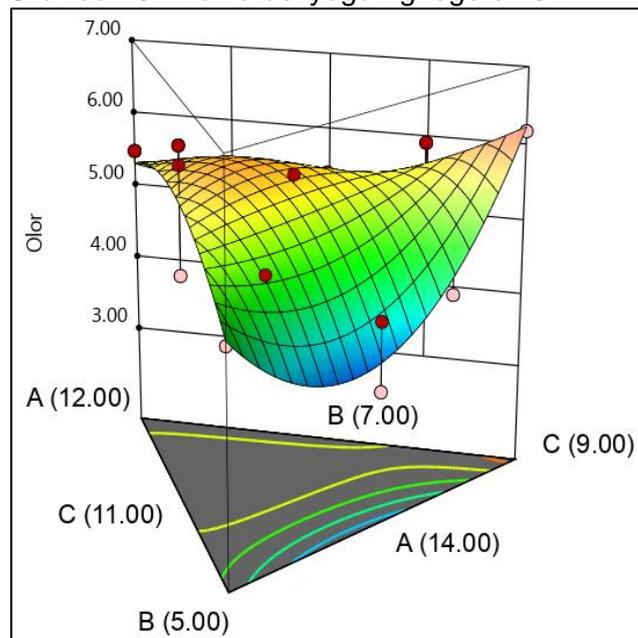
$$(\sqrt{\text{AROMA}})^2 = (2.13)^2$$

$$\text{AROMA} = 4.55$$

Se obtuvo un valor de aroma de 4.55 encontrándose dentro del rango de los valores óptimos para el yogurt griego que designó el programa *Design Expert* versión 11.

En el Gráfico 16 se puede observar que los puntos rojos indican los valores con mayor relevancia, representados por las restricciones que fueron A: arazá, B: azúcar y C: panela.

Gráfico 16. Aroma del yogurt griego en 3D



Fuente: *Design Expert* versión 11

Elaborado por: La Autora

La Tabla 52 muestra un modelo lineal para el parámetro sabor dulce, donde el ANOVA indica que el valor de F es 10.87 indicando que el modelo fue significativo. Hay un porcentaje de 0.17 % de probabilidad que un valor de F sea mayor, esto podría ocurrir por influencia del ruido, los valores de P inferior a 0.0500 indicaron términos de modelo significativos, mientras que los valores mayores a 0.1000 indicaron que el modelo no es significativo. El valor de F en la falta de ajuste es 0.49 que indicó que no fue significativo en relación con el error puro. Teniendo un 82.44 % de probabilidad de que esta falta de ajuste ocurra por ruido.

Tabla 52. ANOVA de Sabor dulce para el yogurt griego

F.V.	SUMA DE CUADRADO	DF	CUADRADO MEDIO	F VALOR	P - VALOR PROB> F	
MODELO	0.3447	2	0.1724	10.87	0.0017	*
LÍNEA DE MEZCLA	0.3447	2	0.1724	10.87	0.0017	
RESIDUAL	0.2062	13	0.0159			
FALTA DE AJUSTE	0.0905	8	0.0113	0.4885	0.8244	NS
ERROR PURO	0.1158	5	0.0232			
TOTAL	0.5510	15				

(N.S.) = NO SIGNIFICATIVO, (*) = SIGNIFICATIVO (**) = MUY SIGNIFICATIVO

Fuente: *Design Expert* versión 11

Elaborado por: La Autora

La Tabla 53 muestra el valor de R² es de 62 % que explica los factores e interacciones del atributo sabor dulce con el producto.

Tabla 53. Estadística de ajuste de sabor dulce en la mermelada

Desv. Stand.	0.1260	R ²	0.6257
Media	2.56	Adj R ²	0.5681
C.V. %	4.92	Pred R ²	0.4418
PRESS	0.3075	Adeq Precision	10.4625

Fuente: *Design Expert* versión 11

Elaborado por: La Autora

Con los datos ingresados en el programa se generó la siguiente ecuación en orden lineal para el sabor dulce del yogurt griego:

$$\sqrt{\text{SABOR DULCE}} = 0.218055 * a + 0.053935 * b - 0.067248 * c$$

Se reemplazó por el mejor tratamiento escogido por *Design Expert* versión 11 donde:

- a = azúcar = 13.33 %
- b = leche en polvo = 6.33 %
- c = mermelada = 10.33 %

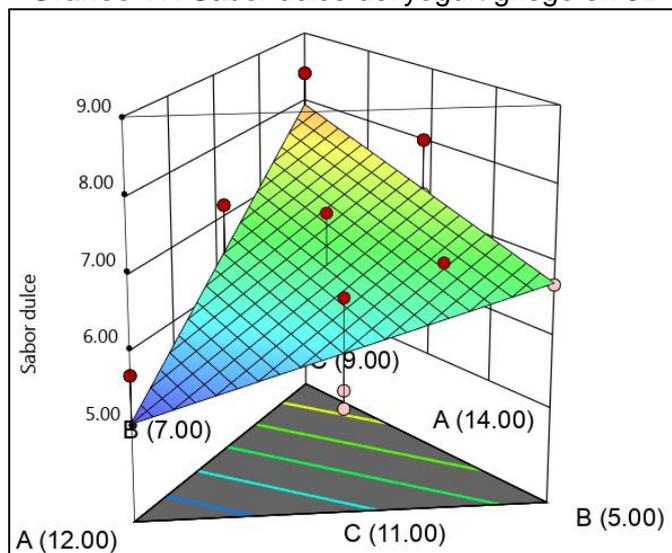
$$(\sqrt{\text{SABOR DULCE}})^2 = (2.55)^2$$

$$\text{SABOR DULCE} = 6.51$$

Se obtuvo un valor de sabor dulce de 6.51 permaneciendo dentro del rango de los valores óptimos para este atributo del yogurt griego que designó el programa *Design Expert* versión 11.

En el Gráfico 17 los puntos rojos indican los valores con mayor relevancia, representados por las restricciones.

Gráfico 17. Sabor dulce del yogurt griego en 3D



Fuente: *Design Expert* versión 11

Elaborado por: La Autora

4.5 Análisis de costo

La Tabla 54 muestra el costo unitario de la mermelada de arazá, y la Tabla 55 muestra los costos de insumos y materias primas, no están incluidos costos de mano de obra, servicios básicos (agua y energía eléctrica). Con 1000 g de insumos y materia prima del producto final se obtienen 200 g de producto final; es decir una relación 1:5 debido a que pierde peso en el proceso de filtración.

Tabla 54. Análisis de costo de 200 g de mermelada de arazá

Ingredientes	Cantidad (g)	USD (\$)
Arazá	99.28	0.07
Azúcar	64.72	0.04
Panela	34	0.04
Pectina	1	0.05
Ac. Cítrico	1	0.01
Costo Unitario		0.21

Elaborado por: La Autora

Tabla 55. Análisis de costo para presentación de 200 g de yogurt griego con mermelada de arazá

Insumos	Cantidad (g)	USD (\$)
Azúcar	133.3	0.08
Leche en polvo	63.3	0.18
Mermelada	103.4	0.1
Leche	500	0.22
Estabilizante	5	0.06
Conservante	5	0.06
Fermento	190	0.05
Envase	1 envase	0.12
Etiqueta	1 etiqueta	0.03
Costo Unitario		0.90

Elaborado por: La Autora

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Las características físicas y químicas de la pulpa de arazá fueron determinadas por sus respectivos métodos obteniendo 3.33 pH, 4.5 °Brix, 0.95 % de cenizas y 2.05 g de acidez, estos valores definieron que la materia prima se encontraba en óptimo estado para ser procesada.
- El programa *Design Expert* versión 11 sirvió para obtener los diseños experimentales con 16 tratamientos los que fueron analizados física, química y sensorialmente para determinar la mejor formulación que fue 13.33 % de azúcar, 6.33% de leche en polvo y 10.34 % de mermelada, obteniendo un producto final con características organolépticas de las dos mezclas.
- El mejor tratamiento fue evaluado con los requisitos que indican en las Normas INEN 2395 para leches fermentadas obteniendo 7.11 % de proteína y 0.93 % de grasa, la proteína es elevada debido a que el yogurt griego es sometido por método de filtración donde se obtienen una textura más sólida que el yogurt tipo I por esta razón se concentra la proteína y se disminuye en el suero la grasa, mientras que los análisis microbiológicos resultaron óptimos porque no hubo presencia de *Escherichia coli* ni de mohos y levaduras en el producto.
- El costo unitario del yogurt griego con mermelada de arazá fue de \$ 0.90, lo que mostró que es un producto que puede competir con otros similares en el mercado.

5.2 Recomendaciones

- Realizar estudios similares usando otro tipo de materia prima no tradicional.
- Realizar el análisis sensorial con un yogurt griego comercial.
- Incubar el yogurt a la temperatura correcta para que ocurra la fermentación láctea adecuadamente y no un producto con baja textura.
- Realizar el segundo enfriamiento del yogurt rápidamente para evitar que se acidifique.
- Procesar los productos cumpliendo las buenas prácticas de manufactura para evitar contaminación.
- Realizar los análisis microbiológicos cumpliendo con buenas prácticas de laboratorio, haciendo que el área de trabajo este aséptica y así evitar que en el momento de la siembra se contaminen las muestras.

BIBLIOGRAFÍA

- Alimentarius, C. (2007). *Norma General del Codex para el uso de términos lecheros. CODEX STAN, 206-1999.*
- Alimentarius, C. (2009). *Norma general del Codex para las confituras jaleas y mermeladas.* Consultado en línea el 12 de Agosto de 2015.
- Barrera, J. A., Hernández, M. S., Galvis, J. A., y Acosta, J. (1996). *Prefactibilidad técnico-económica para el procesamiento del arazá (Eugenia stipitata Me Vaugh) y del copoazú (Theobroma grandiflorum Will. ex Spreng), en la zona de colonización de San José del Guaviare. Agronomía colombiana, 13(1), 91-105.*
- Barrera, J., y Hernández, M. (2004). *Bases Técnicas para el Aprovechamiento Agroindustrial de las Especies Nativas de la Amazonia. Editora Guadalupe Ltda., Bogotá, Colombia, 11-20.*
- Bello, J. M., Quiñones Ramírez, E. I., y Vázquez Salinas, C. (2005). *Productos lácteos: la llave de la metamorfosis. Artículos.*
- CANILEC. (2014). *Aspectos claves para la industria 2014.* Obtenido de <http://www.canilec.org.mx/Revista/revista2014/julio-sep14.pdf>
- Climate-data. (2016). *Clima:Guayaquil.* Obtenido de <https://es.climate-data.org/location/2962/>
- Cuellar, F. A., Ariza, E., Anzola, C., y Restrepo, P. (2013). *Estudio de la capacidad antioxidante del arazá (Eugenia stipitata Mc Vaugh) durante la maduración. Revista Colombiana de Química, 42(2), 21-28.*

Donadio, L. C., y Moro, F. V. (2002, August). *Potential of Brazilian Eugenia Myrtaceae-as ornamental and as a fruit crop*. In *XXVI International Horticultural Congress: Citrus and Other Subtropical and Tropical Fruit Crops: Issues, Advances and 632*(pp. 65-68).

EKOS. (2017). *Productos lácteos: menor consumo*. Obtenido de <http://www.ekosnegocios.com/negocios/m/verArticulo.aspx?idArt=8909>

Enríquez, S. D. (2015). *Proyecto para la exportación de pulpa de Arazá hacia el mercado Norteamericano* (Bachelor's thesis, Universidad de Guayaquil Facultad de Ciencias Administrativas).

Escobar, C., Zuluzaga, J., y Martínez, A. (1996). *El cultivo de arazá*. Corpoica, Florencia, Caquetá, COL.

Espín Vaca, A. L. (2016). *Exportación de mermelada de Araza hacia Alemania* (Bachelor's thesis, Quito, Universidad de las Américas, 2016).

FEN. (s.f.). *Yogur*. Obtenido de <http://www.fen.org.es/mercadoFen/pdfs/yogur.pdf>

Ferreira, S. D. N., y Gentil, D. D. O. (1999). *Arazá (Eugenia stipitata): cultivo y utilización; manual técnico* (No. 634.42 F383). Tratado de Cooperación Amazónica, Caracas (Venezuela). Secretaria Pro-Tempore.

Figueroa Malte, M. L., y Jaramillo Pineda, A. M. (2013). *Estudio de factibilidad para la creación de una empresa de producción, industrialización y comercialización de la fruta arazá (EUGENIA STIPITATA SUBSP) en la zona de Lita provincia de Imbabura* (Bachelor's thesis).

Gentil, D. F. O., y Clement, C. R. (1996, October). *THE ARAZA (EUGENIA STIPIFATA): RESULTS AND RESEARCH DIRECTIONS*. In *International Symposium on Myrtaceae* 452(pp. 9-18).

Hernández, E. (2005). *Evaluación sensorial*. Universidad Nacional Abierta ya Distancia-UNAD. Bogotá, Colombia. 2005.[[link](#)].

Hernández, M., Barrera, G, J., y Carrillo, M. (2006). *ARAZÁ*.

Instituto Nacional Autonomo de Investigaciones Agropecuarias, Quito (Ecuador). Estacion Experimental Santa Catalina. Departamento de Nutricion y Calidad. (2009). *Potencial nutritivo, funcional y procesamiento de tres frutales amazonicos*.

López, J., García, N., y Salazar, R. (2010). *Proyecto de valoración financiera de la elaboración y comercialización de pulpa de arazá para la ciudad de Guayaquil. Escuela Superior Politecnica del Litoral. Guayaquil–Ecuador*.

Meyer, A. L., Elmadfa, I., Herbacek, I., y Micksche, M. (2007). Probiotic, as well as conventional yogurt, can enhance the stimulated production of proinflammatory cytokines. *Journal of human nutrition and dietetics*, 20(6), 590-598.

Montero Marín, A., Limia Sánchez, A., Franco Vargas, E., y Belmonte Cortés, S. (2006). Estudio de declaraciones nutricionales y saludables en el etiquetado de leches fermentadas. *Nutrición Hospitalaria*, 21(3), 338-345.

Norma, INEN. (1987). *NTE INEN 0419: Conservas vegetales mermelada de frutas requisitos*.

- Norma, INEN. (2011). NTE INEN 2395:2011 *Leches fermentadas, requisitos*.
- Norma, INEN. (2012). NTE INEN 2337: *Jugos, pulpas, concentrados, néctares, bebidas de frutas y vegetales*.
- Norma, INEN. (2013). NTE INEN 2825: *Norma para las confituras, jaleas y mermeladas*.
- Norma, INEN. (2015). NTE INEN 9: *Leche cruda, requisitos*.
- Pinduisaca G, V. (2011). *Evaluación del Yogurt Tipo I Elaborado con Diferentes Mermeladas de Frutas no Tradicionales, Borojoa Patinoi (Borojo), Morinda Citrifolia (Noni) y Eugenia Stipitata (Araza)* (Bachelor's thesis).
- Pinedo P., M. H. (1981). *El cultivo del arazá*. Iquitos, INIA/CIPA XVI. 15 p.
- Rodríguez Sandoval, E., y Bastidas Garzón, P. (2009). *Evaluating the cooking process for obtaining hard candy from araza (Eugenia stipitata) pulp*. Ingeniería e Investigación, 29(2), 35-41.
- Vélez, J. F. (2012). *Aprovechamiento de la pulpa de arazá "Eugenia stipitata" en la producción de confite duro como complemento alimentario* universidad católica de cuenca.
- Vignale, B., y Bisio, L. (2005). *Selección de frutales nativos en Uruguay*. Agrociencia, 9(1-2), 35-39.
- Vilanova, F. H. B. (1969). *Mermeladas de frutas*. Ministerio de Agricultura.

Villeda, F., C. (2015). *Elaboración de yogur estilo griego con diferentes porcentajes de ATECAL, leche en polvo y horas de desuerado.*

Watts, B. M., Ylimaki, G. L., Jeffery, L. E., y Elias, L. G. (1989). *Basic sensory methods for food evaluation.* IDRC, Ottawa, ON, CA.

ANEXOS

Anexo 1. Elaboración de la mermelada de arazá



Elaborado: La Autora

Anexo 2. Tratamientos procesados



Elaborado: La Autora

Anexo 3. Mejor tratamiento de la mermelada de arazá



Elaborado: La Autora

Anexo 4. Análisis al arazá



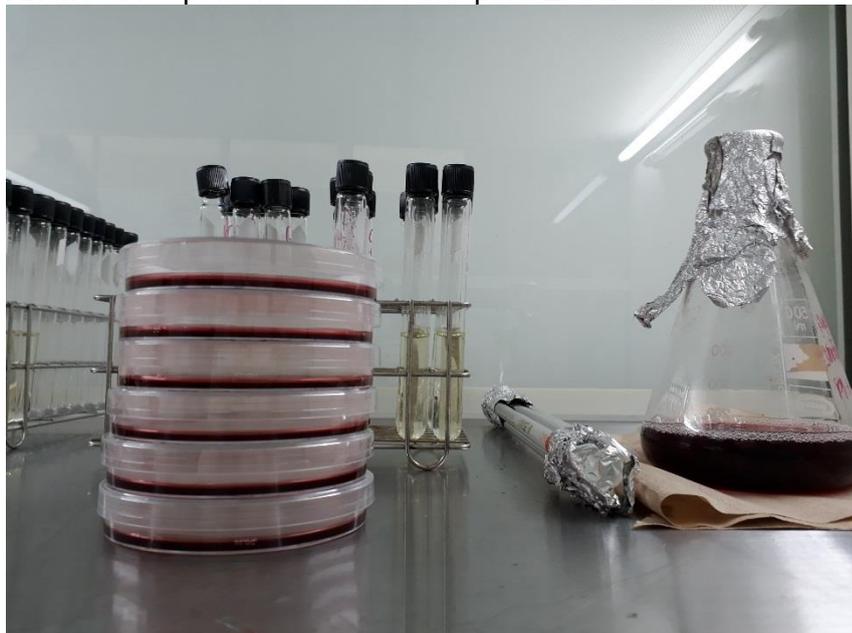
Elaborado: La Autora

Anexo 5. Producto final con la mejor formulación



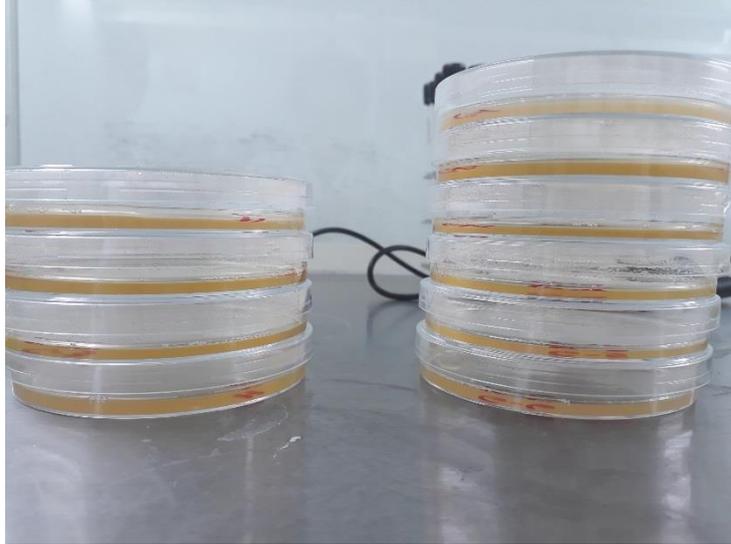
Elaborado: La Autora

Anexo 6. Preparación de muestras para *Esterichia coli*



Elaborado: La Autora

Anexo 7. Preparación de muestras para Mohos y Levaduras



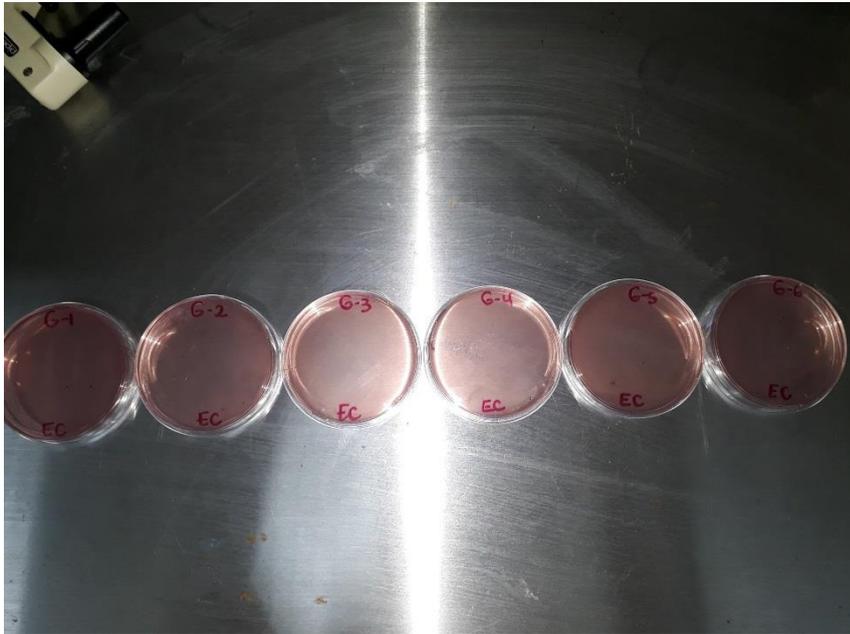
Elaborado: La Autora

Anexo 8. Incubación de las muestras sembradas



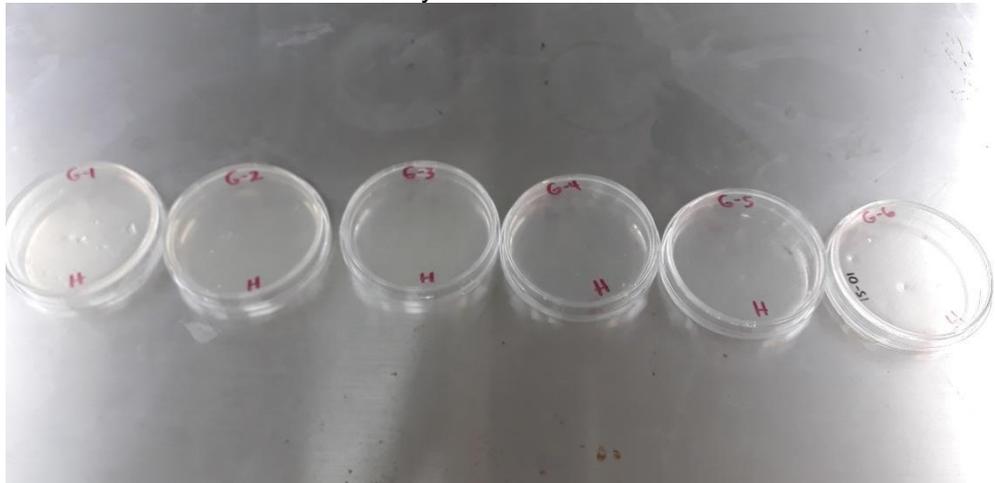
Elaborado: La Autora

Anexo 9. Ausencia de *Esterichia coli*



Elaborado: La Autora

Anexo 10. Ausencia de Mohos y Levaduras



Elaborado: La Autora



**Presidencia
de la República
del Ecuador**



**Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes**



SENESCYT
Secretaría Nacional de Educación Superior,
Ciencia, Tecnología e Innovación

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Bolaños Mendoza Gabriela Isabel**, con C.C: # 0931074611 autora del trabajo de titulación: **Desarrollo de un yogurt tipo griego con mermelada de arazá (*Eugenia stipitata* McVaugh)** previo a la obtención del título de **Ingeniera Agroindustrial con concentración en Agronegocios** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 6 de marzo de 2018

f. _____

Nombre: **Bolaños Mendoza, Gabriela Isabel**

C.C: **0931074611**



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TEMA Y SUBTEMA:	Desarrollo de un yogurt tipo griego con mermelada de arazá (<i>Eugenia stipitata</i> McVaugh)		
AUTOR(ES)	Gabriela Isabel, Bolaños Mendoza		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Dra. Moreno Veloz, Ema Nofret, M. Sc		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo		
CARRERA:	Ingeniería Agroindustrial		
TÍTULO OBTENIDO:	Ingeniera Agroindustrial con concentración en Agronegocios		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	6 de marzo de 2018	No. DE PÁGINAS:	98 páginas
ÁREAS TEMÁTICAS:	Producción de alimentos, Calidad, Agroindustria		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	arazá, mermelada, yogurt griego, prueba sensorial, análisis físico, análisis químico, análisis microbiológico.		
RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras):			
<p>El objetivo del presente Trabajo de Titulación fue desarrollar un yogurt tipo griego con mermelada de arazá (<i>Eugenia stipitata</i> McVaugh), que cumpla con los requisitos establecidos por las Normas del Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). Se obtuvieron diseños de mezclas con el programa <i>Design Expert</i> versión 11, donde se ingresaron las respectivas restricciones para el producto a elaborar teniendo 16 formulaciones para la mermelada de arazá y 16 para el yogurt tipo griego; fueron procesados cada uno de los tratamientos con tres repeticiones y se realizaron análisis físicos, químicos y pruebas sensoriales con ayuda de seis panelistas para determinar la mejor formulación mediante atributos que caracterizan al producto, obteniendo como mejor formulación el uso de: 13.33 % de azúcar, 6.33% de leche en polvo y 10.34 % de mermelada. El mejor tratamiento fue evaluado mediante análisis físicos, químicos y microbiológicos que fueron comparados con los requisitos de las Normas INEN 2395 para leches fermentadas; obteniendo 7.11 % de proteína, 0.93 % de grasa y ausencia de microorganismos, cumpliendo con los parámetros establecidos.</p>			
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593-993236955	E-mail: gabrielabm_93@hotmail.com	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE)::	Nombre: Ing. Caicedo Coello Noelia M. Sc		
	Teléfono: +593-4-987361675		
	E-mail: noelia.caicedo@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			