



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

TEMA

**Desarrollo de una fórmula para elaborar yogur artesanal de dos sabores:
aguacate (*Persea americana* Mill) y ciruela (*Spondias purpurea* L.)**

AUTORA

Quinzo Gómez, Kelly Paola

Trabajo de titulación previo a la obtención del grado de

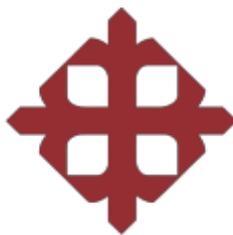
INGENIERA AGROINDUSTRIAL

TUTORA

Ing. Crespo Moncada, Bella Cecilia, M. Sc.

Guayaquil, Ecuador

19 de marzo del 2019



**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 Quinzo Gómez Kelly Paola, como requerimiento para la obtención del título de Ingeniera Agroindustrial.

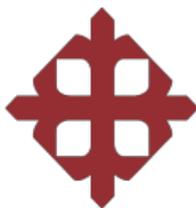
TUTORA

Ing. Crespo Moncada, Bella Cecilia, M. Sc.

DIRECTOR DE LA CARRERA

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

Guayaquil, a los 19 días del mes de marzo del año 2019.



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

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

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Quinzo Gómez, Kelly Paola

DECLARO QUE:

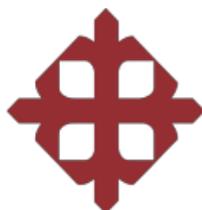
El Trabajo de Titulación, **Desarrollo de una fórmula para elaborar yogur artesanal de dos sabores: aguacate (*Persea americana* Mill) y ciruela (*Spondias purpurea* L.)**, previo a la obtención del título de **Ingeniera Agroindustrial**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros 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 19 días del mes de marzo del año 2019

LA AUTORA

Quinzo Gómez, Kelly Paola



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

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

AUTORIZACIÓN

Yo, Quinzo Gómez, Kelly Paola

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la publicación en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, **Desarrollo de una fórmula para elaborar yogur artesanal de dos sabores: aguacate (*Persea americana* Mill) y ciruela (*Spondias purpurea* L.)**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 19 días del mes de marzo del año 2019

LA AUTORA

Quinzo Gómez, Kelly Paola



**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 una fórmula para elaborar yogur artesanal de dos sabores: aguacate (*Persea americana* Mill) y ciruela (*Spondias purpurea* L.)**” presentado por la estudiante **Quinzo Gómez, Kelly Paola**, 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	Quinzo Gomez, K. UTE B 2018.docx (D48068166)
Presentado	2019-02-18 22:30 (+01:00)
Presentado por	ute.fetd@gmail.com
Recibido	alfonso.kuffo.ucsg@analysis.orkund.com
Mensaje	TT QUINZO GOMEZ UTE B 2018 Mostrar el mensaje completo
	0% de estas 36 páginas, se componen de texto presente en 0 fuentes.

Fuente: URKUND-Usuario Kuffó García, 2019

Certifican,

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

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

AGRADECIMIENTOS

A Dios y al Universo por su infinita bondad en mi etapa de vida universitaria.

DEDICATORIA

Con mucho amor para mis queridos padres: Luis Enrique y María Beatriz.



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

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

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

**Ing. Crespo Moncada, Bella Cecilia, M. Sc.
TUTORA**

**Ing. Franco Rodríguez, John Eloy, Ph. D.
DIRECTOR DE CARRERA**

**Ing. Caicedo Coello, Noelia Carolina, M. Sc.
COORDINADORA DE TITULACIÓN**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

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

CALIFICACIÓN

Ing. Crespo Moncada, Bella Cecilia, M. Sc.

TUTORA

ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN	18
1.1 Objetivos.....	19
1.1.1 Objetivo general.	19
1.1.2 Objetivos específicos.....	19
1.2 Hipótesis.....	19
2. MARCO TEÓRICO	20
2.1 Definiciones de yogur	20
2.2 Bacterias lácticas.....	20
2.3 Microorganismos en la fermentación	21
2.3.1 Generalidades del <i>Streptococcus thermophilus</i>	21
2.3.2 Generalidades del <i>Lactobacillus delbrueckii</i>	22
2.4 Tipos de yogures	22
2.5 Consumo de yogur en el Ecuador	23
2.6 Valor nutricional del yogur	23
2.7 Requisitos específicos	25
2.8 Generalidades del aguacate.....	26
2.8.1 Taxonomía del aguacate.	27
2.8.2 Producción de aguacate en el Ecuador.....	27
2.8.3 Valor nutricional de aguacate.	28
2.8.4 Uso de la pulpa de aguacate en bebidas lácteas fermentadas. ...	29
2.9 Generalidades de la ciruela	29
2.9.1 Taxonomía de la ciruela.	30
2.9.2 Producción de ciruela en el Ecuador.....	30
2.9.3 Valor nutricional de la ciruela.....	30
2.9.4 Uso de la pulpa de ciruela en bebidas lácteas fermentadas.....	31
2.10 Análisis sensorial de los alimentos	32
2.10.1 Sentido de la vista.	32
2.10.2 Sentido del olfato.....	32
2.10.3 Sentido del gusto.....	32
3. MARCO METODOLÓGICO	34
3.1 Localización del proyecto.....	34

3.2 Condiciones climáticas de la zona	34
3.3 Materiales	34
3.4 Proceso de elaboración	35
3.4.1 Elaboración de jalea de aguacate y ciruela.	35
3.4.2 Elaboración de yogur artesanal de aguacate y ciruela.	36
3.5 Restricciones	39
3.5.1 Restricciones para la jalea de aguacate.	39
3.5.2 Restricciones para la jalea de ciruela.	39
3.5.3 Restricciones para la elaboración de yogur.	39
3.6 Combinaciones de tratamientos	39
3.7 Análisis de la varianza	42
3.8 Variables evaluadas.....	43
3.8.1 Variables cuantitativas físicas.....	43
3.8.1.1 Análisis de pH.....	43
3.8.1.2 Análisis de acidez.	43
3.8.2 Variables cuantitativas químicas.	44
3.8.2.1 Proteína.....	44
3.8.2.2 Grasa.....	44
3.8.4 Variables Cualitativas.	45
3.8.4.1 Análisis Sensorial.	45
3.9 Manejo del ensayo.....	45
3.10 Beneficio-costo.	46
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	47
4.1 Determinar la formulación del yogurt artesanal de aguacate y ciruela.	47
4.2 Análisis de evaluación sensorial según el programa <i>Design expert</i>	55
4.2.1 ANOVA de la evaluación sensorial del yogur de aguacate.....	55
4.2.1.2 ANOVA de color para el yogur de aguacate.....	56
4.2.1.3 ANOVA de textura para el yogur de aguacate.....	57
4.2.1.4 ANOVA de aroma del yogur de aguacate.....	59
4.2.1.5 ANOVA de sabor de yogur de aguacate.....	60
4.2.1.6 ANOVA de aceptabilidad del yogur de aguacate.....	62

4.2.2 ANOVA de la evaluación sensorial del yogur de ciruela.....	63
4.2.2.1 ANOVA de color para el yogur de ciruela.....	63
4.2.2.3 ANOVA de textura para el yogur de ciruela.....	65
4.2.2.4 ANOVA de aroma para el yogur de ciruela.....	66
4.2.2.5 ANOVA cúbico de sabor a ciruela.....	68
4.3 Análisis físico, químico y microbiológico del yogur de aguacate.....	71
4.3.1 Acidez titulable.....	71
4.3.2 pH.....	71
4.3.3 Proteína.....	72
4.3.4 Grasa.....	72
4.3.5 Análisis microbiológico.....	73
4.3.6 Análisis físico, químico y microbiológico del yogur de ciruela.....	73
4.3.7 Acidez titulable.....	74
4.3.8 pH.....	74
4.3.9 Proteína.....	75
4.3.10 Grasa.....	75
4.3.11 Análisis microbiológico.....	75
4.4 Análisis de costos.....	76
4.4.1 Costo unitario para el yogur de aguacate.....	76
4.4.2 Costo beneficio para el yogur de aguacate.....	76
4.4.1 Costo unitario para el yogur de ciruela.....	77
4.4.2 Costo beneficio para el yogur de ciruela.....	78
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	79
5.1 Conclusiones.....	79
5.2 Recomendaciones.....	80

BIBLIOGRAFÍA

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Aporte nutricional del yogur en relación a las necesidades	24
Tabla 2. Requisitos químicos de las leches fermentadas	25
Tabla 3. Requisitos microbiológicos de las leches fermentadas.....	26
Tabla 4. Nutrientes del aguacate en 100 gramos de porción	28
Tabla 5. Nutrientes de la ciruela en 100 gramos de porción	31
Tabla 6. Tratamientos para el yogur con jalea de aguacate	40
Tabla 7. Tratamientos para el yogur con jalea de ciruela	41
Tabla 8. Análisis de la varianza del yogur artesanal de aguacate	42
Tabla 9. Análisis de la varianza del yogur artesanal de ciruela	42
Tabla 10. pH mínimo del yogur.....	43
Tabla 11. Porcentaje de acidez	43
Tabla 12. Porcentaje de contenido proteico	44
Tabla 13. Porcentaje de contenido de grasa	44
Tabla 14. Requisitos microbiológicos para el yogur	45
Tabla 15. Escala de análisis sensorial.....	47
Tabla 16. Resultados del análisis sensorial del yogur de aguacate	48
Tabla 17. Promedios de evaluaciones establecidos por el QDA	48
Tabla 18. Porcentaje formulado para el desarrollo del producto	50
Tabla 19. Base de comparación	50
Tabla 20. Resultados del análisis sensorial al yogur de ciruela	52
Tabla 21. Promedios de evaluaciones establecidos por el QDA	52
Tabla 22. Promedios de evaluaciones establecidos por el QDA	54
Tabla 23. Base de comparación	54
Tabla 24. ANOVA modelo cúbico de color para el yogur de aguacate	56
Tabla 25. ANOVA modelo cuártico de textura para el yogur de aguacate ..	58
Tabla 26. ANOVA modelo cúbico para aroma del yogur de aguacate	59
Tabla 27. ANOVA modelo cuártico especial para sabor a aguacate	61
Tabla 28. ANOVA modelo lineal de aceptabilidad del yogurt de aguacate..	62
Tabla 29. ANOVA del atributo color para el yogur de ciruela	64
Tabla 30. ANOVA modelo cúbico de textura para el yogur de ciruela.....	65
Tabla 31. ANOVA modelo lineal de aroma para el yogur de ciruela.....	67
Tabla 32. ANOVA modelo cúbico de sabor a ciruela.....	68

Tabla 33. ANOVA de la aceptabilidad del yogur de ciruela	70
Tabla 34. Análisis físico, químico y microbiológicos del yogur de aguacate	71
Tabla 35. Acidez titulable en el yogur de aguacate	71
Tabla 36. pH en el yogur de aguacate.....	71
Tabla 37. Proteína en el yogur de aguacate.....	72
Tabla 38. Grasa en el yogur de aguacate	72
Tabla 39. Análisis microbiológico del yogur de aguacate	73
Tabla 40. Análisis físicos, químicos y microbiológicos del yogur de ciruela	73
Tabla 41. Acidez titulable en el yogur de ciruela	74
Tabla 42. pH en el yogur de ciruela.....	74
Tabla 43. Proteína en el yogur de ciruela.....	75
Tabla 44. Contenido de grasa en el yogur de ciruela	75
Tabla 45. Análisis microbiológicos en el yogur de ciruela	76
Tabla 46. Costos directos para la elaboración de yogur de aguacate	77
Tabla 47. Análisis de costo beneficio para el yogur de aguacate	77
Tabla 48. Costos directos para la elaboración de yogur de ciruela	78
Tabla 49. Análisis de costo beneficio para el yogur de ciruela	78

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Flujograma para la elaboración de jaleas.....	36
Gráfico 2. Flujograma para la elaboración de yogur artesanal.....	38
Gráfico 3. Perfil sensorial de los tratamientos.....	49
Gráfico 4. Comparación de tratamientos QDA vs <i>Design expert</i>	51
Gráfico 5. Perfil sensorial de los tratamientos de yogur de ciruela	53
Gráfico 6. Comparación de tratamientos QDA vs <i>Design expert</i>	55
Gráfico 7. Superficie de color.....	57
Gráfico 8. Superficie 3D textura	58
Gráfico 9. Superficie 3D aroma	60
Gráfico 10. Superficie 3D de sabor a aguacate	61
Gráfico 11. Superficie 3D aceptabilidad del yogur de aguacate.....	63
Gráfico 12. Superficie 3D del color para el yogur de ciruela	64
Gráfico 13. Superficie 3D de textura para el yogur de ciruela.....	66
Gráfico 14. Superficie 3D de aroma para el yogur de ciruela	67
Gráfico 15. Superficie 3D modelo cúbico del sabor a ciruela.....	69
Gráfico 16. Superficie 3D de aceptabilidad del yogur de ciruela.....	70

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue desarrollar dos bebidas lácteas fermentadas de sabor a aguacate (*Persea americana* Mill) y de sabor a ciruela (*Spondias purpurea* L.); se empleó el software estadístico *Design expert* versión 11 para obtener las cantidades de cada tratamiento; el software utilizó un análisis estadístico completamente al azar resultando 16 combinaciones, cada una con tres repeticiones para cada yogur. Se determinaron las características físicas y químicas del yogur base y se seleccionó al mejor tratamiento para cada sabor cuyas fórmulas fueron: 81 % de leche entera, 10.12 % de yogur natural y 8.87 % de jalea de aguacate, para la elaboración del yogur de aguacate y 81 % de leche entera, 10 % de yogur natural, 10 % de jalea de ciruela, para la elaboración de yogur ciruela. Los dos yogures fueron analizados organolépticamente por un grupo de seis estudiantes semi-entrenados de ciclo superior de la carrera de Nutrición y Estética de la UCSG; los atributos evaluados fueron: color, aroma, textura, sabor y aceptabilidad. Los resultados químicos realizados al mejor tratamiento de cada yogur indicaron que se cumplieron con los requisitos expuestos en la Norma INEN 2395 mientras que los resultados microbiológicos indicaron presencia no significativa de UFC; debido a que la incubación se realizó en condiciones artesanales, sin embargo, se cumplió con el rango permitido en la norma.

Palabras Clave: aguacate, ciruela, incubación artesanal, yogur, bebida láctea.

ABSTRACT

The general objective of this research was to develop two flavoured fermented milks of avocado (*Persea americana* Mill) and red mombin (*Spondias purpurea* L.), the statistical software *Design expert* version 11 was used to obtain the quantities of each combination and showed 16 combinations to each yogurt flavor. Physical and chemical analysis were determined to select the yogurt and the best treatment for each flavor was selected whose formulas are: 81% of raw milk, 10.12% of natural yogurt and 8.87% of avocado jelly, for the elaboration of avocado yogurt and 81% of raw milk, 10% of natural yogurt, 10% of red plum jelly, for the elaboration of red mombin yogurt. The two yogurts were organoleptic analyzed for six semi trained students of Nutrition and Aesthetics career in the UCSG, the attributes evaluated were: color, aroma, texture, taste and acceptability. The chemical analysis was done only to the best combination of each yogurt and the result indicated that they are in the range permitted by the INEN 2395 standard, while the microbiological results indicated a non-significant presence of CFU, this is due to the incubation was carried out in artisan conditions, however, the range allowed in the standard was acceptable.

Key Words: fermented, flavoured milks, avocados, red plumbs, yogurt, incubation, raw milk.

1. INTRODUCCIÓN

Según el INEC la producción total de leche del Ecuador para el año 2017 fue de 5 135 405 litros; de esta producción el 70 % se destinó a la comercialización de leche cruda, leche en cartón y leche en funda mientras que el 30 % restante se utilizó para producir derivados lácteos como yogur, mantequilla, manjar, entre otros.

El yogur es una leche fermentada por acción de bacterias lácticas como el *Lactobacillus delbrueki* subespecie *bulgaricus* que se desarrolla en un medio entre 40 a 50 °C, produce la acidez característica del yogur, mientras *Streptococcus salivarius* subespecie *thermophilus* se desarrolla en temperaturas entre 35 y 40 °C proporcionando el aroma característico del yogur.

Al yogur se le incorporan jaleas de frutas tradicionales para el sabor tales como: mora, frutilla, durazno, sin embargo, no se ha considerado el uso del aguacate (*Persea americana* Mill) y ciruela (*Spondias purpurea* L.), siendo estas frutas de gran aporte nutricional y vitamínico. El yogur forma parte de la ingesta de la población y brinda múltiples beneficios tales como estabilizar la flora intestinal y aumentar las defensas del individuo.

Una de las funciones del Ingeniero Agroindustrial es brindar alternativas de productos alimenticios funcionales que beneficien y satisfagan al consumidor por tal razón en la elaboración de este trabajo de titulación se plantea el desarrollo de una bebida láctea fermentada aprovechando las frutas de estación inusualmente industrializadas como el aguacate y ciruela aplicando diferentes dosis para los tratamientos, y cumpliendo con los requisitos que la norma NTE INEN 2395 actualmente exige. Con los antecedentes expuestos se plantean los siguientes objetivos:

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo general.

- Desarrollar de una fórmula para elaborar yogur artesanal de dos sabores: aguacate (*Persea americana* Mill) y ciruela (*Spondias purpurea* L.)

1.1.2 Objetivos específicos.

- Determinar la formulación del yogurt artesanal de aguacate y ciruela a base de un yogur madre.
- Realizar el análisis de la evaluación sensorial con la ayuda del software *Design expert* versión 11.
- Analizar los parámetros físicos, químicos y microbiológicos del mejor tratamiento de yogur de aguacate y de ciruela.
- Estimar el costo beneficio para la mejor formulación de yogur de aguacate y de ciruela.

1.2 Hipótesis

H1: La utilización de la pulpa de aguacate (*Persea americana* Mill) y ciruela (*Spondias purpurea* L.) permitirán el desarrollo de dos tipos de yogures artesanales con características físicas, químicas y microbiológicas que cumplan con las normas INEN establecidas.

H0: La utilización de la pulpa de aguacate (*Persea americana* Mill) y ciruela (*Spondias purpurea* L.) no permitirán el desarrollo de dos tipos yogures artesanales con características físicas, química y microbiológicas que cumplan con las normas INEN establecidas.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Definiciones de yogur

Según la FAO (2011, p. 7):

Las leches fermentadas aromatizadas se caracterizan por un cultivo láctico específico y son productos compuestos que contienen un máximo del 50 % de ingredientes no lácteos; los ingredientes no lácteos pueden ser agregados antes o después del proceso de incubación donde se produce la fermentación láctica.

Las leches fermentadas son productos preparados con leche cruda, las cuales al ser tratadas térmicamente se inoculan con bacterias lácticas que actúan como cultivo iniciador de la fermentación. Existen diferentes tipos de yogures en función de los ingredientes que contienen, la aplicación o no de tratamiento térmico tras la fermentación, su consistencia, su origen, el tipo de fruta (Montero, Limia, Franco y Belmonte, 2006, p. 1).

2.2 Bacterias lácticas

Las bacterias ácido lácticas son microorganismos anaerobios, bacilos gram positivos cuya función principal es la fermentación de los alimentos y son los responsables de otorgar las características sensoriales al producto tales como el sabor, olor y textura. La mayoría de estas bacterias crecen en un medio con pH cuatro y cinco, para su proliferación se requieren de azúcares como glucosa y lactosa, siendo la leche un medio satisfactorio para el desarrollo de estas bacterias textura (Ramírez, Rosas, Velázquez, Ulloa y Arce, 2011, p.1).

De acuerdo con Parra (2010):

Las bacterias ácido lácticas (BAL) son microorganismos que pueden encontrarse en la leche y algunos derivados lácteos; son capaces de

fermentar monosacáridos o polisacáridos para transformarlos en ácidos como láctico, cítrico, propiónico, exopolisacáridos; su beneficio es nutricional y terapéutico otorgando características sensoriales muy aceptadas en los consumidores. Dentro de los principales microorganismos están: *Streptococcus thermophilus* y el *Lactobacillus delbrueckii* y algunos microorganismos probióticos como *Bifidobacterium lactis* y *Lactobacillus acidophilus* (p.10).

2.3 Microorganismos en la fermentación

Según Tabasco (2009):

Lactobacillus delbrueckii subespecie *bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus* son los únicos microorganismos aceptados como cultivo iniciador para la producción de leches fermentadas, estos incluyen los productos lácteos obtenidos a partir de una tecnología equivalente a la de la fabricación del yogur, pero que emplean además o en sustitución de los del yogur otros microorganismos, los cuales pertenecen habitualmente a los géneros *Lactobacillus* y *Bifidobacterium* (p. 3).

El proceso de fermentación puede producirse sin incubadora en ambientes cálidos y sin presencia de luz, el tiempo es de seis a ocho horas. (García y Ochoa, 1987); mientras que Vera (2011, p. 60), concluyó que la temperatura de incubación para la fermentación láctica en condiciones artesanales fue de 42 °C.

2.3.1 Generalidades del *Streptococcus thermophilus*.

En comparación con el *Lactobacillus bulgaricus* el efecto probiótico del *S. thermophilus* es menor, no obstante, esta cepa participa en la producción de exopolisacáridos que son los responsables las propiedades reológicas características del yogur, pertenece al grupo de las bacterias lácticas homofermentativas, resiste a tratamientos térmicos de altas temperaturas y se desarrolla en un ambiente óptimo de 45 °C (Blanco, 2015).

2.3.2 Generalidades del *Lactobacillus delbrueckii*.

Es una bacteria láctea homofermentativa, origina el descenso del pH, puede producir hasta un 2.7 % de ácido láctico, es proteolítica, produce hidrolasas que hidrolizan las proteínas, libera aminoácidos como la valina la cual favorece el desarrollo del *Streptococcus thermophilus* (Tuesta, 2013, p. 38).

La actividad proteolítica de los *Lactobacillus* estimula, a su vez el crecimiento y la actividad acidificante de los *streptococcus*, los *lactobacilos* desarrollan una actividad lipolítica, por lo que se liberan ácidos grasos y producen además acetaldehído, constituyéndose así en los principales productores de aroma del yogur (Rivas y Garro, 2006).

Guel, Hernández y Rodríguez (2018, párr. 5) manifestaron lo siguiente:

No todas las especies de *Lactobacillus* son consideradas como probióticos, pues es necesaria su caracterización de género, especie y cepa, lo cual avalará que se trata de un microorganismo inocuo y seguro. Esta caracterización permitirá denominarlo como un organismo GRAS (*Generally Regarded as Safe*) según su estudio en efectos biológicos y clínicos.

2.4 Tipos de yogures

De acuerdo con la Norma Técnica Peruana 202.092 2008, como se citó en Huayta (2015), los yogures se clasifican en los siguientes tipos:

- Yogurt batido: Es el yogur cuya fermentación se realiza en los tanques de incubación produciéndose la coagulación, siendo luego sometido a un tratamiento mecánico.
- Yogurt bebible: Yogurt batido, que ha recibido un mayor tratamiento mecánico.
- Yogurt tradicional o natural: yogurt sin adicción de saborizantes, azúcares y/o colorantes, permitiéndose sólo la adición de estabilizadores y conservadores.

- **Yogurt Aromatizado:** Yogurt cuya composición ha sido modificada mediante la incorporación de un máximo de 30 % (m/m) de ingredientes no lácteos (tales como carbohidratos nutricionales y no nutricionales). Los ingredientes no lácteos pueden ser añadidos antes o después de la fermentación.

2.5 Consumo de yogur en el Ecuador

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2011) el consumo anual de leche y sus derivados es de 115 litros por persona acorde con la dieta diaria enfocado a poblaciones de riesgo como niños, adolescentes, embarazadas y adultos mayores, en el caso de Ecuador, su consumo se encuentra por debajo de esa recomendación con 105 litros.

La firma del acuerdo comercial con la Unión Europea es preocupante en el sector lechero, si bien son procesos de desgravación graduales, llevan a la industria local a una competencia importante. Por ese motivo, dentro de la negociación se estableció que se manejen cupos de importación para evitar un impacto directo (EKOS, 2017).

2.6 Valor nutricional del yogur

El valor nutritivo de un alimento depende de parámetros de biodisponibilidad, digestibilidad y asimilación de estos nutrientes. Así, el yogur posee, aproximadamente el mismo valor calórico que el de la leche, pero desde el punto de vista nutricional es mejor, por su fácil digestión, elevada concentración de enzimas y un ligero aumento de la concentración de vitaminas del grupo B (Condony, Marine y Rafecas, 1988, p. 25).

En la Tabla 1 se indican los componentes y el aporte nutricional del yogur para un adulto por cada 125 gramos de consumo de yogur.

Tabla 1. Aporte nutricional del yogur en relación a las necesidades

Componentes	Aporte para un adulto	Valor por 125 gramos de yogur
Calorías	800 kcal	86.2 kcal
Proteínas	27 g	5 g
Lípidos	33 g	4.2 g
Glúcidos	125 g	7 g
Calcio	865 mg	150 mg
Vitamina A	333 µg	36 µg
Vitamina B1	500 µg	46.3 µg
Vitamina C	27 mg	1.3 mg

Fuente: Condony *et al.* (1988, p.23).

Elaborado por: La Autora

Según el Centro de Industrias Lácteas Ecuador (CIL):

El yogur tiene similares características nutritivas en comparación con la leche a excepción de la lactosa que se encuentra en mínimas proporciones, debido a su transformación en ácido láctico, los demás nutrientes se encuentran potenciados para su asimilación, por el desdoblamiento de sus moléculas metaboliza las bacterias para la fermentación. Su contenido graso dependerá si es un producto lácteo entero, semi descremado o totalmente descremado, el calcio es de fácil asimilación (2015, p. 164).

Las propiedades nutricionales le otorgan características que lo hacen único, la elevada densidad nutricional le proporciona la capacidad de ser una clara ayuda para cubrir los requerimientos de diversos nutrientes más allá del calcio por lo que se sugiere que el consumo de yogur es un marcador de la calidad de la dieta (Babio, Mena y Salas, 2017, p. 5).

Las propiedades bacteriostáticas del yogur contribuyen a la resistencia de infecciones, el yogur contiene bacterias activas que forman parte de la flora

intestinal, las cuales participan en la descomposición de los alimentos en el proceso digestivo (Rosales, 2006, p. 13).

2.7 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 (NTE INEN, 2011, p. 3).

Según la norma del Codex Stan 243 (2003, p.3) para leches fermentadas indica que la acidez láctica para yogur en base a cultivos alternativos y leche acidófila debe ser 0.60 % mínimo.

La norma mexicana NMX-F-444 (1983, p.3), establece el porcentaje de pH para yogur con fruta, el cual debe ser inferior 4.5.

El yogur deberá cumplir con los requisitos químicos expuestos en la Tabla 2.

Tabla 2. Requisitos químicos de las leches fermentadas

Requisitos	Leche Entera		Leche Semidescremada		Leche Descremada		Ensayo
	Min %	Max %	Min %	Max %	Min %	Max %	
Grasa	2.5	-	1	2.5	-	< 1	NTE INEN 12
Proteína	2.7	-	2.7	-	2.7	-	NTE INEN 16

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

Elaborado por: La Autora

El yogur deberá de cumplir los requisitos microbiológicos expresados en la Tabla 3.

Tabla 3. Requisitos microbiológicos de las leches fermentadas

Requisitos	N	m	M	c	Método de Ensayo
Coliformes totales, UFC/g	5	10	100	2	NTE INEN 1529
Recuento de E. coli, UFC/g	5	< 1	-	0	NTE INEN 1529
Recuento de mohos y levaduras, UFC/g	5	200	500	2	NTE INEN 1529

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

Elaborado por: La Autora

2.8 Generalidades del aguacate

Conocido en el mundo como avocado, aguacate o aguacatero, la especie *Persea americana* Mill, se produce en casi todos los países de climas cálido y templado, aunque los mayores cultivos están en países latinoamericanos, dentro de los que se destaca México, como primer productor mundial (Montañez, Vargas, Cabezas y Cuervo, 2010, p. 51).

Esta fruta presenta un contenido del 17 al 21 % de grasa en su pulpa, son de tamaño mediano, con un peso que va de 150 a 400 gramos y de 8 a 10 centímetros de largo, forma ovoide a piriforme y cáscara rugosa, de color verde, que se oscurece al madurar, tornándose negra como un indicador natural de la madurez de consumo (DANEC, 2016, p. 2).

Dependiendo de la especie, la época de maduración, tamaño y contenido en ácidos grasos, varía ampliamente. Los frutos de orígenes mexicanos y los guatemaltecos tienen mayor contenido en ácidos grasos en el mesocarpio maduro (10 - 30 %) que los de la variedad antillana (3 -10 %) (Alcaraz, 2009, p. 4).

2.8.1 Taxonomía del aguacate.

De acuerdo a lo estipulado por Pérez, Ávila y Coto (2015, p.112), se presenta la siguiente clasificación taxonómica:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Familia: Lauraceae

Género: *Persea*

Especie: *Persea americana*

De acuerdo con Pérez *et al.*, (2015, p.112), el aguacate se clasifica en cuatro variedades hortícolas:

- *P. americana* var. *guatemalensis*
- *P. americana* var. *drymifolia*
- *P. americana* var. *americana*
- *P. americana* var. *costaricensis*

2.8.2 Producción de aguacate en el Ecuador.

Agronómicamente se siembra en suelos de textura liviana, profundos y bien drenados, con pH neutro o ligeramente ácido (5.5 a 7.5) o suelos arcillosos, pero con buen drenaje, una precipitación de 600 a 900 mm anuales, el rango de altitud entre 1 000 – 2 500 msnm y temperaturas entre los 20 °C, sin embargo, este frutal se está implementando en la provincia de Santa Elena la cual se encuentra a una altitud aproximada a 45 msnm y una temperatura promedio de 28 °C y una precipitación de 125 a 150 mm, siendo una de las regiones más secas de la zona costera del país (Viera, Sotomayor y Viera, (2016, p.1)

Las principales zonas productoras del país son: Imbabura, Pichincha, Tungurahua, Azuay y Loja, la variedad de mayor demanda a nivel internacional es la variedad *hass*, entre los principales países importadores y

potenciales mercados de este frutal se encuentran Estados Unidos, Francia, Holanda y Canadá. Las exportaciones de aguacate ecuatoriano *hass* han sido principalmente para Colombia, alcanzando un valor de 2.2 millones de dólares (Viera *et al.*, 2016, p.1).

Según el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG):

La variedad *hass* tiene como ventajas su contenido de aceite (18 a 20 %), su corteza es gruesa y rugosa que lo hace resistente al almacenamiento y golpes en el traslado de la fruta. Además, tiene potencial para la exportación razón por la cual desde hace 5 años se la está sembrando con auge en la región sierra del país. (*s.f.*).

2.8.3 Valor nutricional de aguacate.

El valor de nutrición de cada alimento es variante según su contenido de nutrientes, según la variedad particular del alimento y las condiciones en las que se cultivan, procesan, comercializan, almacenan y preparan. Los niveles seguros de consumo son los que permiten mantener un buen estado de salud y almacenar nutrientes (FAO, 2002).

El aceite que posee el aguacate es rico en ácidos monoinsaturados, la efectividad del aceite en reducir los riesgos asociados con el colesterol total y colesterol LDL del plasma sanguíneo mientras que mantiene los beneficios del colesterol HDL (Pérez, Villanueva y Cosío, 2005, p. 8). En la Tabla 4 se presenta el contenido nutricional del aguacate.

Tabla 4. Nutrientes del aguacate en 100 gramos de porción

Aporte	Cantidad	Unidades
Agua	73.20	g
Proteína	2.00	g
Grasa	14.90	g
Calcio	11.00	g
Fibra	6.70	g
Azúcares	0.66	mg

Fuente: FAO (2002).

Elaborado por: La Autora

2.8.4 Uso de la pulpa de aguacate en bebidas lácteas fermentadas.

La tendencia mundial se inclina por las denominadas bebidas vegetales, los beneficios nutricionales del aguacate han permitido desarrollar distintos tipos de bebidas lácteas fermentadas que cumplan con las características físicas y químicas para garantizar la calidad del producto,

Miranda, Reck y Clemente (2016, p.3) obtuvieron 4.43 % de pH en su estudio de utilización de la pulpa de aguacate en formulaciones de bebidas lácteas probióticas mientras que el porcentaje de proteína y grasa fueron de 3.42 % y 5.59 % respectivamente.

2.9 Generalidades de la ciruela

De acuerdo con Muy, Báez, Contreras, Pérez, Martínez, Contreras, Rubio, Sánchez, Osuna, Vélez de la Rocha y Sañudo (2009):

Es un fruto nativo de América Central pertenece a la familia *Anacardiaceae*, es una fruta con gran aceptación para su cultivo, esto por tratarse de una especie rústica, de alta resistencia a la sequía, con facilidad para producir en suelos pobres, y por ser de propagación vegetativa, lo que asegura una cosecha temprana, la ciruela es consumida en fresco y comercializado con brevedad debido a su corta vida de anaquel.

Según Auría y Solórzano (2015, p.15):

La planta de ciruela puede ser un arbusto de talla grande o pequeño dependiendo del espacio que posea y el manejo de podas que se realice, en estado silvestre y con suficiente espacio, suele alcanzar los 7 metros de altura de hojas pequeñas, las flores constan de cinco pétalos son rojas y púrpuras, sus frutos se presentan en pequeños grupos, presentan coloraciones de rojo opaco o brillante de formas variadas, siendo la típica ovoide, tiene entre tres y cinco centímetros de largo, con escasa pulpa debido al engrosamiento del endocarpio que es el que contiene las semillas.

2.9.1 Taxonomía de la ciruela.

Espín (2015, p.10) presenta la siguiente clasificación taxonómica:

División: Magnoliophyta

Familia: Anacardiaceae

Género: *Spondias*

Especie: *S. purpurea*.

2.9.2 Producción de ciruela en el Ecuador.

De acuerdo con Marquínez y Rizzo (2015):

En la región costa las provincias de Santa Elena y Guayas son las mayores producciones; en la región interandina su producción se da principalmente en la provincia de Imbabura y algunas zonas bajas de la provincia de Loja, la planta crece sobre sustratos pedregosos, ya que presenta un enraizamiento superficial y no requiere de grandes precipitaciones para su crecimiento (p.13).

Los frutos que se producen en ambientes cálidos, regularmente son más delicados durante el manejo postcosecha a consecuencia uno de los factores que probablemente ha impedido la aceptación en el mercado internacional de *Spondias purpurea* es su corta vida anaquel y la comercialización de los frutos frescos se realiza solo a nivel local y regional (Ramírez, Barrio, Castellanos, Muñoz, Palomino y Pimienta, 2007).

2.9.3 Valor nutricional de la ciruela.

Según lo reportado por Eroski (s.f):

El principal componente de las ciruelas es el agua, seguido de los hidratos de carbono, entre los que destaca el sorbitol, no es significativo el aporte de vitaminas, aunque presenta un moderado contenido en provitamina A que es más abundante en las frutas de color oscuro y vitamina E.

Las ciruelas se caracterizan por poseer antocianos, el ácido málico orgánico forma parte del pigmento vegetal que proporciona sabor a la fruta,

su abundancia de fibra y otros componentes derivados de la hidroxifenilxantina aportan gran valor nutricional. En la Tabla 5 se presenta los nutrientes de la ciruela en 100 gramos de porción.

Tabla 5. Nutrientes de la ciruela en 100 gramos de porción

Aporte	Cantidad	Unidades
Agua	87.23	g
Proteína	0.70	g
Carbohidratos	11.42	g
Fibra	1.4	g
Azúcares	9.92	g
Vitamina A	17	µg
Vitamina C	9.5	mg
Potasio	157	mg

Fuente: USDA (2018)

Elaborado por: La Autora

En 2007, Ramírez *et al*, manifiestan lo siguiente:

Las ciruelas son una fuente importante de azúcares y minerales, y probablemente de ácido ascórbico, ya que comúnmente la acidez de los frutos es debido a la presencia de este ácido; los aportes nutricionales de la ciruela son similares a los de la mayoría de los frutos frescos de las especies frutales más importantes (p. 8).

2.9.4 Uso de la pulpa de ciruela en bebidas lácteas fermentadas.

Los productos lácteos como los yogures, saborizados o no, son los mayores alimentos que contienen probióticos cuya ingesta beneficia al consumidor, la propiedad más conocida de la ciruela es su efecto laxante, de tal manera que este fruto ha sido empleado en la elaboración de bebidas lácteas y bebidas lácteas fermentadas saborizadas.

Pelisson obtuvo los siguientes resultados físicos y químicos en su estudio de desarrollo de una bebida láctea probiótica de *Spondias dulcis* 4.6 % pH en la bebida, mientras que los porcentajes de proteína y grasa fueron: 2.62 % y 2.15 %, respectivamente (2014, p. 38-39).

2.10 Análisis sensorial de los alimentos

En las pruebas de análisis sensorial participan panelistas entrenados o no, que utilizan los sentidos para medir las características sensoriales y la aceptabilidad de los productos alimenticios, 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).

Lo que determinará la aceptación o rechazo del mismo está relacionado con la percepción subjetiva del consumidor, es decir aspectos ligados a la preferencia del color, sabor, textura, consistencia y presentación del producto, es importante que al introducir un alimento al mercado o cambiar algún aspecto del mismo se deben realizar pruebas sensoriales al grupo al cual va dirigido el alimento (Liria, 2007, p. 3).

2.10.1 Sentido de la vista.

Con este sentido se distinguen las propiedades externas de los alimentos, principalmente el color, también se perciben otras propiedades tales como la apariencia, forma, superficie, tamaño, brillo, uniformidad y textura, en ocasiones los colores se relacionan y asocian con los sabores, esto se debe a la memoria sensorial de cada persona (Hernández, 2015).

2.10.2 Sentido del olfato.

El olor es la percepción por medio de la nariz de sustancias volátiles liberadas por los alimentos, la relación entre el olor y el tiempo es muy importante, el olor presenta dos atributos contradictorios entre sí, la persistencia que aún después de haberse retirado la sustancia olorosa, la persona continúa percibiendo el olor (Picallo, 2009, p. 3).

2.10.3 Sentido del gusto.

Los órganos receptores para la sensación del sabor, son los llamados botones gustativos que se encuentran en las papilas gustativas de la lengua,

El sabor dulce se percibe con mayor intensidad en la punta de la lengua, zona donde se detectan los azúcares, glicoles, aldehídos, alcoholes, el sabor salado y ácido se percibe en los bordes anteriores y posteriores respectivamente (Espinosa, 2007, p.17).

2.10.4 Flavor.

Se encuentra relacionado con los sentidos del gusto y el olor, el flavor consiste en la percepción de las sustancias olorosas o aromáticas de un alimento después de haber sido puesto en la boca, estas se disuelven en la mucosa del paladar y la faringe, y llegan a los centros sensores del olfato (Picallo, 2009, p. 3).

2.10.5 Textura.

Según Hernández: La textura se ha clasificado de acuerdo a tres fases elaboradas:

- Fase inicial: las calidades texturales se perciben con el primer bocado, antes de que la saliva disuelva o modifique la forma o disposición de las partículas.
- Fase de masticación: se percibe durante la masticación.
- Fase residual: cambios texturales se dan durante la masticación y efectos que producen recubrimiento del paladar por lo general, después de haberse deglutido la muestra del alimento (2015, p. 3).

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1 Localización del proyecto

El presente Trabajo de Titulación, se desarrolló en la ciudad de Guayaquil, dentro de las instalaciones de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, en la Planta de Industrias Lácteas de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo, ubicada en la ciudad de Guayaquil, Ecuador.

3.2 Condiciones climáticas de la zona

El clima de la ciudad de Guayaquil está dominado por el clima de estepa local, hay pocas precipitaciones durante todo el año, el clima se clasifica como BWh, y la temperatura promedio de la ciudad se encuentra a 28 °C (Climatedata, 2018).

3.3 Materiales

Equipos

- Balanza analítica
- Cámara de flujo laminar
- Refractómetro
- Potenciómetro
- Cocina industrial
- Horno esterilizador
- Caja térmica de polietileno

Reactivos

- Fenolftaleína
- Hidróxido de sodio 0.1 N
- Solución buffer pH 7
- Agua destilada
- Agares

Materia prima

- Leche entera
- Ciruelas
- Aguacates
- Yogur natural

3.4 Proceso de elaboración

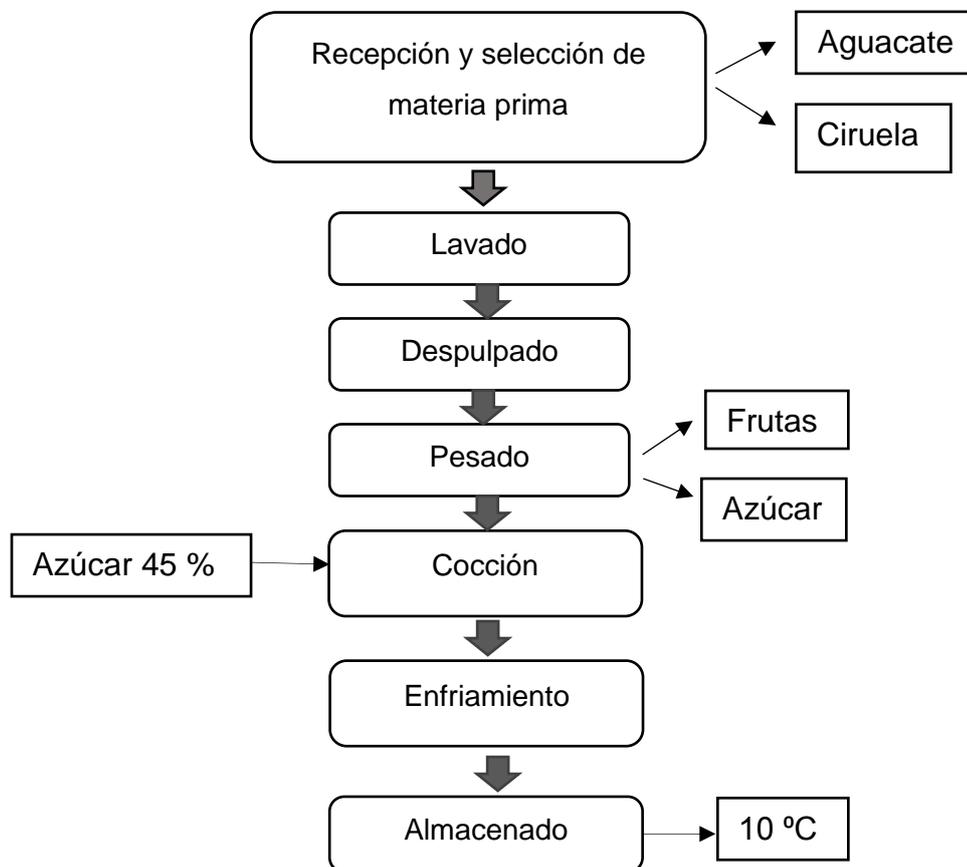
3.4.1 Elaboración de jalea de aguacate y ciruela.

La metodología para la elaboración del yogur artesanal fue la siguiente:

- Recepción y selección: las frutas que presentaron anomalías en su corteza fueron descartadas para el proceso.
- Pesado: se pesaron las materias primas y los insumos de acuerdo a las especificaciones de la formulación para la elaboración del producto.
- Cocción: se colocó el porcentaje establecido de pulpa de aguacate y pulpa de ciruela, luego se cocinó a fuego moderado y paulatinamente se añadió el azúcar hasta alcanzar el rango permitido de los 60 grados brix y se dejó enfriar al ambiente.
- Enfriado– envasado: Al envasar la mermelada en recipientes plásticos se dejó enfriar a temperatura ambiente luego se colocó en refrigeración para su almacenamiento.

En el Gráfico 1 se presenta el flujograma para la elaboración de jalea de aguacate y ciruela.

Gráfico 1.Flujograma para la elaboración de jaleas



Elaborado por: La Autora

3.4.2 Elaboración de yogur artesanal de aguacate y ciruela.

Para la elaboración de yogur artesanal se utilizó el programa estadístico *Design expert* versión 11, realizando variaciones de porcentaje de leche, yogur madre y jaleas en los dos tipos de yogures.

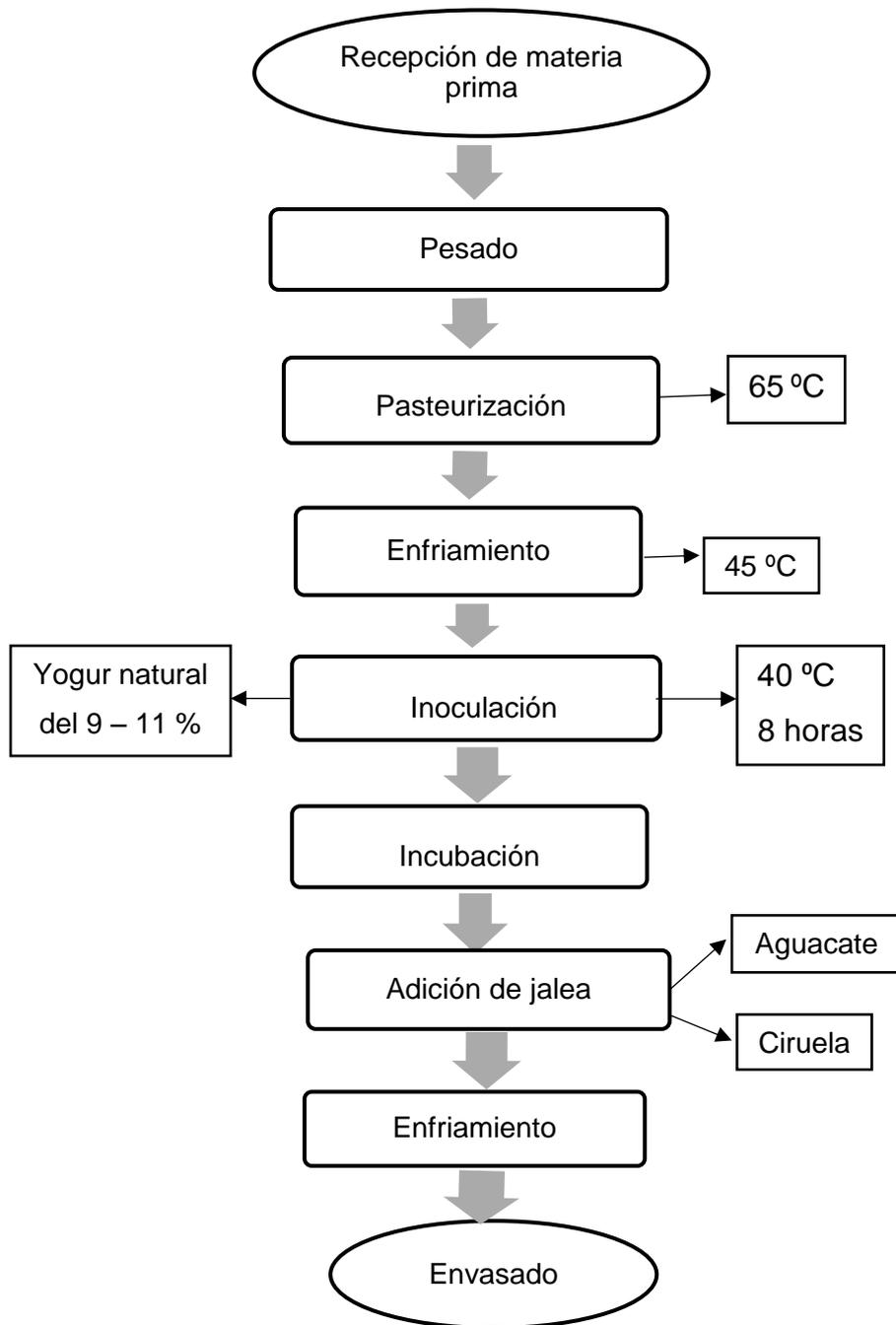
A continuación, se explica el proceso de elaboración:

- Recepción de materia prima: se recibió la leche e insumos para la elaboración del yogur, manteniendo buenas prácticas en el laboratorio.

- Pasteurización: el tratamiento térmico consistió en calentar la leche a 65 °C, y se dejó reposar la leche hasta los 45 °C.
- Pesado: los ingredientes fueron pesados de acuerdo con los valores obtenidos en los tratamientos, se dosificó la leche depositándola en vasos de precipitación.
- Inoculación: se agregó el yogur madre acorde al porcentaje indicado para cada uno de los tratamientos.
- Incubación: se colocaron las muestras en una caja isotérmica de poliestireno expandido, la cual a su vez se colocó en una cámara cerrada sin presencia de luz; se provocó la fermentación láctica después de las 8 horas, y a una temperatura de 40° C.
- Adición de jaleas: se añadió la respectiva jalea de aguacate y ciruela a los tratamientos obtenidos, agitando lentamente sin romper el gel formado.
- Envasado: las muestras se depositaron en envases plásticos, se cerró herméticamente cada envase para mantener la inocuidad del producto.
- Almacenamiento: el yogur se mantuvo en refrigeración a una temperatura entre 4 y 6 °C.

El Gráfico 2 muestra el flujograma para la elaboración de yogur artesanal.

Gráfico 2. Flujograma para la elaboración de yogur artesanal



Elaborado por: La Autora

3.5 Restricciones

3.5.1 Restricciones para la jalea de aguacate.

Considerando lo que dicta la norma NTE INEN 2825 para las mermeladas y jaleas, la mermelada de aguacate debe elaborarse de tal manera que la cantidad de fruta utilizada como ingrediente en el producto terminado no debe ser menor al 45 %.

3.5.2 Restricciones para la jalea de ciruela.

La mermelada de ciruela es considerada una jalea de agrios según la norma NTE INEN 2825 que establece que la cantidad de fruta utilizada como ingrediente en la elaboración de 1 000 gramos de producto terminado no deberá ser menor a 200 gramos.

3.5.3 Restricciones para la elaboración de yogur.

Se establecieron las siguientes restricciones para el yogur tomando como referencia los porcentajes establecidos en el texto Fortalecimiento de las capacidades en la elaboración de derivados lácteos de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil (2010).

Yogur artesanal

- Leche entera: 80 - 83 %
- Yogur natural: 8 - 12 %
- jalea /mermeladas: 8 - 10 %

3.6 Combinaciones de tratamientos

Se ejecutó el software estadístico *Design Expert* versión 11 para determinar el diseño de mezclas; para la comparación del análisis sensorial se empleó el Análisis Descriptivo Cuantitativo (QDA).

A partir de las restricciones publicadas en el texto Fortalecimiento de las capacidades en la elaboración de derivados lácteos de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil; se determinaron las siguientes proporciones para la elaboración del yogur de aguacate:

- Leche entera: 81 - 83%
- Yogur natural: 9 - 11 %
- jalea de aguacate: 8 - 9 %

A continuación, en la Tabla 6 se presentan las 16 formulaciones establecidas en el trabajo de investigación, ejecutadas en el programa *Design expert* versión 11, para la elaboración del yogur de aguacate.

Tabla 6. Tratamientos para el yogur con jalea de aguacate

Tratamientos	A: leche entera	B: yogur natural	C: jalea de aguacate
1	81.37	9.63	9.00
2	81.79	9.75	8.45
3	81.80	9.20	9.00
4	81.69	10.31	8.00
5	81.79	9.75	8.45
6	82.35	8.65	9.00
7	83.00	8.40	8.60
8	82.24	9.25	8.51
9	82.68	9.32	8.00
10	81.79	9.75	8.45
11	83.00	8.40	8.60
12	81.00	10.13	8.87
13	81.11	10.51	8.38
14	82.68	9.32	8.00
15	81.00	11.00	8.00
16	82.35	8.65	9.00

Fuente: *Design expert* versión 11

Elaborado por: La Autora

A partir de las restricciones obtenidas del texto *Elaboración de derivados lácteos* (2010), se determinaron las siguientes proporciones para la elaboración del yogur de aguacate:

- Leche entera: 78 - 80 %
- Yogur natural: 10 - 12 %
- jalea de ciruela 9 - 10 %

A continuación, en la Tabla 7 se presentan las 16 formulaciones establecidas en el trabajo de investigación, ejecutado en el programa *Design expert* versión 11, para la elaboración del yogur de ciruela.

Tabla 7. Tratamientos para el yogur con jalea de ciruela

Tratamientos	A: leche entera	B: yogur natural	C: jalea de ciruela
1	79.04	11.11	9.84
2	79.48	10.52	10.00
3	79.04	11.11	9.84
4	79.45	11.55	9.00
5	79.51	11.01	9.48
6	79.02	11.56	9.41
7	79.45	11.55	9.00
8	78.49	11.51	10.00
9	78.59	12.00	9.41
10	80.00	10.60	9.40
11	79.51	11.01	9.48
12	78.00	12.00	10.00
13	80.00	10.00	10.00
14	79.88	11.12	9.00
15	80.00	10.60	9.40
16	78.59	12.00	9.41

Fuente: *Design expert* versión 11

Elaborado por: La Autora

3.7 Análisis de la varianza

Para la presente investigación se consideraron los siguientes parámetros:

- Tratamientos: 16
- Repeticiones: 3
- Unidades experimentales en total: 47

En la Tabla 8 se presenta el análisis de varianza para el yogur de aguacate.

Tabla 8. Análisis de la varianza del yogur artesanal de aguacate

F. V	G. L
Tratamiento	16
Factorial	14
Leche entera	1
Yogur natural	1
Jalea de aguacate	1
Leche * Yogur *jalea de aguacate	1
Error	32
Total	47

Elaborado por: La Autora

En la Tabla 9 se presenta en análisis de varianza para el yogur de ciruela.

Tabla 9. Análisis de la varianza del yogur artesanal de ciruela

F. V	G. L
Tratamientos	16
Factorial	14
Leche entera	1
Yogur natural	1
Jalea de ciruela	1
Leche * Yogur * jalea de ciruela	1
Error	32
Total	47

Elaborado por: La Autora

3.8 Variables evaluadas

3.8.1 Variables cuantitativas físicas.

3.8.1.1 Análisis de pH.

Se realizó en análisis de pH para los dos yogures según los requisitos de la Norma Mexicana NMX-F-444 (1983) que indica las especificaciones que debe cumplir el yogur; el valor fue medido usando un pHmetro digital, calibrado con buffers comerciales de pH 4 y 7. En la Tabla 10 se presenta la especificación mínima del pH.

Tabla 10. pH mínimo del yogur

Especificación	Subtipo Leche entera	
	Mínimo %	Máximo %
pH	4.5	

Fuente: NMX-F-444 (1983, p. 3)

Elaborado por: La Autora

3.8.1.2 Análisis de acidez.

El porcentaje de acidez de ambos yogures fueron analizados tomando como referencia la norma CODEX STAN 243 (2003) para leches fermentadas. Se tomaron 10 g de muestra a 20 °C; se adicionaron tres gotas de solución indicadora de fenolftaleína y se tituló con una solución de hidróxido de sodio 0.1 N hasta observar el cambio de coloración a rosa. En la Tabla 11 se presenta el porcentaje de acidez para bebidas lácteas fermentadas.

Tabla 11. Porcentaje de acidez

Especificación	Subtipo leche entera	
	Mínimo %	Máximo %
Acidez en ácido láctico %	0.6	-

Fuente: CODEX STAN 243 (2003)

Elaborado por: La Autora

3.8.2 Variables cuantitativas químicas.

3.8.2.1 Proteína.

Este análisis se realizó solo al mejor tratamiento tanto del yogur de aguacate como de ciruela en un laboratorio externo acreditado por el Servicio de Acreditación Ecuatoriana (SAE). En la Tabla 12 se expone la especificación mínima de proteína para las bebidas lácteas fermentadas.

Tabla 12. Porcentaje de contenido proteico

Especificación	Mínimo %	Máximo %	Método de ensayo
Proteína	2.7	-	NTE INEN 16

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

Elaborado por: La Autora

3.8.2.2 Grasa.

Se analizó el porcentaje de grasa presente en la mejor formulación de los tratamientos de yogur de aguacate y ciruela, este análisis se realizó en un laboratorio externo acreditado por el SAE. En la Tabla 13 se presenta el requerimiento mínimo de grasa para las bebidas lácteas fermentadas.

Tabla 13. Porcentaje de contenido de grasa

Especificación	Mínimo %	Máximo %	Método de ensayo
Grasa	2.5	-	NTE INEN 12

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

Elaborado por: La Autora

3.8.3 Variables cuantitativas microbiológicas.

El análisis de la inocuidad del yogur de aguacate y del yogur de ciruela fue realizado de acuerdo a la norma NTE INEN 2395 (2011), la cual establece la cantidad mínima y máxima de colonias de mohos y levaduras que puede contener una bebida láctea fermentada; las pruebas microbiológicas se realizaron únicamente al producto con la mejor formulación. En la Tabla 14 se muestran los requisitos microbiológicos y su método de ensayo para bebidas lácteas fermentadas.

Tabla 14. Requisitos microbiológicos para el yogur

Requisitos	N	M	M	C	Método de Ensayo
Recuento de <i>E. coli</i> , UFC/g	5	<1	-	0	NTE INEN 1529
Recuento de mohos y levaduras	5	200	500	2	NTE INEN 1529

Fuente: INEN 2395 (2011, p. 4)

Elaborado por: La Autora

3.8.4 Variables Cualitativas.

3.8.4.1 Análisis Sensorial.

Se realizó la evaluación de las características organolépticas a los tratamientos de yogur de aguacate y ciruela, respectivamente, mediante la aplicación de un análisis descriptivo cuantitativo (QDA) con un grupo de seis estudiantes semi-entrenados de ciclo superior de la Carrera de Nutrición de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

Los atributos establecidos que testearon los panelistas para el yogur de aguacate fueron los siguientes:

- Color pantone PMS 365
- Sabor característico
- Textura
- Aroma

Los atributos establecidos que testearon los panelistas para el yogur de ciruela fueron los siguientes:

- Color pantone PMS 135
- Sabor característico
- Textura
- Aroma a yogur

3.9 Manejo del ensayo

El desarrollo de los tratamientos se realizó en la Planta de 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 por un envase plástico de 200 ml de yogur de aguacate y de ciruela, respectivamente.

3.10 Beneficio-costo.

Marroquín manifiesta en lo siguiente:

$$B/C = \text{ingresos} / \text{egresos}$$

- Cuando su valor es superior a la unidad, significa que los ingresos son superiores al de los egresos, es decir, que el proyecto es atractivo; Es $B/C > 1$.
- Cuando el valor neto de los ingresos es igual al valor de los egresos; el proyecto es indiferente y la tasa de interés utilizada representa la tasa interna de rentabilidad del proyecto; Es $B/C = 1$.
- Cuando el valor de esta relación es negativo, se tiene un proyecto en el cual los ingresos son menores que el de los egresos, lo cual que todo el proyecto no es atractivo; Es $B/C < 1$ (2008, p. 21).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Determinar la formulación del yogurt artesanal de aguacate y ciruela

La evaluación sensorial de los tratamientos se llevó a cabo mediante un QDA realizado a los estudiantes de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial de la Facultad Técnica para el Desarrollo de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. En el cual se calificaron los atributos de color, textura, aroma, sabor y aceptabilidad de cada tratamiento de yogurt de aguacate y de ciruela en una escala de 0 a 5, la cual se detalla a continuación en la Tabla 15:

Tabla 15. Escala de análisis sensorial

Puntuación	Significado
4-5	Ligero
6-8	Intenso
9-10	Muy intenso

Elaborado por: La Autora

En la Tabla 16 se presentan los resultados de las evaluaciones sensoriales realizadas al yogurt de aguacate:

Tabla 16 Resultados del análisis sensorial del yogur de aguacate

Tratamientos	Color	Textura	Aroma	Sabor	Aceptabilidad
1	4.0	4.0	5.5	5.0	5.0
2	4.2	4.4	6.3	5.0	4.5
3	4.5	5.0	7.0	6.0	6.0
4	4.0	4.3	5.5	4.5	5.5
5	4.4	3.8	5.0	6.0	5.4
6	4.2	4.2	6.5	5.0	5.3
7	4.0	3.6	6.2	4.6	4.8
8	5.0	4.0	7.0	4.2	4.0
9	4.6	4.0	6.5	4.8	4.3
10	4.3	3.6	7.5	4.6	5.0
11	4.4	3.0	6.4	4.3	5.1
12	4.2	4.0	6.6	5.0	5.0
13	5.0	5.0	8.0	6.0	6.0
14	4.0	4.5	6.8	4.5	4.8
15	5.0	4.0	8.0	5.0	5.0
16	4.3	4.4	6.3	4.0	5.0

Elaborado por: La Autora

La Tabla 17 muestra los promedios de las tres mejores evaluaciones realizadas por los estudiantes de la carrera de Ingeniería Agroindustrial de la UCSG.

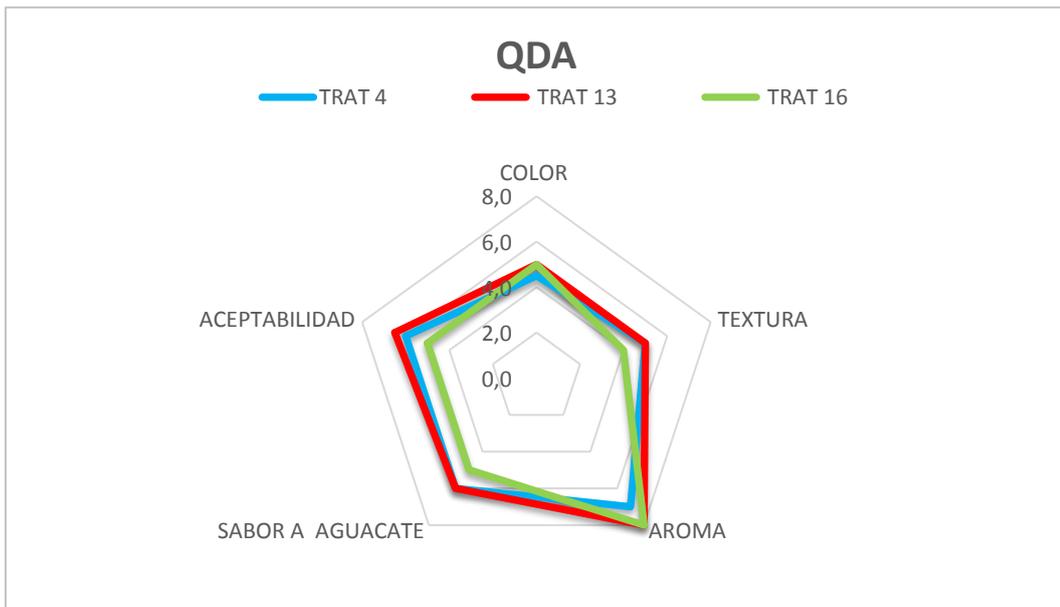
Tabla 17. Promedios de evaluaciones establecidos por el QDA

Tratamientos	Color	Textura	Aroma	Sabor a aguacate	Aceptabilidad
T 3	4.5	5.0	7.0	6.0	6.0
T 13	5.0	5.0	8.0	6.0	6.0
T 15	5.0	4.0	8.0	5.0	5.0

Elaborado por: La Autora

El Gráfico 3 muestra el perfil sensorial de los tres mejores tratamientos del yogur de aguacate según el QDA.

Gráfico 3. Perfil sensorial de los tratamientos



Elaborado por: La Autora.

El tratamiento más destacado según el análisis descriptivo cuantitativo en aceptabilidad y aroma fue el tratamiento 13, es decir, el olor fue más característico a un yogur típico que la de los otros dos yogures; en la característica sensorial de color el tratamiento 15 fue el mayor puntuado con un promedio de 9.5 seguido por el tratamiento 4.

Los atributos sabor y aroma hacen referencia a las proporciones de jalea de aguacate y la cantidad de inóculo lácteo con el que cada tratamiento fue elaborado según las cantidades obtenidas del programa *Design expert* versión 11; la textura representa a la apariencia del mismo, el sabor dulce a la sacarosa presente en la jalea y el color a la homogeneidad de la jalea con el yogur. Mediante los resultados expuestos por el programa *Design expert* versión 11, se estableció la fórmula designada para la elaboración del yogur. La Tabla 18 muestra el porcentaje formulado para el desarrollo del yogur de aguacate.

Tabla 18. Porcentaje formulado para el desarrollo del producto

Componentes	Insumos	Porcentaje
A	Leche entera	81.00
B	Yogur natural	10.12
C	Jalea de aguacate	8.87
	Total	100 %

Elaborado por: La Autora

Se realizó una base de comparación entre en mejor tratamiento obtenido por el software estadístico *Design expert* versión 11 y el mejor tratamiento del QDA cuyos resultados se muestran en la Tabla 19.

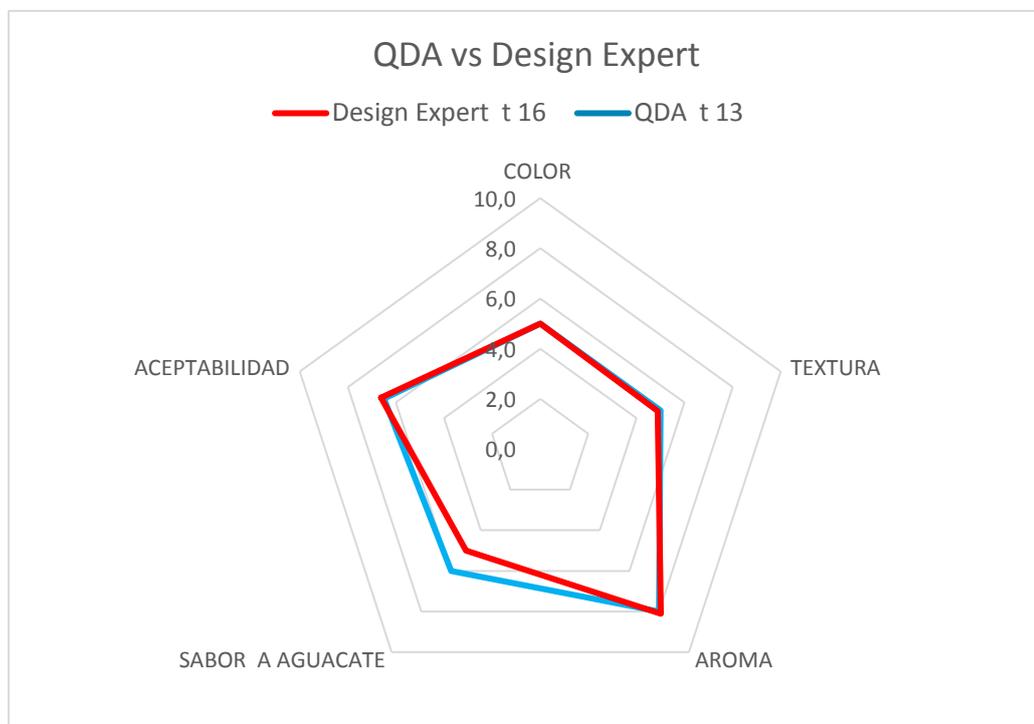
Tabla 19. Base de comparación

Tratamientos	Color	Textura	Aroma	Sabor a aguacate	Aceptabilidad
QDA T(13)	5.0	5.0	8.0	6.0	6.5
<i>Design expert</i> T (16)	5.0	4.8	8.1	6.0	6.7

Elaborado por: La Autora

El Gráfico 4 muestra el perfil sensorial de los tres mejores tratamientos del yogur de ciruela según el QDA.

Gráfico 4. Comparación de tratamientos QDA vs *Design expert*



Elaborado por: La Autora.

Con los atributos que se evaluaron al yogur de aguacate se observó que la aceptabilidad y el aroma generaron valores semejantes los cuales fueron aceptables por el consumidor. En los atributos color y textura, se observó similitud en ambos tratamientos, sin embargo, en el atributo de sabor a aguacate el tratamiento 13 del QDA obtuvo una puntuación de seis, esto se debió a la degustación crítica de los panelistas en comparación con el tratamiento 16 que fue seleccionado por el programa.

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 fue el tratamiento 16.

En la Tabla 20 se presentan los resultados de las evaluaciones sensoriales realizadas al yogur de ciruela:

Tabla 20. Resultados del análisis sensorial al yogur de ciruela

Tratamientos	Color	Textura	Aroma	Sabor	Aceptabilidad
1	4.5	5.0	6.5	5.5	6.0
2	5.2	4.4	6.3	5.0	4.5
3	4.5	5.0	7.0	6.6	6.0
4	5.0	5.3	6.5	4.5	5.5
5	4.4	6.8	5.0	6.0	6.4
6	4.2	4.2	6.5	5.6	6.3
7	7.5	8.5	7.5	6.0	7.5
8	5.0	4.0	7.0	4.2	5.0
9	6.6	6.0	6.5	6.8	4.3
10	4.3	5.6	7.5	4.6	5.0
11	4.4	7.0	6.4	4.3	5.1
12	4.2	4.0	6.6	5.0	6.0
13	8.0	7.5	8.0	6.5	7.5
14	7.5	7.5	8.0	5.5	7.0
15	5.0	4.0	8.0	5.0	6.0
16	5.5	6.4	6.3	4.0	5.0

Elaborado por: La Autora.

La Tabla 21 muestra los promedios de las tres mejores evaluaciones realizadas por los estudiantes de la carrera de Ingeniería Agroindustrial de la UCSG al yogur de ciruela.

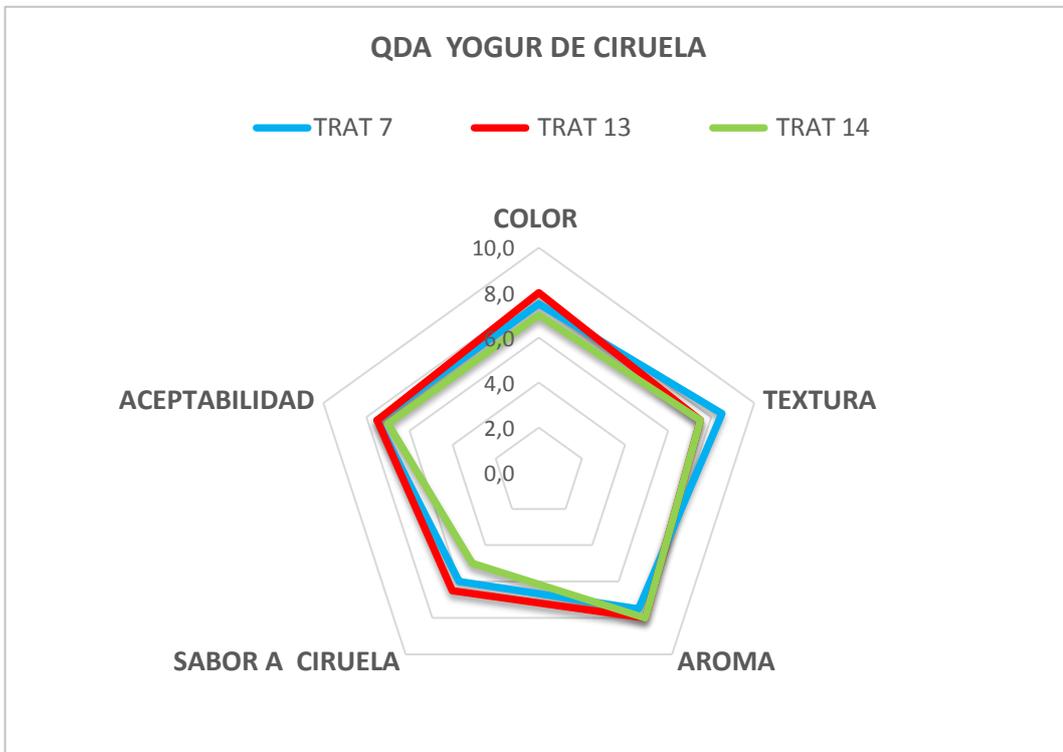
Tabla 21. Promedios de evaluaciones establecidos por el QDA

Tratamientos	Color	Textura	Aroma	Sabor a ciruela	Aceptabilidad
T 7	7.5	8.5	7.5	6.0	7.5
T 13	8.0	7.5	8.0	6.5	7.5
T 14	7.5	7.5	8.0	5.5	7.0

Elaborado por: La Autora.

En el Gráfico 5 se presenta el análisis cuantitativo descriptivo para los tres tratamientos de yogur de ciruela.

Gráfico 5. Perfil sensorial de los tratamientos de yogur de ciruela



Elaborado por: La Autora

El tratamiento más destacado según el análisis descriptivo cuantitativo QDA en aceptabilidad y textura fue el tratamiento 13, puesto que destaca notablemente en dos atributos: color y sabor a ciruela, esto se debe a la cantidad de jalea empleada en el tratamiento que le otorgó dichas características.

En el atributo de textura destacó el tratamiento 7 con un promedio de 8.5 esto se debe a la cantidad de cultivo lácteo utilizado en el tratamiento. Mediante los resultados expuestos por el programa *Design expert* versión 11, se estableció la fórmula designada para la elaboración del yogur.

La Tabla 22 muestra el mejor porcentaje para el desarrollo del yogur de ciruela.

Tabla 22. Promedios de evaluaciones establecidos por el QDA

Componentes	Insumos	Porcentaje
A	Leche entera	80.00
B	Yogur natural	10.00
C	Jalea de ciruela	10.00
	Total	100 %

Elaborado por: La Autora

Se realizó una base de comparación entre en mejor tratamiento obtenido por *Design expert* versión 11 y el mejor tratamiento obtenido del QDA, obteniendo los siguientes datos mostrados en la Tabla 23.

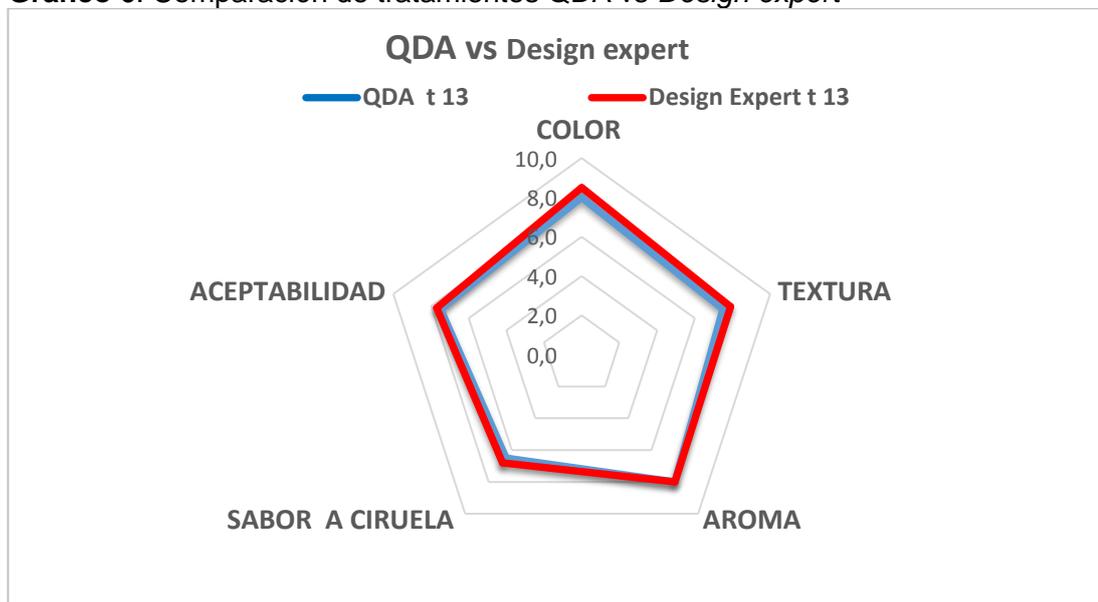
Tabla 23. Base de comparación

Tratamientos	Color	Textura	Aroma	Sabor ciruela	Aceptabilidad
QDA T(13)	8.0	7.5	8.0	6.5	7.5
<i>Design expert</i> T (13)	8.5	7.9	8.0	6.8	7.7

Elaborado por: La Autora

En el Gráfico 6 se muestra la comparación del tratamiento obtenido por el programa *Design expert* vs el tratamiento obtenido en el QDA.

Gráfico 6. Comparación de tratamientos QDA vs *Design expert*



Elaborado por: La Autora

Con los atributos evaluados al yogur de ciruela en el QDA versus el mejor tratamiento según el programa *Design expert* se observó que fueron semejantes en el atributo aroma; en los atributos de sabor a ciruela y aceptabilidad no existieron mayores diferencias, sin embargo, en el atributo de color el tratamiento seleccionado por software estadístico obtuvo un valor mayor comparado al tratamiento QDA. 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 fue el tratamiento número 13.

4.2 Análisis de evaluación sensorial según el programa *Design expert*

4.2.1 ANOVA de la evaluación sensorial del yogur de aguacate.

A continuación, se detallan los modelos matemáticos obtenidos según el programa *Design expert* versión 11, así como las respectivas interpretaciones.

4.2.1.2 ANOVA de color para el yogur de aguacate.

La Tabla 24 muestra el análisis de ANOVA se obtuvo un valor de F de 4.59 lo que indica que el modelo fue significativo. Existe sólo 3.87 % de probabilidad que un valor de F sea mayor. El valor de F en la falta de ajuste fue 0.21 % que indicó que no fue significativo en relación con el error puro. Teniendo un 66.90 % de probabilidad de que esta falta de ajuste ocurra por factor externo, con valor R² de 87.32 %.

Tabla 24. ANOVA modelo cúbico de color para el yogur de aguacate

F.V	Suma de cuadrados	df	Cuadrado Medio	Valor F	Valor P	
Modelo	22.70	9	2.52	4.59	0.03	Significativo
Mezcla Lineal	6.05	2	3.02	5.50	0.04	
Residual	3.30	6	0.54			
Falta de ajuste	0.13	1	0.13	0.20	0.66	No significativo
Error	3.17	5	0.63			
Total	26.00	5				

Ajuste estadístico			
Desv.Stand	0.74	R²	0.87
Media	5.50	Ajustada R²	0.68
C.V. %	10.48	Predictiva R²	-1.95

Fuente: *Design expert* versión 11

Elaborado por: La Autora.

A continuación, la ecuación desarrollada con el programa, se reemplazó por los porcentajes del mejor tratamiento generado por *Design expert* versión 11:

A: 0.82 % leche entera

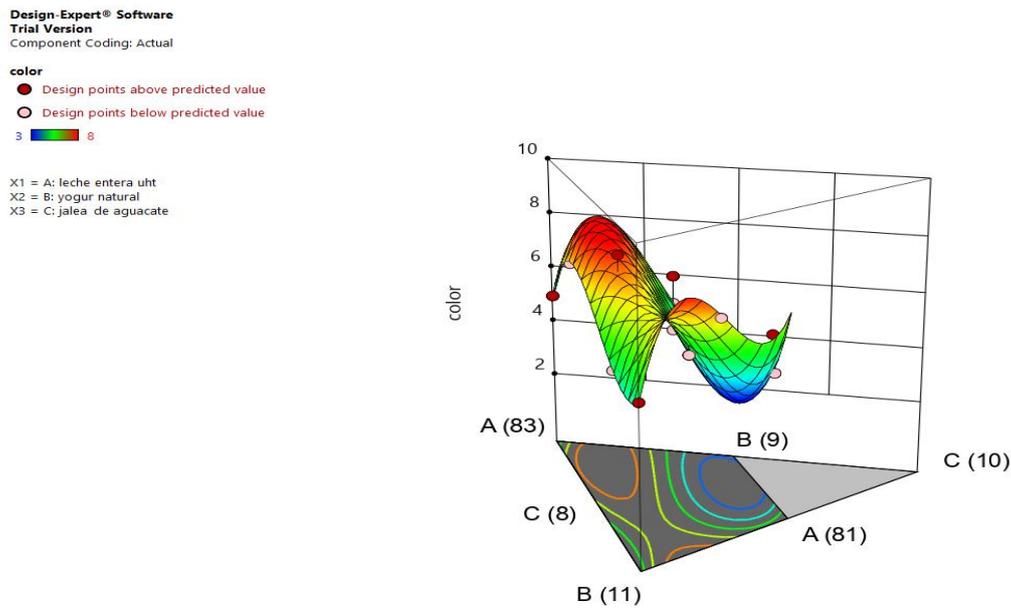
B: 0.09 % yogur natural

C: 0.08 % jalea de aguacate

Color: $-23.76 *A - 1013.78*B -1203.49 *C + 13.68*AB + 16* AC+ 135.38 * BC -1.65 *ABC: 4.72$

En el Gráfico 7 se expresan los resultados de superficie de respuesta para el color, los puntos rojos en la gráfica expresan el valor con mayor relevancia.

Gráfico 7. Superficie de color



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

4.2.1.3 ANOVA de textura para el yogur de aguacate.

La Tabla 25 muestra un modelo cuártico para el parámetro textura, el análisis ANOVA indica que el valor de F fue 4.59 cuyo modelo fue significativo. Existe 3.87 % de probabilidad que un valor de F sea mayor. El valor de F en la falta de ajuste fue 0.21 que indicó que no fue significativo en relación con el error puro. Existe un 66.90 % de probabilidad de que esta falta de ajuste ocurra por un factor externo, con un valor obtenido de R^2 de 87.32 %.

Tabla 25. ANOVA modelo cuártico de textura para el yogur de aguacate

F.V	Suma de cuadrados	df	Cuadrado Medio	Valor F	Valor P	
Modelo	22.70	9	2.52	4.59	0.03	Significativo
Mezcla lineal	6.05	2	3.02	5.50	0.04	
Residual	3.30	6	0.54			No significativo
Falta de ajuste	0.13	1	0.13	0.20	0.66	
Error	3.17	5	0.63			
Total	26.00	15				

Ajuste estadístico

Desv.Stand	0.74	R²	0.87
Mean	5.50	Ajustada R²	0.68
C.V. %	10.18	Predictiva R²	-1.95

Fuente: *Design expert* versión 11

Elaborado por: La Autora

A continuación, se presenta la ecuación desarrollada con el programa:

Textura: $1.32 * A + 85.67 * B - 369.136 * C - 1.39 * AB + 4 * A * C + 6 * BC$

$\sqrt{\text{textura (20.50)}} = 4.52$

En el Gráfico 8 se expresan los resultados de superficie de respuesta para la textura, su posición se determinó de cada uno de los componentes.

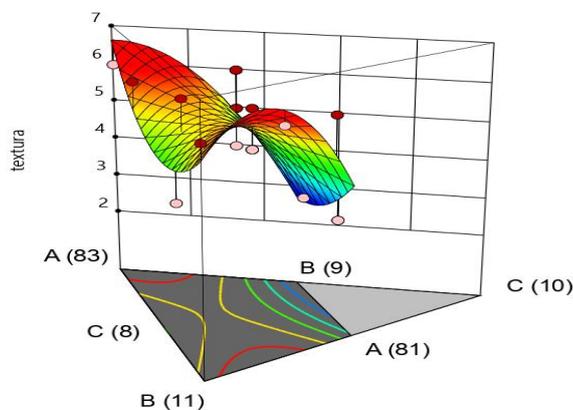
Gráfico 8. Superficie 3D textura

Design-Expert® Software
Trial Version
Component Coding: Actual

textura

- Design points above predicted value
- Design points below predicted value

X1 = A: leche entera uht
X2 = B: yogur natural
X3 = C: jalea de aguacate



Fuente: *Design expert* versión 11

Elaborado por: La Autora

4.2.1.4 ANOVA de aroma del yogur de aguacate.

La Tabla 26 muestra un modelo cúbico para el parámetro textura, el análisis ANOVA indica que el valor de F fue 4.34 cuyo modelo fue significativo. Hay un porcentaje de 0.40 % de probabilidad que un valor de F sea mayor. El valor de F en la falta de ajuste fue 0.60 lo cual no fue significativo en relación con el error puro. Teniendo un 47.13 % de probabilidad de que esta falta de ajuste ocurra por un factor externo, con un R² de 86.68 %.

Tabla 26. ANOVA modelo cúbico para aroma del yogur de aguacate

F.V	Suma de cuadrados	df	Cuadrado medio	Valor F	Valor P	
Modelo	48.63	9	5.40	4.34	0.004	Significativo
Mezcla lineal	21.19	2	10.59	8.50	0.017	
Residual	7.48	6	1.25			
Falta de ajuste	0.80	1	0.80	0.60	0.47	No significativo
Error	6.67	5	1.33			
Total	56.11	15				
Ajuste estadístico						
Desv. Stand	1.12		R²		0.86	
Media	6.41		Ajustada R²		0.66	
C.V. %	7.42		Predictiva R²		-6.92	

Fuente: Design expert versión 11

Elaborado por: La Autora

A continuación, se presenta la ecuación desarrollada con el programa:

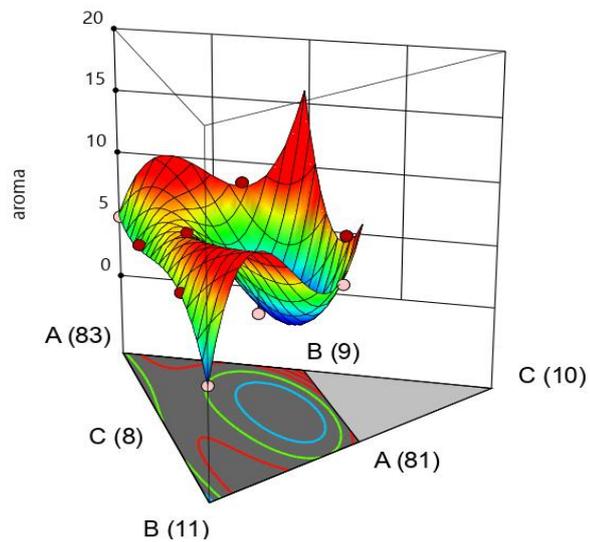
$$\text{Aroma} = 6.32^* A + 4.07^* B + 10.70^* C = 6.40$$

En el Gráfico 9 se expresan los resultados de superficie de respuesta para la aceptabilidad del yogur de aguacate.

Gráfico 9. Superficie 3D aroma

aroma
● Design points above predicted value
○ Design points below predicted value
2 8,5

X1 = A: leche entera uht
X2 = B: yogur natural
X3 = C: jalea de aguacate



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

4.2.1.5 ANOVA de sabor de yogur de aguacate.

La Tabla 27 muestra un modelo cuartico especial para el parámetro de sabor a aguacate y los resultados determinaron que el modelo fue significativo, existe 0.06 % de que el valor de F sea mayor y una falta de ajuste 3.61 lo cual indicó que no es significativo en relación con el error puro, de tal manera hay un 10.70 % de probabilidad de que esta falta de ajuste por un factor externo, con valor R^2 de 95 %.

Tabla 27. ANOVA modelo cuártico especial para sabor a aguacate

F.V	Suma de cuadrados	df	Cuadrado medio	Valor F	Valor P	
Modelo	46.99	8	5.87	16.82	0.06	Significativo
Mezcla lineal	14.35	2	7.18	20.55	0.01	
Residual	2.44	7	0.34			
Falta de ajuste	1.44	2	0.72	3.61	0.107	No significativo
Error	1.00	5	0.20			
Total	49.44	15				

Ajuste estadístico			
Desv. Stand	0.59	R²	0.95
Media	6.19	Ajustada R²	0.89
C.V. %	7.55	Predictiva R²	0.21

Fuente: Design expert versión 11

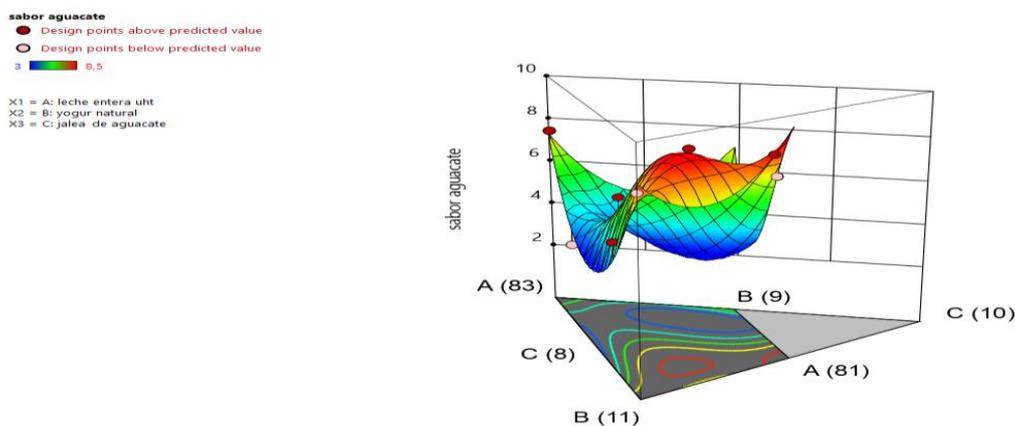
Elaborado por: La Autora

A continuación, se presenta la ecuación desarrollada con el programa:

$$\text{Sabor: } 7.34 * A + 7.87 * B - 7.86 * C - 17 * AB + 10.95 * AC + 26.41 * BC + 65.87 * ABC = 6.08$$

En el Gráfico 10 se presentan los resultados de superficie de respuesta para el sabor aguacate, los puntos rojos en la gráfica expresan el valor con mayor relevancia.

Gráfico 10. Superficie 3D de sabor a aguacate



Fuente: Design expert versión 11

Elaborado por: La Autora

4.2.1.6 ANOVA de aceptabilidad del yogur de aguacate.

La Tabla 28 muestra un modelo lineal para el parámetro de aceptabilidad del yogur de aguacate y los resultados indican que el modelo fue significativo 6.64. Existe solo un 0.10 % de probabilidad de que el valor de F sea mayor y una falta de ajuste 0.62 y se determinó que el modelo no fue significativo en relación con el error puro, de tal manera existe un 90.25 % de probabilidad de que esta falta de ajuste ocurra por un factor externo, con valor R² de 50 %.

Tabla 28. ANOVA modelo lineal de aceptabilidad del yogurt de aguacate

F.V	Suma de cuadrados	df	Cuadrados medios	Valor F	Valor P	
Modelo	40.91	2	20.46	6.64	0.01	Significativo
Mezcla lineal	40.91	2	20.46	6.64	0.01	
Residual	40.02	13	3.08			
Falta de ajuste	14.69	8	1.84	0.62	0.90	No significativo
Error	25.33	5	5.07			
Total	80.94	15				
Ajuste estadístico						
Desv.Stand	1.75			R²		0.50
Medio	5.31			Ajustada R²		0.42
C.V. %	4.03			Predictiva R²		0.29

Fuente: *Design expert* versión 11

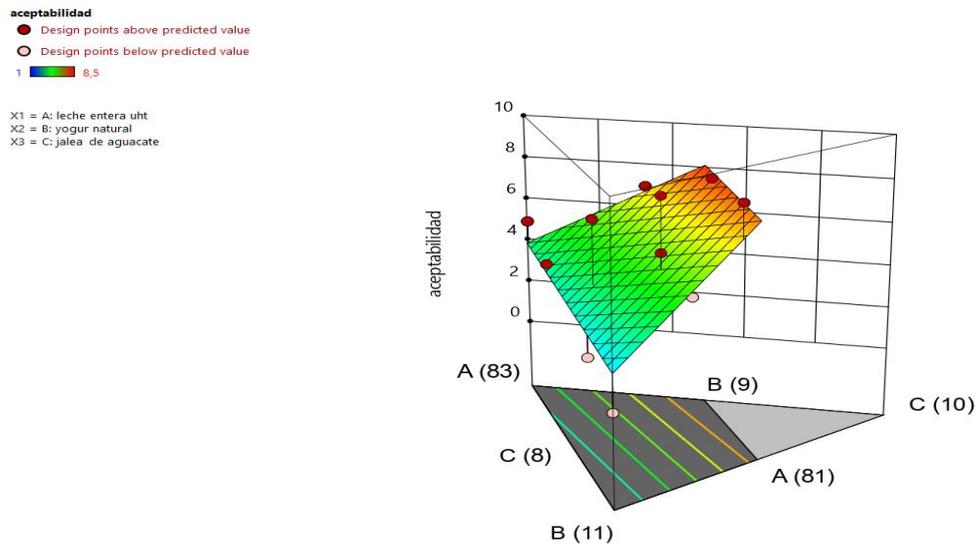
Elaborado por: La Autora

A continuación, se presenta la ecuación desarrollada con el programa:

Aceptabilidad: $3.87 * A + 3.05 * B + 12.08 * C = 4.33$

En el Gráfico 11 se presentan los resultados de superficie de respuesta para la aceptabilidad del yogur aguacate, los puntos rojos en la gráfica expresan el valor con mayor relevancia.

Gráfico 11. Superficie 3D aceptabilidad del yogur de aguacate



Fuente: *Design expert* versión 11

Elaborado por: La Autora

4.2.2 ANOVA de la evaluación sensorial del yogur de ciruela.

A continuación, se detallan los modelos matemáticos obtenidos según el programa *Design expert* versión 11, así como las interpretaciones.

4.2.2.1 ANOVA de color para el yogur de ciruela.

En la Tabla 29 se muestra el análisis de ANOVA la cual indica que el valor de F fue 4.01 cuyo modelo fue significativo. Existe sólo 4.18 % de probabilidad que un valor de F sea mayor, el valor de F en la falta de ajuste fue 1.18 % que indicó que no fue significativo en relación con el error puro. Teniendo un 38 % de probabilidad de que esta falta de ajuste ocurra por un factor externo, con valor R^2 de 82.08 %.

Tabla 29. ANOVA del atributo color para el yogur de ciruela

F.V	Suma de cuadrados	df	Cuadrado medio	Valor F	Valor P	
Modelo	23.58	8	2.5	4.01	0.04	Significativo
Mezcla lineal	3.09	2	1.4	2.10	0.19	
Residual	5.15	7	0.73			No significativo
Falta de ajuste	1.65	2	0.82	1.1.8	0.38	
Error	3.50	5	0.70			
Total	28.73	15				

Ajuste estadístico			
Desv. Stand	0.85	R²	0.82
Medio	5.53	Ajustada R²	0.61
C.V. %	4.51	Predictiva R²	0.03

Fuente: *Design expert* versión 11

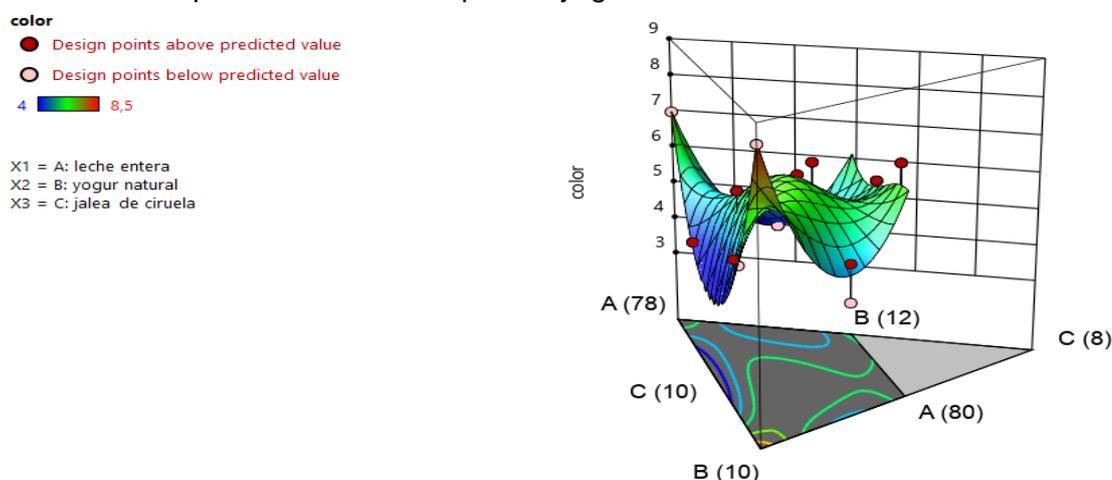
Elaborado por: La Autora

A continuación, se presenta la ecuación desarrollada con el programa para el atributo color del yogur de ciruela.

$$\text{Color: } 9.89 * A + 8.22 * B + 9.58 * C - 14.84 * AB - 19.39 * AC - 16.82 * BC + 99.80 * ABC = 6.53$$

En el Gráfico 12 se presentan los resultados de superficie de respuesta para el color del yogur de ciruela, los puntos rojos en la gráfica expresan el valor con mayor relevancia.

Gráfico 12. Superficie 3D del color para el yogur de ciruela



Fuente: *Design expert* versión 11

Elaborado por: La Autora

4.2.2.3 ANOVA de textura para el yogur de ciruela.

En la Tabla 30 se muestra el análisis de ANOVA cuyo valor de F fue 4.56 lo que indicó que el modelo fue significativo. Existe sólo 3.94 % de probabilidad que un valor de F sea mayor, el valor de F en la falta de ajuste fue 0.39 % que indicó que no fue significativo en relación con el error puro. Teniendo un 55.93 % de probabilidad de que esta falta de ajuste ocurra por un factor externo, con valor R² de 82.08 %.

Tabla 30. ANOVA modelo cúbico de textura para el yogur de ciruela

F.V	Suma de Cuadrados	df	Cuadrado medio	Valor F	Valor P	
Modelo	23.58	9	1.61	4.56	0.039	Significativo
Mezcla lineal	3.09	2	0.0735	0.207	0.81	
Residual	5.15	6	4.20			
Falta de ajuste	1.65	1	0.8250	0.390	0.55	No significativo
Error	3.50	5	0.7000			
Total	28.73	15				
Ajuste estadístico						
Desv. Stand	0.85			R²		0.82
Media	5.53			Ajustada R²		0.61
C.V. %	7.11			Predictiva R²		0.03

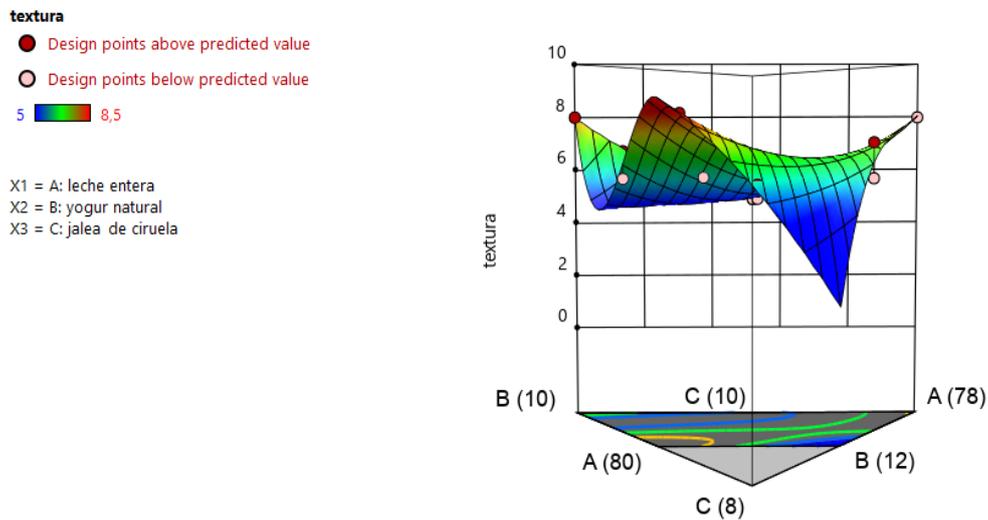
Fuente: Design Expert versión 11

Elaborado por: La Autora

A continuación, se presenta la ecuación desarrollada con el programa **Textura:** $8.11*A + 7.83 *B + 9.19 *C -11.51 *AB -9.41 *AC -5.36 *BC + 17.35 *ABC = 6.56$

En el Gráfico 13 se expresan los resultados de superficie de respuesta para el aroma, los puntos rojos en la gráfica expresan el valor con mayor relevancia.

Gráfico 13. Superficie 3D de textura para el yogur de ciruela



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

4.2.2.4 ANOVA de aroma para el yogur de ciruela.

En la Tabla 31 se muestra el análisis de ANOVA para el atributo de aroma que indica que el valor de F fue 3.94 cuyo modelo fue significativo. Existe sólo 4.57 % de probabilidad que un valor de F sea mayor. El valor de F en la falta de ajuste fue 2.65 % que indicó que no fue significativo en relación con el error puro. Teniendo un 14.91 % de probabilidad de que esta falta de ajuste ocurra por un factor externo, con valor R^2 de 37.76 %.

Tabla 31. ANOVA modelo lineal de aroma para el yogur de ciruela

F.V	Suma de cuadrados	df	Cuadrado medios	Valor F	Valor P	
Modelo	25.15	5	5.03	3.94	0.045	Significativo
Mezcla lineal	9.00	2	4.50	3.94	0.078	
Residual	13.53	10	1.35			
Falta de ajuste	6.84	5	1.37	2.65	0.149	No significativo
Error	6.69	5	1.34			
Total	38.68	15				

Ajuste estadístico

Desv. Stand	1.16	R²	0.37
Media	6.36	Ajustada R²	0.47
C.V. %	3.30	Predictiva R²	-0.03

Fuente: Design expert versión 11

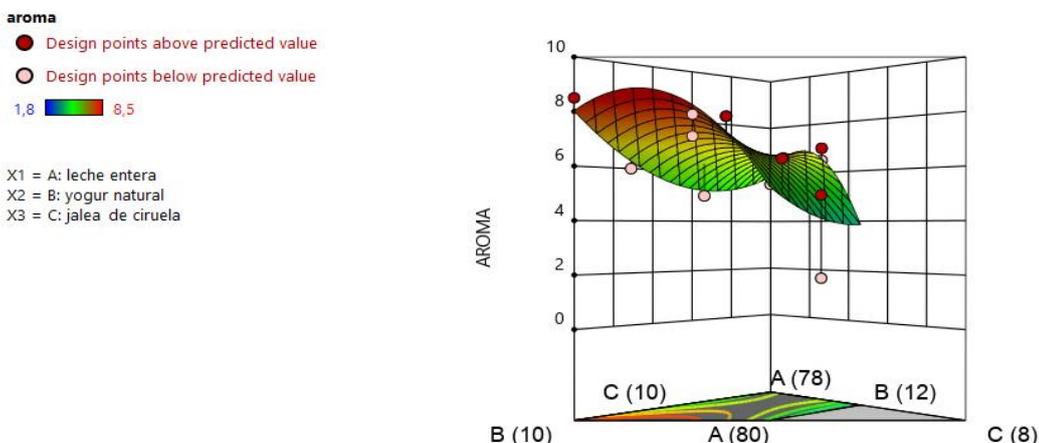
Elaborado por: La Autora

A continuación, se presenta la ecuación desarrollada con el programa para el atributo aroma en el yogur de ciruela

$$\text{Aroma: } 5.93 * A + 8 * B - 13.48 * C - 6.23 * AB + 30.49 * AC + 31.89 * BC = 6.54$$

En el Gráfico 14 se presentan los resultados de superficie de respuesta para el aroma, los puntos rojos en la gráfica expresan el valor con mayor relevancia, su posición se determina de cada uno de los componentes.

Gráfico 14. Superficie 3D de aroma para el yogur de ciruela



Fuente: Design expert versión 11

Elaborado por: La Autora

4.2.2.5 ANOVA cúbico de sabor a ciruela.

En la Tabla 32 se muestra el resultado de análisis de ANOVA la cual indica que el valor de F fue 4.11 cuyo modelo cúbico fue significativo. Existe sólo 4.11 % de probabilidad que un valor de F sea mayor, el valor de F en la falta de ajuste fue 0.95 % que indicó que no fue significativo en relación con el error puro. Teniendo un 55 % de probabilidad de que esta falta de ajuste ocurra por un factor externo, con valor R² de 38.75.

Tabla 32. ANOVA modelo cúbico de sabor a ciruela

F.V	Suma de cuadrados	df	Cuadrado medio	Valor F	Valor P	
Modelo	16.36	2	8.18	4.11	0.041	Significativo
Mezcla lineal	16.36	2	8.18	4.11	0.041	
Residual	25.85	13	1.99			
Falta de ajuste	15.58	8	1.95	0.947	0.55	No significativo
Error	10.28	5	2.06			
Total	42.21	15				
Ajuste estadístico						
Desv. Stand		1.41		R²		0.3875
Media		5.53		R² Ajustada		0.2932
C.V. %		3.52		R² Predictiva		0.0945

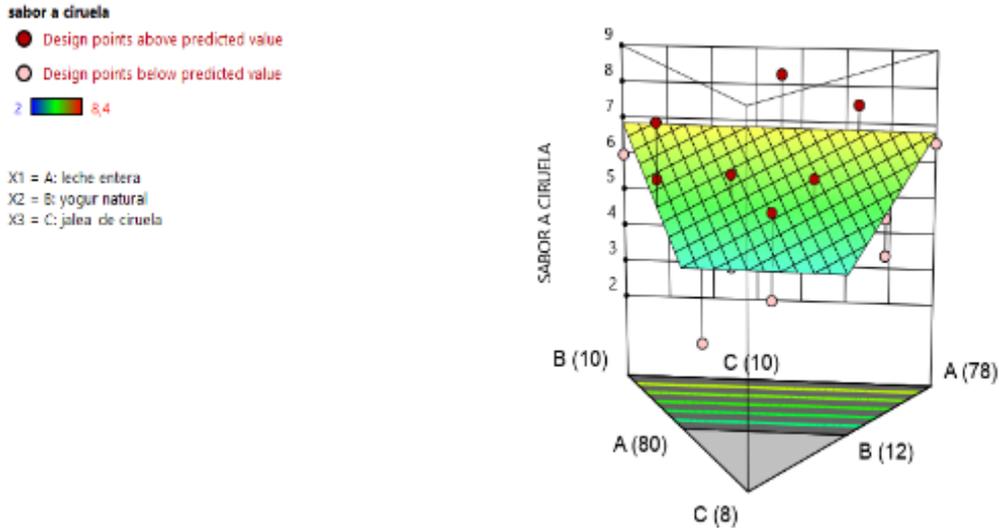
Fuente: Design expert versión 11

Elaborado por: La Autora

A continuación, se presenta la ecuación desarrollada con el programa Sabor: $6.78 * A + 6.88 * B + 1.10 * C = 6.22$

En el Gráfico 15 se expresan los resultados de superficie de respuesta para el aroma, los puntos rojos en la gráfica expresan el valor con mayor relevancia, su posición se determina de cada uno de los componentes

Gráfico 15.Superficie 3D modelo cúbico del sabor a ciruela



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

4.2.2.6 ANOVA de aceptabilidad del yogur de ciruela.

El análisis de ANOVA indica que el valor de F es 7.05 cuyo modelo fue significativo. Existe sólo 0.92 % de probabilidad que un valor de F sea mayor, esto podría ocurrir por influencia de un factor externo, El valor de F en la falta de ajuste fue 0.38 % que indicó que no fue significativo en relación con el error puro. Teniendo un 70 % de probabilidad de que esta falta de ajuste ocurra por ruido, con valor R^2 88.96 %. En la Tabla 33 se muestra el resultado de análisis de ANOVA.

Tabla 33. ANOVA de la aceptabilidad del yogur de ciruela

F.V	Suma de cuadrados	df	Cuadrado medio	Valor F	Valor P	
Modelo	29.46	8	3.68	7.05	0.092	Significativo
Mezcla lineal	1.84	2	0.92	1.76	0.24	
Residual	3.66	7	0.52			
Falta de ajuste	0.48	2	0.24	0.38	0.69	No significativo
Error	3.17	5	0.63			
Total	33.12	15				

Ajuste estadístico			
Desv.Stand	0.72	R²	0.8896
Media	5.56	Ajustada R²	0.7634
C.V. %	8.99	Predictiva R²	0.3553

Fuente: Design expert versión 11

Elaborado por: La Autora

A continuación, se presenta la ecuación desarrollada con el programa para el atributo de aceptabilidad para el yogur de ciruela.

$$\text{Aceptabilidad: } 5.41 * A + 7.22 * B + 2.82 * C - 4.77 * AB + 5.57 * AC + 0.494 * BC = 7.93$$

En el Gráfico 16 se expresan los resultados de superficie de respuesta para la aceptabilidad del producto.

Gráfico 16. Superficie 3D de aceptabilidad del yogur de ciruela

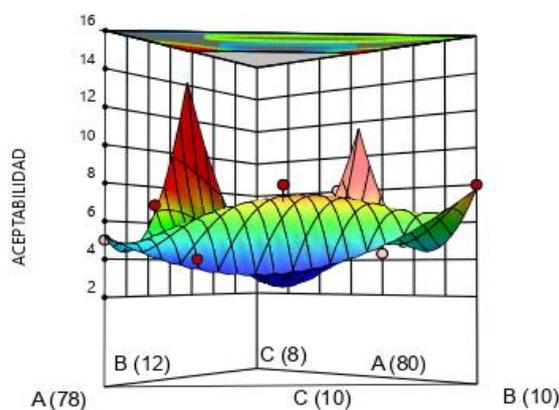
aceptabilidad

● Design points above predicted value

○ Design points below predicted value

3,7  8

X1 = A: leche entera
X2 = B: yogur natural
X3 = C: jalea de ciruela



Fuente: Design expert versión 11

Elaborado por: La Autora

4.3 Análisis físico, químico y microbiológico del yogur de aguacate

A continuación, la Tabla 34 muestra los resultados obtenidos en los análisis físicos, químicos y microbiológicos del yogur de aguacate.

Tabla 34. Análisis físicos, químicos y microbiológicos del yogur de aguacate

Parámetros	Resultados	Unidades
Acidez	0.61	%
pH	4.5	
Proteína	3.42	g
Grasa	3.00	g
Mohos y levaduras	6.7×10^1	UFC/g
<i>E.coli</i>	< 10	UFC/g
<i>Salmonella spp.</i>	Ausencia	UFC/g

Elaborado por: La Autora

4.3.1 Acidez titulable.

La Tabla 35 muestra el porcentaje de acidez láctica medida en el mejor tratamiento de yogur de aguacate.

Tabla 35. Acidez titulable en el yogur de aguacate

Acidez titulable en yogur de aguacate	Acidez titulable en leches fermentadas según CODEX STAN 243
0.61	0.60

Elaborado por: La Autora

El valor obtenido en la presente investigación cumplió lo establecido por el CODEX STAN 243 (2003) la cual indica que la acidez láctica mínima de un yogur saborizado, valor que cumplió con lo establecido en esta norma.

4.3.2 pH

La Tabla 36 muestra el pH medido en el mejor tratamiento de yogur de aguacate.

Tabla 36. pH en el yogur de aguacate

pH en yogur de aguacate	pH según por Miranda et al (2016)
4.5	4.43

Elaborado por: La Autora

El porcentaje de pH en el yogur de aguacate fue de 4.5 valor superior al obtenido por Miranda *et al* (2016, p. 3) en la elaboración de una bebida láctea probiótica de aguacate. El valor obtenido en la presente investigación cumple lo establecido por la norma NMX -F- 444 (1983, p. 3) la cual indica que el pH mínimo es 4.5 en bebidas lácteas fermentadas.

4.3.3 Proteína.

La Tabla 37 muestra el porcentaje de proteína medido en el mejor tratamiento de yogur de aguacate.

Tabla 37. Proteína en el yogur de aguacate

Porcentaje de proteína en yogur de aguacate	Porcentaje de proteína según Miranda, Reck y Clemente (2016)
3.42 %	3.42 %

Elaborado por: La Autora

El porcentaje de proteína obtenido fue de 3.42 %, resultado similar a lo informado por Miranda, Reck y Clemente (2016, p. 3) en su estudio de pulpa de aguacate para elaboración de bebidas lácteas probióticas; la Norma INEN 2395 (2011, p. 3) establece que el valor mínimo de proteína es 2.7 % por consiguiente, se cumplió con este requisito.

4.3.4 Grasa.

La Tabla 38 muestra el porcentaje de grasa medido en el mejor tratamiento de yogur de aguacate.

Tabla 38. Grasa en el yogur de aguacate

Porcentaje de grasa del yogur de aguacate	Porcentaje de grasa según Miranda <i>et al</i> (2016)
3.00 %	5.59 %

Elaborado por: La Autora

El porcentaje obtenido de grasa fue de 3.00 %, valor inferior a lo presentado por Miranda *et al* (2016, p. 3), esto se debe a que se empleó el

aguacate en pequeñas dosis para la elaboración de la jalea a comparación del estudio de referencia que uso netamente pulpa. De acuerdo a lo establecido en la norma NTE INEN 2395 (2011, p. 3) el contenido mínimo de grasa debe ser del 2.5 %, por consiguiente, se cumplió con este requisito.

4.3.5 Análisis microbiológico.

Los resultados de los análisis microbiológicos obtenidos en el yogur de aguacate indicaron ausencia de microorganismos coliformes, presencia no significativa de mohos y levaduras y ausencia *Salmonella spp*; De acuerdo con estos resultados, el producto desarrollado en el presente estudio cumplió con los requisitos de la norma NTE INEN 2395 (2011). La Tabla 39 muestra el resultado de los análisis microbiológicos del yogur de aguacate.

Tabla 39. Análisis microbiológico del yogur de aguacate

Análisis microbiológico	Resultados	Método
Mohos y levadura	6.7×10^1	AOAC 20th 997.02
<i>E.coli</i>	< 10	AOAC 20th 991.14
<i>Salmonella spp.</i>	Ausencia	AOAC 20th 967.26

Elaborado por: La Autora

4.3.6 Análisis físico, químico y microbiológico del yogur de ciruela.

A continuación, la Tabla 40 muestra los resultados obtenidos en los análisis físicos, químicos y microbiológicos del yogur de ciruela.

Tabla 40. Análisis físicos, químicos y microbiológicos del yogur de ciruela

Parámetros	Resultados	Unidades
Acidez	0.62	%
pH	4.5	
Proteína	3.45	g
Grasa	2.36	g
Mohos y levaduras	2.3×10^1	UFC/g
<i>E. coli</i>	< 10	UFC/g
<i>Salmonella spp.</i>	Ausencia	UFC/g

Elaborado por: La Autora

Los resultados obtenidos en los distintos análisis a los que fue expuesto el yogur de ciruela en la presente investigación, fueron comparados con bebidas lácteas del género *Spondias* cuyos valores determinaron o no diferencias significativas.

4.3.7 Acidez titulable.

La Tabla 41 muestra el porcentaje de acidez láctica medida en el mejor tratamiento de yogur de ciruela.

Tabla 41. Acidez titulable en el yogur de ciruela

Acidez titulable en yogur de ciruela	Acidez titulable según Pelisson (2014)
0.61	0.59

Elaborado por: La Autora

El valor de la acidez titulable en el yogurt de ciruela fue 0.61 cuyo valor es superior a 0.59 reportado por Pelisson (2014, p. 36) de acuerdo con los parámetros establecidos por el CODEX STAN 243 (2003). El rango mínimo de acidez en bebidas lácteas es de 0.60 %, por lo que se confirma que este estudio cumplió con el requisito.

4.3.8 pH.

La Tabla 42 muestra el pH medido en el mejor tratamiento de yogur de ciruela.

Tabla 42. pH en el yogur de ciruela

pH en yogur de ciruela	pH según Pelisson (2014)
4.6	4.6

Elaborado por: La Autora

El pH del yogur de ciruela fue de 4.6, cuyo valor es similar a lo reportado por Pelisson (2014, p. 36) en su estudio de una bebida láctea fermentada de ciruela. El valor obtenido en la presente investigación cumplió lo establecido por la norma mexicana F-444 (1983, p. 3).

4.3.9 Proteína.

La Tabla 43 muestra el porcentaje de proteína medido en el mejor tratamiento de yogur de ciruela.

Tabla 43. Proteína en el yogur de ciruela

Porcentaje de proteína en yogur de ciruela	Porcentaje de proteína según Pellison (2014)
3.45 %	2.62 %

Elaborado por: La Autora

El porcentaje de proteína obtenido fue de 3.45 %, cuyo valor es superior a 2.62 % señalado por Pellison (2014, p. 36), el porcentaje de proteína cumplió lo establecido en la Norma INEN 2395 (2011, p. 3).

4.3.10 Grasa.

La Tabla 44 muestra el porcentaje de grasa medido en el mejor tratamiento de yogur de ciruela.

Tabla 44. Contenido de grasa en el yogur de ciruela

Porcentaje de grasa del yogur de ciruela	Porcentaje de grasa según Pellison (2014)
2.36 %	2.15 %

Elaborado por: La Autora

El porcentaje obtenido de grasa fue 2.36 % menor a los obtenidos por Pellison (2014, p. 36) que fueron 2.15 %. La Norma para leches fermentadas INEN 2395 (2011, p. 3) indica un mínimo de 2.5 % de grasa debido al poco aporte proteico que contiene la ciruela.

4.3.11 Análisis microbiológico.

Los resultados de los análisis microbiológicos obtenidos en el yogur de ciruela indicaron presencia no significativa en mohos y levaduras, ausencia de coliformes y ausencia de *Salmonella spp.* El producto desarrollado en el presente estudio cumplió con los requisitos de la norma NTE INEN 2395. La

Tabla 45 muestra el resultado de los análisis microbiológicos del yogur de ciruela.

Tabla 45. Análisis microbiológicos en el yogur de ciruela

Análisis microbiológico	Resultado	Método
Mohos y levadura	2.3×10^1 UFC	AOAC 20th 997.02
<i>E.coli</i>	< 10 UFC	AOAC 20th 991.14
<i>Salmonella spp.</i>	Ausencia	AOAC 20th 967.26

Elaborado por: La Autora

4.4 Análisis de costos

4.4.1 Costo unitario para el yogur de aguacate.

En las Tablas 46 y 47 se detallan los principales productos usados y los precios respectivos de las materias primas para la elaboración del yogur de aguacate en base a una presentación de 200 ml, además se detalla precio del material de empaque y etiqueta como un costo directo en el producto.

4.4.2 Costo beneficio para el yogur de aguacate.

Para obtener la relación costo beneficio se tomaron los valores del costo unitario de producción considerándolos como costos directos y los beneficios asociados serán el valor deseado a de la venta al público. Se debe considerar lo siguiente:

- $B/C > 1$ es viable y hay beneficios.
- $B/C=1$ no hay posibles ganancias
- $B/C < 1$ no se debe considerar

Tabla 46. Costos directos para la elaboración de yogur de aguacate

Materia prima	Unidad	Cantidad por unidad 200 ml	Precio unitario	Precio 200 ml
Leche entera	l	0.16	0.87	0.13
Yogur natural	ml	0.20	0.47	0.09
Aguacate	gr	0.10	0.40	0.04
Azúcar	kg	0.07	0.50	0.06
			Total	0.32 cent.

Materiales directos	Unidad	Cantidad	Precio docena	Precio unitario
Envases plásticos	Unidades	1	1.00	0.09
Etiquetas	Unidades	1	2.00	0.09
			Total	0.18 cent.

Elaborado por: La Autora

Tabla 47. Análisis de costo beneficio para el yogur de aguacate

Detalles	Costos
Costo de materia prima directos	0.32
Costo de insumos directos	0.18
Total de Costo Unitario	0.50
Margen de Utilidad (30 %)	0.15
Total de precio valor al público (P.V.P.)	0.65
V. Beneficio - Costo (B/C)	1.30

Elaborado por: La Autora

Se consideró un margen de utilidad de ganancia del 30 % adicional al total del costo unitario y el margen de utilidad generó el precio de venta al público de 0.65 centavos. Para el cálculo de C/B se consideró el beneficio dividido por el costo unitario de producción en el cual se obtuvo el valor de USD 1.30 que indica que por cada dólar que se invierta, se obtiene una ganancia de 0.30 centavos de dólar. De tal manera que $B/C > 1$ revela que el proyecto es rentable.

4.4.1 Costo unitario para el yogur de ciruela.

En las Tablas 48 y 49 se detallan los principales productos usados y los precios respectivos de las materias primas para la elaboración del yogur de ciruela en base a una presentación de 200 ml, en temporada de ciruela la

caja de 200 unidades se valora en cuatro dólares e incluso el precio puede ser inferior debido al auge en cosecha y poca demanda de este fruto.

Tabla 48. Costos directos para la elaboración de yogur de ciruela

Materia prima	Unidad	Cantidad por unidad 200 ml	Precio unitario	Precio / 200 ml
Leche entera	l	0.16	0.87	0.13
Yogur natural	ml	0.20	0.47	0.09
Ciruela	unidades	0.01	0.03	0.005
Azúcar	kg	0.02	0.90	0.018
			Total	0.25 cent.

Materiales directos	Unidad	Cantidad	Precio docena	Precio unitario
Envases plásticos	Unidades	1	1.00	0.09
Etiquetas	Unidades	1	2.00	0.09
			Total	0.18 cent.

Elaborado por: La Autora

4.4.2 Costo beneficio para el yogur de ciruela

La Tabla 49 muestra el costo beneficio para la producción de yogur de ciruela.

Tabla 49. Análisis de costo beneficio para el yogur de ciruela

Detalles	Costos
Costo de materia prima directos	0.25
Costo de insumos directos	0.18
Total de Costo Unitario	0.43
Margen de Utilidad (51%)	0.22
Total de precio valor al público (P.V.P.)	0.65
V. Beneficio - Costo (B/C)	1.51

Elaborado por: La Autora

Se consideró un margen de utilidad del 51 % adicional al total del costo unitario y el margen de utilidad generó el PVP de 0.65 centavos. En el cálculo de C/B, se obtuvo el valor de USD 1.51 que indica que por cada dólar que se invierta, se obtiene una ganancia de 0.51 centavos de dólar. De tal manera que $B/C > 1$ revela que el proyecto es rentable.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- El software estadístico *Design expert* versión 11 determinó 16 tratamientos para la elaboración de yogur de aguacate y 16 tratamientos para la elaboración del yogur de ciruela, ambos yogures fueron testeados organolépticamente por estudiantes de ciclos superiores, se realizó una comparación entre el yogur seleccionado por los panelistas vs la fórmula seleccionada por el programa. Se eligió el mejor tratamiento el cual fue evaluado con los requisitos que indican en las Normas INEN 2395 para leches fermentadas.
- Los análisis físicos realizados a los yogures de aguacate y de ciruela fueron determinadas por sus respectivos métodos obteniendo así 4.5 de pH y de acidez 0.60 %, estos valores fueron indicadores que el yogur natural hijo se encontraba en óptimo estado para ser mezclado con las respectivas jaleas.
- El costo de venta al público del yogur de aguacate y del yogur de ciruela fue de \$ 0.65 en la presentación de 200 ml lo que determinó que son productos altamente competitivos con los precios del mercado nacional actual.
- Los resultados obtenidos en las características físicas y químicas del producto estudiado cumplieron con los requisitos establecidos, lo cual significa que éstos pueden ser utilizados para el desarrollo de nuevas bebidas.

5.2 Recomendaciones

- El uso de materias primas para la elaboración de yogur, como la leche entera y el yogur madre se recomienda que cumplan los requisitos según sus respectivas normas NTE INEN 0010 y 2395.
- La ciruela al ser una fruta de temporada, escasea en meses de verano, se debe aprovechar su auge y almacenar la pulpa de la fruta en condiciones de congelación para ser procesada posteriormente.
- Al despulpar el aguacate se debe realizar con brevedad la jalea debido a que mayor exposición ambiental empieza el pardeamiento enzimático.
- Inmediatamente después de dosificar el cultivo lácteo al tratamiento se debe depositar en cajas térmicas de polietileno expandido y su vez ser depositadas en un cuarto limpio y desinfectado, sin exposición de luz y a temperatura superior de 35 °C.
- A partir de las 4 horas se deben tomar 10 ml de muestra de yogur natural procesado para verificar que se ha alcanzado el porcentaje requerido de pH.
- Al ser productos lácteos fermentados sin conservantes ni colorantes el tiempo de vida útil es menor (12 días) por lo que es importante mantenerlo a una temperatura menor a 10 °C.

BIBLIOGRAFÍA

- Alcaraz, M. (2009). *Biología reproductiva del aguacate (Persea americana Mill) implicaciones para la optimización del cuajado*. tesis de maestría, Universidad de Málaga, Málaga. Obtenido de http://www.avocadosource.com/international/spain_papers/AlcarazML2009b.pdf
- AOAC 967.26. (2016). *Salmonella* in processed food. Recuperado el 13 de enero de 2019, de https://www.edgeanalytical.com/wp-content/uploads/Food_AOAC-999.08.pdf
- AOAC 991.14. (2016). *Coliforms and Escherichia coli* counts in foods. Recuperado el 12 de enero de 2019, de <https://www.fda.gov/food/foodscienceresearch/ucm309839.pdf>
- AOAC 997.26. (2016). *Yeast and Mold* counts in food. Recuperado el 15 de enero de 2019, de http://edgeanalytical.com/wp-content/uploads/Food_AOAC-997.02.pdf
- Auría, E. y Solorzano, H. (2015). *Estudio de factibilidad para la producción y comercialización de una Gelatina elaborada a base de ciruelas en la ciudad de Guayaquil*. tesis de pregrado, Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador. Recuperado el 26 de enero de 2019, de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/12327>
- Babio, N., Mena, G. y Salas, J. (2017). Más allá del valor nutricional del yogur: ¿un indicador de la calidad de la dieta? *Nutrición hospitalaria*, 34 (suppl.4), (pág.5). Recuperado el 16 de enero de 2019, de http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0212-16112017001000006&lng=es&nrm=iso

- Blanco, P. (2015). *Caracterización de la bacteria Streptococcus thermophilus aislada en leche cruda bobina, ovina y caprina*. tesis de pregrado. Recuperado el 26 de enero de 2019, de <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/123456789/8221/1/uy24-17716.pdf>
- CIL. (2015). *La Leche del Ecuador- Historia de la lechería ecuatoriana*. Recuperado el 01 de enero de 2019, Obtenido de <https://cilecuador.org/>
- Climate-data. (2018). Recuperado el 01 de enero de 2019, de <https://es.climate-data.org/location/2962>.
- Codex Alimentarius. (2003). Norma Del Codex Para Leches Fermentadas (*Codex Stan 243*). Recuperado el 08 de enero de 2019, de <http://www.fao.org/3/a-i2085s.pdf>
- Condony, R., Marine, A. y Rafecas, M. (1988). *Yogurt: Elaboración y valor nutritivo*. Madrid. Recuperado el 14 de febrero de 2019, de <https://www.fen.org.es/storage/app/media/imgPublicaciones/33-Yogur-elaboraci%C3%B3n.pdf>
- DANEC. (2016). *Departamento Administrativo Nacional de Estadística Colombiana*. Obtenido de Cultivo de aguacate Hass (Persea americana Mill; Persea nubigena var. Guatemalensis x Persea americana var. drymifolia), plagas y enfermedades durante la temporada de lluvias: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/Bol_Insumos_ago_2016.pdf
- Ekos. (2017). *Productos lácteos: menor consumo*. Obtenido de <http://www.ekosnegocios.com/negocios/verArticuloContenido.aspx?idArt=8909>

- Eroski. (s.f). *Frutas*. Recuperado el 12 de enero de 2019, de <http://frutas.consumer.es/ciruela/propiedades>
- Espinosa, J. (2007). Evaluación sensorial de los alimentos. *REDUNIV*, (pág.17). Recuperado el 26 de enero de 2019, de <http://beduniv.reduniv.edu.cu/fetch.php?data=190&type=pdf&id=2803&db=0>
- FAO. (2002). *Nutrición humana en el mundo anexo 3 contenido de los nutrientes de los alimentos seleccionados*. Recuperado el 30 de enero de 2019, de <http://www.fao.org/docrep/006/w0073s/w0073s1x.htm#bm69x>
- FAO. (2011). *Actualidad agropecuaria de américa latina y el caribe*. Recuperado el 12 de enero de 2019, de <http://www.fao.org/in-action/agronoticias/detail/es/c/507240/>
- FAO. (2011). *Leche y Productos Lácteos*. Recuperado el 02 de enero de 2019, de <http://www.fao.org/3/a-i2085s.pdf>
- García, O. y Ochoa, I. (1987). *Derivados lácteos-procesamiento de kumis y yogurt*. Bogotá. Recuperado el 10 de enero de 2019, de <http://infolactea.com/wp-content/uploads/2015/03/538.pdf>
- Guel, P., Hernandez, J. y Rodriguez, G. (2018). Uso de bacterias obtenidas a partir de suero de leche y su uso potencial como probióticos en la industria alimentaria. *Revista Boliviana de química*, 3(1), (pág.5). Recuperado el 26 de enero de 2019, de http://www.scielo.org.bo/pdf/rbq/v35n1/v35n1_a05.pdf

- Hernandez, E. (2005). *Evaluación sensorial*. Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Bogotá D.C. Recuperado el 15 de enero de 2019, de <http://www.inocua.org/site/Archivos/libros/m%20evaluacion%20sensorial.pdf>
- Huayta, E. (2015). *Perfil de la instalación de una planta para la elaboración de yogurt artesanal*. tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima. Recuperado el 26 de Diciembre de 2019, de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2056>
- INEC. (2017). *Encuesta de superficie y producción agropecuaria continúa*. Recuperado el 18 de enero de 2019, de http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac_2017/Informe_Ejecutivo_ESPAC_2017.pdf
- Liria, M. (2007). *Guía para la evaluación sensorial de alimentos*. Instituto de Investigación Nutricional, Lima. Recuperado el 14 de enero de 20109, de <http://lac.harvestplus.org/wp-content/uploads/2008/02/Guia-para-la-evaluacion-sensorial-de-alimentos.pdf>
- MAG. (s.f). *INIAP evalúa cultivo de aguacate*. Recuperado el 19 de enero de 2019, de <https://www.agricultura.gob.ec/iniap-evalua-cultivo-de-aguacate/>
- Marquinez, L. y Rizzo, O. (2015). *Análisis del proceso de distribución de la ciruela en la Parroquia Petrillo y propuesta para mejorar su comercialización*. (tesis de pregrado). Recuperado el 26 de enero de 2019, de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/13345>

- Marroquín, D. (2008). *Estudio financiero para la construcción de un edificio de apartamentos*. tesis de maestría, Universidad de San Carlos de Guatemala. Recuperado el 1 de marzo de 2019 , de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/03/03_3100.pdf
- Miranda, N., Reck, I. y Clemente, E. (2016). Utilização de polpa de abacate em formulações de bebidas lácteas probióticas. *UNINGA REVIEW*, 26(3). Recuperado el 20 de enero de 2019, de <http://revista.uninga.br/index.php/uningareviews/article/view/1803/140>
- Montañez , I., Vargas, C., Cabeza, M. y Cuervo, J. (2010). Colonización micorrizica en plantas de aguacate (*Persea Americana L.*). *UDCA* , 13(2), 51-60. Recuperado el 12 de enero de 2019, de <http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v13n2/v13n2a07.pdf>
- Montero, A., Limia, A., Franco, E. y Belmonte, S. (2006). Estudio de declaraciones nutricionales y saludables en el etiquetado de leches fermentadas. *Nutrición Hospitalaria*, 21(3), 338-345. Recuperado el 11 de enero de 2019, de http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112006000300008
- Muy, M., Baez, M., Contreras, R., Perez, V., Martinez, C., Contreras, L., Sañudo, A. (2009). *Calidad de ciruela roja mexicana deshidratada mediante sol y calor seco*. Recuperado el 18 de enero de 2019, de <http://www.cofupro.org.mx/cofupro/publicaciones.php?publicaciones=608>
- NMX-F-444. (1983). *Alimentos. Yoghurt o Leche Búlgara*. Recuperado el 10 de enero de 2019, de <http://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F-444-1983.PDF>

NTE INEN 2395. (2011). *Leches fermentadas requisitos*. Recuperado el 18 de enero de 2019, de <https://archive.org/details/ec.nte.2395.2011/page/n1>

NTE INEN 2825. (2013). *Normas para las confituras, jaleas y mermeladas (CODEX STAND 296-2009, MOD)*. Recuperado el 14 de enero de 2019, de http://181.112.149.204/buzon/normas/nte_inen_2825.pdf

Parra, R. A. (2010). Bacterias ácido lácticas: papel funcional en los alimentos. 8(1). Recuperado el 26 de enero de 2019, de <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v8n1/v8n1a12.pdf>

Pelisson, M. (2014). *Desenvolvimento de bebida láctea prebiótica con cajá-manga (Spondias dulcis)*. tesis de pregrado, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Paraná. Recuperado el 12 de enero de 2019, de http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/3462/1/FB_COALM_2014_2_08.pdf

Pérez, R., Villanueva, S. y Cosío, R. (2005). El aceite de aguacate y sus propiedades nutricionales. *e-Gnosis*, 3. Recuperado el 13 de enero de 2019, de <https://www.redalyc.org/pdf/730/73000310.pdf>

Pérez, S., Ávila, G. y Coto, O. (2015). EL Aguacatero (*Persea americana* Mill) cultivos tropicales. *Cultivos Tropicales*, 36(2), 111-123. Recuperado el 14 de enero de 2019, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362015000200016

Picallo, A. (2009). *Análisis sensorial de los alimentos :El imperio de los sentidos*. Recuperado el 23 de enero de 2019, de http://repositorioubasibbi.uba.ar/gsd/collect/encrucci/index/assoc/HWA_257.dir/257.PDF

- Ramírez, B., Barrios, P., Castellanos, J., Muñoz, A., Palomino, G. y Pimienta, E. (2008). Sistemas de producción de *Spondias purpurea* (Anacardiaceae) en el centro occidente de México. *Revista de Biología Tropical*, 56(2), 675-687. Recuperado el 17 de enero de 2019, de http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442008000200021
- Ramírez, J., Rosas, P., Velázquez, M., Ulloa, J. y Arce, F. (2011). *Bebidas lácticas: importancia en los alimentos y efectos en la salud*. Recuperado el 12 de enero de 2019, de <http://fuente.uan.edu.mx/publicaciones/03-07/1.pdf>
- Rivas, F. y Garro, O. (2006). *Preparación de cultivos iniciadores. Optimización del sustrato de crecimiento*. Universidad Nacional de Nordeste. Recuperado el enero 15 de 2019, de <http://www.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/cyt2006/08-Exactas/2006-E-060.pdf>
- Rosales, M. (2006). *Determinación del contenido de grasa en yogurt entero y descremado de marcas comerciales expandidas en la ciudad capital*. tesis de pregrado, Universidad de San Carlos de Guatemala. Recuperado el 15 de enero de 2019, de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/06/06_2428.pdf
- Tabasco, R. (2009). *Bacterias probióticas en la leche fermentada, viabilidad, capacidad competitiva y efecto en la evolución de patologías intestinales*. tesis doctoral, Universidad Autónoma de Madrid. Recuperado el 16 de enero de 2019, de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=105236>

Tuesta, E. (2013). *Microorganismos de uso industrial: vino, queso y yogurt*. tesis de pregrado, Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Recuperado el 28 de enero de 2019, de <http://repositorio.unapikitos.edu.pe/handle/UNAP/2586>

Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. (2010). *Fortalecimiento de las capacidades en la elaboración de derivados lácteos*. Guayaquil.

USDA. (2018). *food composition database show foods plums,raw*. Recuperado el 13 de enero de 2019, de <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/2353>

Vera, M. (2001). *Elaboración y aplicación gastronómica del yogur*. tesis de pregrado, Universidad de Cuenca. Recuperado el enero 26 de 2019, de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/1554>

Viera , A., Sotomayor, A. y Viera, W. (2016). Potencial cultivo de aguacate (Persea americana Mill) en Ecuador como alternativa de comercialización en el mercado nacional e internacional. *Revista Científica y Tecnológica UPSE*, 3(3), 1-9.

Watts, B., Ylimaki, M., Jeffery, L. y Elias, L. (1989). Basic sensory methods for food evaluation. Recuperado el 18 de enero de 2019, de <https://idl-bnc-idrc.dspacedirect.org/bitstream/handle/10625/2844/IDL-2844.pdf?sequence=1>

ANEXOS

Anexo 1. Análisis de pH



Anexo 2. Análisis de acidez



Anexo 3. Incubación en condiciones artesanales



Anexo 4. Evaluación sensorial





**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, **Quinzo Gómez Kelly Paola**, con C.C: #0930399019 autora del trabajo de titulación: “**Desarrollo de una fórmula para elaborar yogur artesanal de dos sabores: aguacate (*Persea americana* Mill) y ciruela (*Spondias purpurea* L.)**” previo a la obtención del título de **Ingeniera Agroindustrial** 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, **19 de marzo de 2019**

Nombre: **Quinzo Gómez Kelly Paola**

C.C: 0930399019



Presidencia
de la República
del Ecuador



Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes



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

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TEMA Y SUBTEMA:	Desarrollo de una fórmula para elaborar yogur artesanal de dos sabores: aguacate (<i>Persea americana</i> Mill) y ciruela (<i>Spondias purpurea</i> L.).		
AUTOR(ES)	Quinzo Gómez Kelly Paola		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Bella Cecilia Crespo Moncada		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Facultad Técnica para el Desarrollo		
CARRERA:	Ingeniería Agroindustrial		
TÍTULO OBTENIDO:	Ingeniera Agroindustrial		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	19 de marzo de 2019	No. DE PÁGINAS:	91
ÁREAS TEMÁTICAS:	Desarrollo de productos, innovación de bebidas lácteas, bebidas lácteas fermentadas		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Aguacate, palta ciruela, leche, inóculo, incubación láctea, cultivo madre		
RESUMEN: El objetivo de la presente investigación fue desarrollar dos bebidas lácteas fermentadas de sabor aguacate (<i>Persea americana</i> Mill) y de sabor ciruela (<i>Spondias purpurea</i> L.), se empleó el software estadístico <i>Design Expert</i> versión 11 para obtener las cantidades de cada tratamiento, el software utilizó un análisis estadístico completamente al azar resultando 16 combinaciones cada una con tres repeticiones. Se determinaron características físicas, químicas al yogur base y seleccionó al mejor tratamiento para cada sabor cuyas formulas son: 81 % de leche entera, 10.12 % de yogur natural madre y 8.87 % de jalea de aguacate, para la elaboración del yogur de aguacate y 81 % de leche entera, 10 % de yogur natural madre, 10 % de jalea de ciruela.			
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593-09889062	E-mail: kquinzog@gmail.com	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE):	Ing. Caicedo Coello Noelia Carolina, M. Sc		
	+593-987361675		
	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):			