



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS

**“DESARROLLO DE UN PRODUCTO DE YOGURT BEBIBLE A BASE DE LECHE DE
SOYA CON SABOR CEREZA”**

TESIS

**QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE LA CARRERA DE
INGENIERO AGRÓNOMO INDUSTRIAL**

PRESENTA

TONANTZIN DÍAZ ALVARADO
ANGEL ALBERTO RUBIO SALGADO

MODALIDAD: TESIS COLECTIVA

ASESORES

DRA. MARÍA DOLORES MARIEZCURRENA BERASAIN

DRA. DORA LUZ PINZÓN MARTÍNEZ

OCTUBRE, 2016

**CAMPUS UNIVERSITARIO “EL CERRILLO”, EL CERRILLO PIEDRAS BLANCAS,
MUNICIPIO DE TOLUCA, MÉX.**



ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS i

DEDICATORIAS ii

ÍNDICE GENERAL	iv
ÍNDICE DE CUADROS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	2
2.1 Desarrollo de nuevos productos	2
2.1.1 Antecedentes	2
2.1.2 Proyecciones	2
2.1.3 Tendencias	2
2.2 Yogurt	3
2.2.1 Definición	3
2.2.2 Clasificación	4
2.2.3 Elaboración	4
2.2.4 Saborizantes	6
2.2.5 Valor nutritivo	6
2.2.6 Yogurt en la salud humana	7
2.3 Soya	7
2.3.1 Origen y difusión	7

2.3.2 Leche de soya	8
2.3.3 Beneficios dietéticos del consumo de la leche de soya	9
2.4 Evaluación sensorial.....	9
2.4.1 Tipos de pruebas con consumidores.....	9
2.4.2 Estudios de evaluación sensorial con yogurt.....	10
2.4.3 Análisis sensorial de yogurt adicionado con leche de soya	11
III. JUSTIFICACIÓN	12
VI. OBJETIVOS.....	13
3.1 Objetivo general.....	13
3.2 Objetivos específicos.....	13
V. MATERIALES Y MÉTODOS.....	14
5.1 Ubicación del sitio experimental.....	14
5.2 Materiales.....	14
5.3 Metodología para la elaboración del yogurt bebible a base de leche de soya con sabor cereza	17
5.3.1 Elaboración del yogurt bebible a base de leche de soya con sabor cereza	17
5.4 Viscosidad.....	18
5.5 pH.....	19
5.6 Color.....	20
5.7 Análisis fisicoquímicos.....	20

5.8 Preparación de las muestras para el análisis microbiológico.....	21
5.9 Siembra y determinación de bacterias mesófilos aerobias	22
5.10 Siembra y determinación de psicrotrofos	23
5.11 Siembra y determinación de coliformes totales y fecales.....	23
5.12 Viabilidad de la suma de <i>Streptococcus thermophilus</i> y <i>Lactobacillus bulgaricus</i>	25
5.13 Tinción de Gram	26
5.14 Microscopio	27
5.15 Evaluación sensorial.....	28
5.15.1 Encuesta	29
5.15.2 Prueba Dúo-Trío.....	30
5.15.3 Prueba de comparación por pares	31
5.15.4 Prueba descriptiva cuantitativa	32
5.15.5 Prueba de preferencia.....	34
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	35
6.1 Viscosidad.....	35
6.2 Análisis físicos durante vida de anaquel	40
6.2.1 pH.....	41
6.2.2 Color.....	42
6.3 Análisis microbiológicos durante vida de anaquel	46
6.3.1 Mesófilos aerobios (MA)	48

6.3.2 Coliformes totales (CT)	49
6.4 Viabilidad de los microorganismos <i>Lactobacillus bulgaricus</i> y <i>Streptococcus termophilus</i>	50
6.5 Análisis fisicoquímicos.....	53
6.6 Evaluación sensorial.....	54
6.6.1 Encuesta	55
6.6.2 Prueba Dúo-Trío	56
6.6.3 Prueba de comparación por pares	56
6.6.4 Prueba descriptiva cuantitativa	58
6.6.5 Prueba de preferencia.....	63
VII. CONCLUSIONES	64
VIII. SUGERENCIAS.....	65
IX. BIBLIOGRAFÍA.....	66

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Materia prima para la elaboración de yogurt.....	14
Cuadro 2. Equipos para la elaboración de yogurt	15
Cuadro 3. Medios de cultivo para análisis microbiológico	15
Cuadro 4. Materiales para análisis microbiológicos	16
Cuadro 5. Equipos para análisis físicos y viabilidad	16
Cuadro 6. Especificaciones fisicoquímicas de yogurt.	21
Cuadro 7. Esfuerzo cortante para yogurt bebible a base de leche de soya y yogurt bebible comercial a diferentes temperaturas.....	35
Cuadro 8. Coeficiente de consistencia e índice de comportamiento de flujo del yogurt bebible a base de leche de soya y yogurt bebible comercial a diferentes temperaturas	37
Cuadro 9. Cuadrados medios del análisis de varianza para los análisis físicos durante vida de anaquel del yogurt bebible a base de leche de soya con sabor cereza.....	40
Cuadro 10. Resultados de comparación de medias mediante una prueba de DMS ($p<0.05$) para los resultados de los análisis físicos durante la vida de anaquel	41
Cuadro 11. Cuadrados medios del análisis de varianza de los análisis microbiológicos durante vida de anaquel.....	47
Cuadro 12. Resultados de comparación de medias mediante una prueba de DMS ($p<0.05$) para los resultados de los análisis microbiológicos durante la vida de anaquel	47
Cuadro 13. Viabilidad de la suma de BAL en yogurt bebible a base de leche de soya con sabor cereza	50
Cuadro 14. Cuadrados medios del análisis de varianza de los análisis fisicoquímicos del yogurt bebible a base de leche de soya con sabor cereza	53

Cuadro 15. Resultados de comparación de medias mediante una prueba de DMS ($p < 0.05$) para los resultados de análisis fisicoquímicos	54
Cuadro 16. Resultados de distribución binomial a la distribución normal de la prueba de comparación por pares.....	57
Cuadro 17. Resultados de la prueba X^2 para el atributo de olor de ambos tratamientos del yogurt bebible a base de leche de soya	58
Cuadro 18. Resultados de la prueba X^2 para el atributo de textura de ambos tratamientos del yogurt bebible a base de leche de soya	60
Cuadro 19. Resultados de la prueba X^2 para el atributo de sabor de ambos tratamientos del yogurt bebible a base de leche de soya	61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema básico de la elaboración de yogurt (Spreer, 2009).....	5
Figura 2. Metodología para elaboración del yogurt (Adaptada de Spreer, 2009).....	17
Figura 3. Esquema del análisis sensorial	29
Figura 4. Formato de encuesta	30
Figura 5. Formato prueba Dúo-Trío.	31
Figura 6. Formato para la prueba por comparación por pares.	32
Figura 7. Formato de prueba descriptiva cuantitativa.	33
Figura 8. Formato de prueba de preferencia.	34
Figura 9. Relación entre la velocidad cortante y el esfuerzo cortante de ambos yogures a ambas temperaturas y modelo reológico, ley de la potencia	37
Figura 10. Yogurt bebible a base de leche de soya con sabor cereza vista microscópica	39
Figura 11. Yogurt bebible comercial (Danup) vista microscópica.....	40
Figura 12. Relación de pH en vida de anaquel para el yogurt bebible a base de leche de soya con sabor cereza.....	42
Figura 13. Evolución de la claridad (L) en el yogurt bebible a base de leche de soya con saor cereza	43
Figura 14. Evolución de la tendencia de rojo a verde en cuanto al valor de a^*	44
Figura 15. Evolución de la tendencia de amarillo hacia azul en cuanto al valor de b^*	45
Figura 16. Grafica de color CIELAB (R-Rite, 2002).....	46
Figura 17. Relación de MA durante vida de anaquel	48
Figura 18. Relación de CT en vida de anaquel	49
Figura 19. Viabilidad de la suma de <i>Streptococcus thermophilus</i> y <i>Lactobacillus bulgaricus</i> durante vida de anaquel	51

Figura 20. Morfología microscópica de <i>Streptococcus termophilus</i> en el yogurt bebible a base de leche de soya sabor cereza durante vida de anaquel.....	52
Figura 21. Morfología microscópica de <i>Lactobacillus bulgaricus</i> en el yogurt bebible a base de leche de soya sabor cereza durante vida de anaquel.....	52
Figura 22. Resultados de la prueba descriptiva cuantitativa para el atributo de olor de ambos tratamientos del yogurt bebible a base de leche de soya con sabor cereza	59
Figura 23. Resultados de la prueba descriptiva cuantitativa para el atributo de textura de ambos tratamientos del yogurt bebible a base de leche de soya con sabor cereza	60
Figura 24. Resultados de la prueba descriptiva cuantitativa para el atributo de sabor de ambos tratamientos del yogurt bebible a base de leche de soya con sabor cereza	62

RESUMEN

DESARROLLO DE UN PRODUCTO DE YOGURT BEBIBLE A BASE DE LECHE DE SOYA CON SABOR CEREZA

Tonantzin Díaz Alvarado y Angel Alberto Rubio Salgado. Ingeniero Agrónomo Industrial. Universidad Autónoma del Estado de México. Facultad de Ciencias Agrícolas.

Asesoras: ¹Dra. María Dolores Mariezcurrena Berasain ²Dra. Dora Luz Pinzón Martínez

1. Universidad Autónoma del Estado de México. Facultad de Ciencias Agrícolas. Campus Universitario El Cerrillo, El Cerrillo Piedras Blancas Mpio. de Toluca, Méx. Código Postal 50200. Tel. (fax) 2-96-55-29 y 2-96-55-31, ext. 194 y 148. nekkane16@hotmail.com¹ dora_lpm@hotmail.com².

El yogurt es un alimento nutritivo, de fácil digestión, alto valor nutricional y con propiedades de regular la digestión. Se elaboró un yogurt bebible a base de leche de soya sabor cereza para ofrecer al consumidor las propiedades del yogurt y de la soya. Para lo cual, se realizaron dos tratamientos, T1 inóculo con yogurt comercial y T2 inóculo marca JOINTEC. Se realizaron análisis microbiológicos (Mesófilos Aerobios, Coliformes Totales, Coliformes Fecales y Psicrótrofos), análisis de viscosidad, análisis físicos (pH y color), análisis fisicoquímicos de calidad para yogurt (Proteína láctea, ácido láctico, grasa butírica y sólidos no grasos) y la viabilidad de *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*. Se determinó la aceptación de cada tratamiento, mediante un análisis sensorial con consumidores no entrenados (200 consumidores). En el cual se realizaron pruebas Dúo-Trío, comparación por pares, descriptiva cuantitativa y de preferencia. El mejor tratamiento fue el T2. El cual, tuvo mayor aceptación por los consumidores y cumple con las especificaciones microbiológicas, fisicoquímicas de calidad y de viabilidad de BAL para ser denominado como yogurt, en una vida de anaquel de 21 días sin conservadores.

Palabras clave: Yogurt, calidad, vida de anaquel, *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*.

ABSTRACT
DEVELOPMENT OF A NEW CHERRY DRINKABLE SOY YOGURT PRODUCT

Tonantzin Díaz Alvarado y Angel Alberto Rubio Salgado. Ingeniero Agrónomo Industrial. Universidad Autónoma del Estado de México. Facultad de Ciencias Agrícolas.

Asesoras: ¹Dra. María Dolores Mariezcurrena Berasain ²Dra. Dora Luz Pinzón Martínez

1. Universidad Autónoma del Estado de México. Facultad de Ciencias Agrícolas. Campus Universitario El Cerrillo, El Cerrillo Piedras Blancas Mpio. de Toluca, Méx. Código Postal 50200. Tel. (fax) 2-96-55-29 y 2-96-55-31, ext. 194 y 148. nekkane16@hotmail.com¹ dora_lpm@hotmail.com².

Yogurt is a nutritious food, easily digestible with a high nutritional value and it regulates the digestion process. A new cherry drinkable soy yogurt product was development in order to offer the yogurt and Soy nutritional properties. Two Treatments were made; T1 Treatment included a commercial yogurt inoculation and T2 Treatment with a JOINTEC inoculation. Microbiological (Mesophilic Aerobic, Total Coliforms, Fecal Coliforms and Psychrotrophs), Viscosity, Physical (Color and pH), Yogurt Physiochemical Quality (Dairy protein, Lactic Acid, Dairy Fat and no fat solids) were analyzed together with *Lactobacillus bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus* Viability. A Sensory Evaluation test was made with consumer panelists (200). A Paired Comparison, Duo-Trio, Quantitative descriptive and Preference Tests were completed. The best Treatment was T2, not only because it had a higher acceptance level by the consumers, but also because the New Cherry Drinkable Soy Yogurt Product has the Microbiological Quality and Physiochemical Yogurt Quality to become classified as a Yogurt during its shelf life (21 days).

Key words: Yogurt, quality, Shelf life, *Lactobacillus bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus*.

I. INTRODUCCIÓN

El yogurt es un alimento muy nutritivo, de fácil digestión y tiene propiedades, como la de regular las funciones digestivas (ya que sus bacterias limpian el intestino evitando el estreñimiento); estimula el metabolismo, así como disminuye el insomnio, la hipertensión y las alergias, entre otras alteraciones (Calixto *et al.*, 1999).

La leche de soya es rica en proteínas y aminoácidos esenciales, también proporciona vitaminas y minerales. Además contiene Fitoestrógenos, una hormona vegetal que previene osteoporosis, cáncer de próstata y ayuda a contrarrestar síntomas de la menopausia (IESN, 2001).

Para el 2020 se proyecta que la población en México será de 84.17 millones, con edades de 15 a 64 años, de la cual más de la mitad estará constituida por mujeres (Hernández *et al.*, 2013). De acuerdo con Rivera *et al.* (2014) el consumo de yogurt (sólido y bebible) es más alto en zonas urbanas que rurales y más de la mitad del consumo es por mujeres.

Por sus diferentes sabores y diversidad de presentaciones, el yogurt se consume ampliamente a nivel mundial. Por lo tanto, en base al aporte nutricional de la soya y el yogurt, este proyecto planteó desarrollar un yogurt bebible a base de leche de soya con sabor cereza, evaluando una vida de anaquel de 21 días estimando la calidad sanitaria mediante análisis microbiológicos (mesófilos aerobios, coliformes totales, coliformes fecales y psicrotrofos) y físicos (pH y color). De acuerdo a la NOM-181-SCFI-2010 se ha evaluado las especificaciones fisicoquímicas y la viabilidad de las bacterias ácido láctico para que este producto sea denominado yogurt. Se ha determinado la aceptación del yogurt bebible a base de leche de soya con sabor cereza mediante un análisis sensorial.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Desarrollo de nuevos productos

2.1.1 Antecedentes

El paradigma de la nutrición ha cambiado en los últimos 50 años. Durante los años 50's, época de post segunda guerra mundial, el énfasis estuvo puesto en las proteínas, mismas que por su composición dictan la calidad nutricional de los alimentos (calidad proteínica). Luego, en los años 70's, se jerarquiza la importancia del total de energía aportado por la alimentación diaria, "Basado en requerimientos e insumos proteínicos y energéticos, el problema es básicamente cantidad y no calidad". Ya en los 80's, comienzan a valorizarse los micronutrientes y en los 90's, aparece el concepto de "calidad nutricional de las dietas", hasta comienzos del nuevo siglo cuando surge la relación: Alimentación y Estilo de vida (Clara, 2010).

2.1.2 Proyecciones

Se estima que para el 2030 la población geriátrica o mayor de 65 años se duplicará con respecto al presente. Estos cambios han inducido la necesidad de diseñar alimentos para una población que envejece y que en general está cada vez más preocupada por la salud y la calidad de vida. En la industria de alimentos todos estos aspectos han generado una revolución que ha cambiado y continuará cambiando lo que comeremos en el futuro. Estos alimentos han sido denominados por la industria como alimentos funcionales o nutracéuticos, y han sido definidos como "cualquier alimento o ingrediente del mismo que proporcione un beneficio probado a la salud humana" (Clara, 2010).

2.1.3 Tendencias

La actual tendencia en nutrición, es acentuar la importancia de los hábitos de vida diarios donde la elección racional de alimentos se basa no solo en la composición nutricional de los mismos, sino

también en sus propiedades. Principalmente, aquellas propiedades asociadas a la búsqueda de un estilo de vida saludable. Esto hace que el mercado se incline cada vez más a elegir productos que ayuden al cuidado de la salud, como los que previenen enfermedades, mejoran el funcionamiento del cuerpo, evitan el envejecimiento y son menos procesados. Existe también la preferencia a elegir productos que no requieran invertir mucho tiempo para su preparación y que se encuentren disponibles para todo tipo de consumidor desde estudiantes hasta adultos mayores. Al aparecer, las empresas de alimentos tienen hoy múltiples expectativas ante la oportunidad de explorar estrategias de enfoque y desarrollar alimentos con características muy específicas para nichos de mercados exigentes y dispuestos a pagar un poco más por alimentos diferentes a los convencionales (Clara, 2010).

2.2 Yogurt

2.2.1 Definición

El yogurt es un producto que se obtiene al fermentar la leche utilizando un cultivo mixto formado por las bacterias como, *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*. Como resultado de la fermentación, se produce ácido láctico a partir de la lactosa presente en la leche y una serie de compuestos, responsables del sabor y aroma típicos de este producto. El yogurt debe tener una consistencia suave y homogénea, así como estar libre de suero y grumos (Hernández, 2003).

En Norma Oficial Mexicana NOM-181-SCFI-2010, se define al yogurt como el producto obtenido del proceso de la fermentación de leche, estandarizada o no, por la acción de los microorganismos *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*, y teniendo como resultado la reducción del pH.

2.2.2 Clasificación

De acuerdo a Norma Oficial Mexicana NOM-181-SCFI-2010, el yogurt podrá clasificarse por sus componentes en simple o natural y en saborizado o con fruta, independientemente de su presentación.

- a) El yogurt clasificado como: yogurt simple o yogurt natural, cuando cumpla con las siguientes especificaciones: contenido mínimo de proteína Láctea de 2.9%, contenido máximo de materia grasa: 15.0%, de sólidos lácteos no grasos mínimo 8.25% y acidez real expresada como porcentaje de ácido láctico mínimo 0.5%.
- b) El yogurt podrá clasificarse como saborizado o con fruta, cuando cumpla con las siguientes especificaciones: podrá contener hasta 50% (m/m masa a masa) de ingredientes no lácteos, a saber: edulcorantes, frutas y verduras, así como jugos, purés, pastas, preparados y conservadores derivados de los mismos, cereales, miel, chocolate, frutos secos, café, especias y otros alimentos aromatizantes naturales e inocuos y/o sabores. Los ingredientes no lácteos pueden ser añadidos antes o luego de la fermentación.

2.2.3 Elaboración

La tecnología de la elaboración del yogurt depende fundamentalmente, de la presentación del producto, es decir si este será un yogurt consistente, batido o bebible. En la Figura 1, se muestra la representación esquemática del proceso de elaboración de yogurt. Se parte de leche higienizada ya seleccionada, depurada, pasteurizada y normalizada en su contenido de grasa. La leche a procesar ha de estar exenta de sustancias inhibidoras (Spreer, 2009).

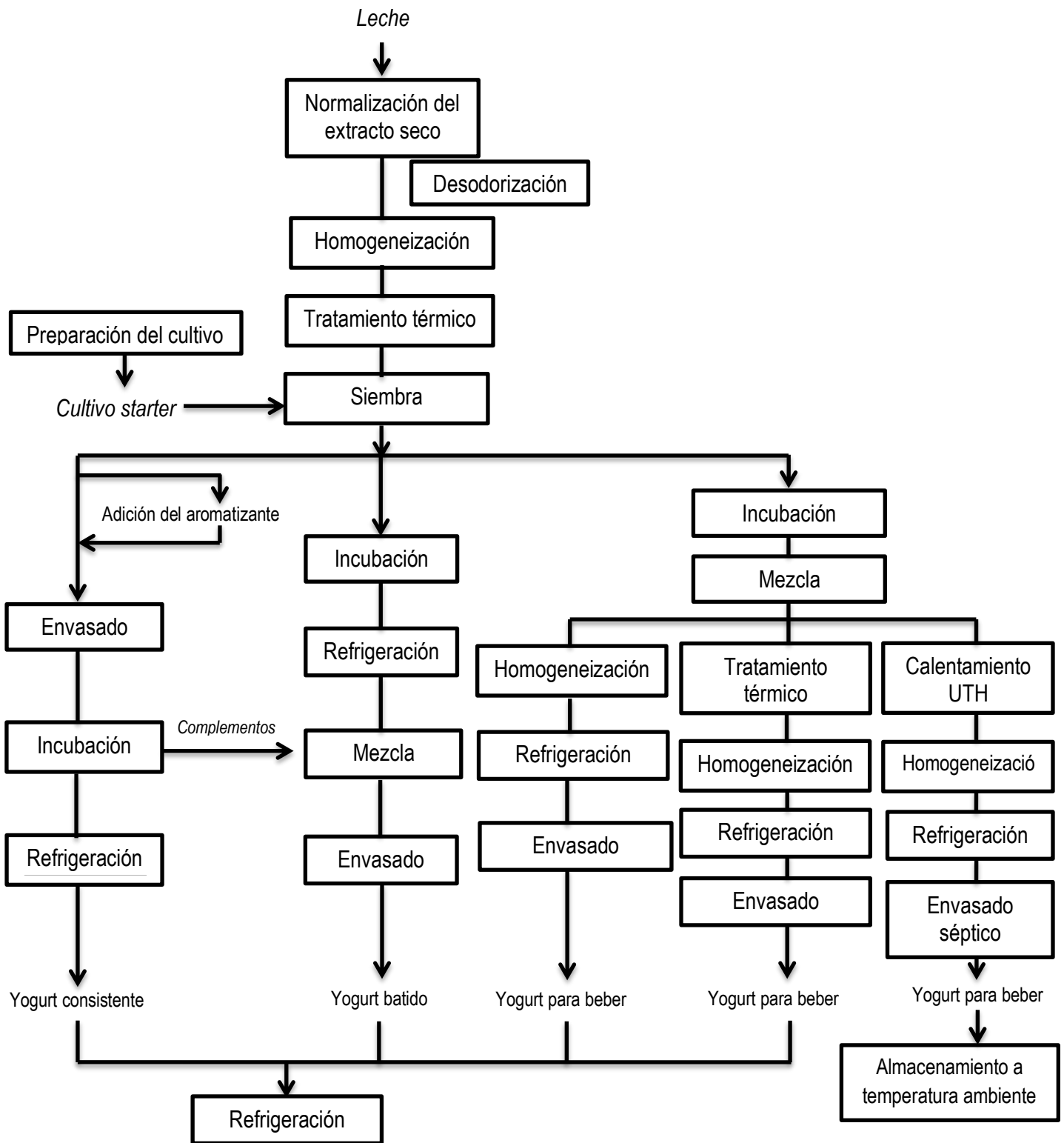


Figura 1. Esquema básico de la elaboración de yogurt (Spreer, 2009).

Yogurt batido: Es el producto que en la inoculación de la leche pasteurizada, se realiza en tanques de incubación produciéndose en ellos la coagulación, luego se bate y posteriormente se envasa.

Yogurt coagulado o consistente: Es el producto en que la leche pasteurizada, es envasada inmediatamente después de la inoculación produciéndose la coagulación en el envase.

Yogurt bebible o fluido: La incubación y el enfriamiento se realizan de igual forma que el yogurt batido, pero antes del envasado, es sometido a un proceso para romper el coágulo y obtener una forma líquida (Vera, 2011).

2.2.4 Saborizantes

Los sabores de frutas que dominan el mercado del yogurt, abarcan una amplia gama de diferentes tipos de fruta, desde la tradicional fresa y melocotón hasta las más inusuales, tales como la papaya, ciruela y coco. Los yogures naturales o sin sabor son la segunda opción más popular a nivel mundial, esto varía, dependiendo de las preferencias regionales y culturales para el consumo del yogurt natural. Los sabores marrones, como el chocolate y caramelo, ocuparon el tercer lugar a nivel mundial, por encima de la vainilla (Industria Alimentaria, 2013).

2.2.5 Valor nutritivo

El valor nutritivo de este derivado lácteo se basa en los siguientes puntos:

- ❖ Es una fuente rica en proteínas de alto valor biológico, las cuales estimulan las secreciones hepáticas e intestinales.
- ❖ Además se considera que el yogurt, debido a las bacterias que contiene, esta “pre digerido”, por ello el sistema digestivo solo se toma una hora para asimilar el 90% de los azúcares, en lugar de las tres o cuatro horas que tarda en asimilar otros productos derivados de la leche.
- ❖ Es recomendable para las personas que padecen intolerancia a la lactosa.

- ❖ Contribuye a que el organismo asimile algunos minerales como el calcio y fósforo.
- ❖ Las bacterias del yogurt favorecen la síntesis de vitaminas, especialmente del complejo B que son importantes para combatir la anemia y ciertas deficiencias nutricionales (PROFECO, 2012).

2.2.6 Yogurt en la salud humana

Debido al aumento en la población mundial, es importante la prevención y tratamiento de enfermedades con el fin de maximizar la calidad de vida. Al respecto, se ha observado *in vitro* que los productos lácteos fermentados con BAL probióticos (Bacterias Ácido- Lácticas) tiene propiedades funcionales, porque ayudan a incrementar la habilidad del cuerpo para resistir la invasión de patógenos y mantener bien la salud del huésped. Los probióticos han sido muy utilizados en aplicaciones terapéuticas que incluyen: protección y prevención contra la diarrea, control de enfermedades inflamatorias del intestino como enfermedad de Crohn y Pouchitis, síndrome del intestino irritable, alivio de los síntomas de la intolerancia a la lactosa, reducción del colesterol y de la hipertensión. Otros beneficios incluyen la producción de enzimas, estabilización de la microflora y reducción de algunos cánceres, principalmente del colon, prevención y tratamiento de úlcera gástrica causada por *Helicobacter pylori* (Parra, 2012).

2.3 Soya

2.3.1 Origen y difusión

La Soya, originaria del norte y centro de China, ha sido y continúa siendo un alimento milenario de los pueblos de Oriente. Hacia el año 3000 A.C., los chinos ya la consideraban una de las cinco semillas sagradas junto con el arroz, trigo, cebada y mijo. En la India, se promovió su consumo a partir de 1735 y en el continente Europeo, se plantaron las primeras semillas provenientes de China en 1740 en Francia. Veinticinco años más tarde, se introdujo desde China y vía Londres en el

continente Americano, en Georgia, Estados Unidos. Los japoneses tomaron contacto con este cultivo después de la guerra Chino-Japonesa (1894-1895) y comenzaron a importar tortas de aceite de soya para usarlas como fertilizantes. En la cultura nipona, se difundió la idea: "El que tiene soya, posee carne, leche y huevo", en referencia directa a las múltiples propiedades de la oleaginosa. Sin embargo, la expansión a gran escala de la soya se efectuó en la cuarta década del siglo XX en Estados Unidos: desde 1954 y hasta la actualidad, quienes lideran la producción mundial con unas 80 millones de toneladas. El segundo productor internacional es Brasil, donde fue introducida en 1882, pero su gran difusión se inició a principios de 1900 y la producción comercial comenzó en la década de los años cuarenta. Hoy, Brasil produce un volumen que ronda las 55 millones de toneladas, pero en aquellos años no encontraron eco en los productores agrícolas. En 1925 el entonces ministro de Agricultura, Tomás Le Bretón, introdujo nuevas semillas desde Europa y trató de difundir su cultivo, conocido en esa época entre los agrónomos del Ministerio como "arveja peluda" o "soya hispida". Cincuenta años atrás todavía no se tenía noción en el país del potencial económico y nutritivo de esta oleaginosa, y el desconocimiento sobre cómo lograr una cosecha exitosa hizo que los fracasos se acumularan, a tal punto que llegó a considerar a la soya como "cultivo tabú" (Ridner, 2006).

2.3.2 Leche de soya

La leche de soya es rica en aminoácidos esenciales (Histidina, Isoleucina, Leucina, Lisina, Metionina, Fenilalanina, Treonina, Triptófano y Valina). También proporciona vitaminas y minerales tales como A, B2, B6, B12, C, D, E, Ácido Fólico, Calcio, Hierro, Magnesio y Zinc. Dada su concentración se recomienda en muy pocas cantidades o porciones algo diluidas a los niños, salvo para reemplazar la leche de vaca por prescripción médica (IESN, 2001).

2.3.3 Beneficios dietéticos del consumo de la leche de soya

Se recomienda añadir proteína de leche de soya a la dieta en los siguientes casos:

1. Para las personas con diabetes, riesgo de CHD, osteoporosis o con antecedentes familiares de estas enfermedades.
2. Durante la menopausia, como terapia hormonal sustitutiva y para reducir los procesos asociados
3. También sería conveniente para una hipertrofia benigna de próstata.
4. Se recomienda el consumo de leche de soya en las personas con hipertensión arterial por su bajo contenido en sodio (Calvo, 2003)

2.4 Evaluación sensorial

El análisis sensorial es la disciplina científica utilizada para evocar, medir, analizar e interpretar las reacciones a aquellas características de alimentos y otras sustancias, percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído. En el diseño de cualquier producto alimenticio nuevo o modificado, es sumamente importante considerar lo que agrada o desagrade, así como y las preferencias de los grupos consumidores a quienes se destinan. Hacerlo, optimiza la probabilidad de conseguir un efecto positivo (aceptación del producto), especialmente para beneficio de los productores, elaboradores y consumidores (Ramírez, 2012).

2.4.1 Tipos de pruebas con consumidores

En las pruebas orientadas hacia las preferencias del consumidor, se selecciona una muestra aleatoria numerosa, compuesta de personas representativas de la población de los posibles usuarios del producto anterior, con el fin de obtener información sobre las actitudes o preferencias de los consumidores. En las pruebas con consumidores no se emplean panelistas entrenados ni seleccionados por su agudeza sensorial. Sin embargo, los panelistas deben ser usuarios del

producto. Por lo general, para este tipo de pruebas se entrevistan de 100 a 500 personas. Los resultados se utilizan para predecir actitudes de una población determinada. Las pruebas orientadas al consumidor, incluyen las Pruebas de Preferencia, Pruebas de Aceptabilidad y Pruebas Hedónicas (grado en que gusta un producto). Estas pruebas, se consideran pruebas del consumidor, ya que se llevan a cabo con paneles de consumidores no entrenados.

- a) Prueba de preferencia: Estas pruebas permiten a los consumidores seleccionar entre varias muestras, indicando si prefieren una muestra sobre otra o si no tienen preferencia.
- b) Pruebas de aceptabilidad: Se emplean para determinar el grado de aceptación de un producto por parte de los consumidores. Para determinar la aceptabilidad de un producto se pueden usar escalas categorizadas, pruebas de ordenamiento y pruebas de comparación pareada. La aceptabilidad de un producto generalmente indica el uso real del producto (compra y consumo).
- c) Pruebas hedónicas: Están destinadas a medir cuánto agrada o desagrade un producto. Para estas pruebas, se utilizan escalas categorizadas, que pueden tener diferente número de categorías y que comúnmente van desde "me gusta muchísimo", pasando por "no me gusta ni me disgusta", hasta "me disgusta muchísimo". Los panelistas indican el grado en que les agrada cada muestra, escogiendo la categoría apropiada (Watts *et al.*, 1992).

2.4.2 Estudios de evaluación sensorial con yogurt

Acevedo *et al.*, (2009) en un estudio sobre la elaboración y evaluación de las características sensoriales de un yogurt de leche caprina con jalea semifluida de piña aplicaron una evaluación sensorial. En la cual, la aceptación del producto se evaluó en base a las características sensoriales de olor, color, sabor, dulzor, textura y apariencia general. Así, utilizaron una escala hedónica de 5 puntos, con una población de 43 estudiantes, 23 del sexo femenino y 20 masculinos, estudiantes de

Ingeniería Agroindustrial, entre edades de 17 a 20 años. Los panelistas, manifestaron que el yogurt de leche caprina con jalea semifluida de piña, les gusta moderadamente con respecto a los atributos de color (51.1 %), sabor y olor (48.0%), de textura y dulzor (58.1%) y en la apariencia (46.5%) al compararlo con un yogurt comercial.

2.4.3 Análisis sensorial de yogurt adicionado con leche de soya

En un estudio de análisis sensorial de yogurt adicionado con leche de soya, participo un panel de jueces no entrenados, estudiantes de 18 a 22 años de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. A cada juez se le proporcionaron cinco muestras de yogurt donde cuatro de ellas correspondía a la mezcla con los porcentajes de leche de soya de 15, 30, 45 y 60% para elaborar el yogurt, y la quinta muestra era de yogurt natural elaborado con 100% leche de vaca.

El análisis sensorial se realizó empleando dos técnicas. La primera fue de preferencia, en esta prueba se les pidió a los jueces que ordenaran las muestras de menor a mayor preferencia, en la que se les asigno el numero 1 como menor y el 5 como mayor preferencia, de acuerdo a los atributos de textura, color, sabor y olor. La segunda técnica que se aplico fue la prueba discriminativa de detección de señales (índice "R"), aquí a cada juez se le asignaron dos pares de muestras, y se les pidió que probaran un par de muestras siguiendo una codificación determinada, y el código lo ubicaran en una tabla.

El yogurt adicionado con el 15% de leche de soya, fue el preferido por los jueces considerando cada una de las características evaluadas. Los jueces encontraron diferencias significativas entre las muestras de yogurt así como entre las características de cada una, principalmente en las de sabor y olor. Al aplicar la prueba o técnica del índice R se obtuvo que un 57.85% de los jueces diferenciaron las muestras de yogurt con leche de vaca y el yogurt elaborado con una mezcla al 15% de leche de soya y leche de vaca (De la Rosa, 2009).

III. JUSTIFICACIÓN

Los yogures bebibles ofrecen los beneficios del yogur sin la necesidad de una cuchara. Es una gran opción para aquellas personas muy ocupadas o aquellas que no disfrutan de la textura un poco más firme del yogur tradicional. Los yogures bebibles ofrecen los mismos nutrientes que los yogures tradicionales (Meyer *et al.*, 2015).

La leche de soya es conocida a nivel mundial como uno de los alimentos que posee mayor fuente de nutrientes como proteínas debido a su composición de aminoácidos es completa comparada con otros cereales (Chavarría, 2010).

En la industria farmacéutica se utiliza el saborizante de cereza para enmascarar el sabor ácido y amargo (Villegas *et al.*, 2010).

En este proyecto se desea proporcionar un producto que sea fácil de adquirir, que se pueda ingerir a cualquier hora del día, que tenga una presentación lista para consumir por el ritmo de vida acelerado que se lleva hoy en día sobretodo en las zonas urbanas. Principalmente ofrecer un producto al consumidor con valor nutrimental alto, por los beneficios a la salud de la leche de soya y del yogurt y así poder agregar el yogurt a la dieta diaria para disminuir los niveles de estrés e insomnio, regular las funciones digestivas, estimular el metabolismo, así como también prevenir algunas enfermedades como osteoporosis, cáncer de mama y próstata. Al darle el sabor cereza se pretende enmascarar un poco el sabor ácido que es característico del yogurt para hacerlo más agradable al consumidor por medio del saborizante.

VI. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

- Desarrollar un producto de yogurt bebible a base de leche de soya con sabor cereza.

3.2 Objetivos específicos

1. Evaluar la vida de anaquel a los 21 días, mediante análisis microbiológicos (mesófilos aerobios, coliformes totales, coliformes fecales y psicrotróficos) y físicos (pH y color)
2. Evaluar la viabilidad de microorganismos *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus* a los 21 días de vida de anaquel (NOM-181-SCFI-2010).
3. Determinar bajo la NOM-181-SCFI-2010, si el nuevo producto desarrollado cumple con las especificaciones fisicoquímicas para ser denominado yogurt.
4. Determinar la aceptación del yogurt bebible a base de leche de soya, mediante un análisis sensorial con consumidores.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Ubicación del sitio experimental

La investigación se llevó a cabo en el campus universitario “El Cerrillo” de la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMéx), el Cerrillo Piedras Blancas, Toluca, Estado de México. Dentro de las instalaciones, en el taller agroindustrial. Se elaboró el yogurt bebible a base de leche de soya con sabor cereza, así como el análisis de sensorial. En el laboratorio de calidad de productos agropecuarios, se realizó el resguardo del yogurt (refrigeración a 4 °C), los análisis microbiológicos (coliformes totales, coliformes fecales, mesófilos aerobios y psicrótrofos), el análisis de viabilidad de los microorganismos *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus* y los análisis físicos (pH y color). En el laboratorio de bromatología, se realizaron los análisis de ácido láctico, sólidos totales no grasos y proteína láctica. Finalmente, en el laboratorio de textura de alimentos, se realizó el análisis de viscosidad.

5.2 Materiales

La materia prima que se usó para elaborar el yogurt de la presente investigación se muestra en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Materia prima para la elaboración de yogurt

Material	Cantidad	Marca
Leche de soya	1L	ADES
Leche en polvo	100g	ALPURA
Yogurt natural	300g	Yoplait
Sucralosa	10g	Splenda
Cerezas en almíbar	180g	Diana
Cultivo liofilizado serie JOINTEC	10g	VIGUSA

Los equipos que se emplearon para la elaboración del yogurt bebible a base de leche de soya con sabor cereza se muestran en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Equipos para la elaboración de yogurt

Báscula
 Estufa
 Cacerola u olla
 Cuchara de madera
 Termómetro
 Licuadora
 Recipientes varios
 Coladera casera (malla fina)
 Envases tetrapack alpura frutal sanitizados

Los medios de cultivo que se utilizaron para el análisis microbiológico y de viabilidad de *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus* se muestran en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Medios de cultivo para análisis microbiológico

Análisis microbiológico	Medio de cultivo
Coliformes fecales	83 g Agar de Bilis y Rojo Violeta
Coliformes totales	83 g Agar de Bilis y Rojo Violeta
Mesófilos aerobios	47 g Agar para Métodos Estándar
Psicrotróficos	47 g Agar para Métodos Estándar
<i>Streptococcus thermophilus</i>	42 g Agar M17
<i>Lactobacillus bulgaricus</i>	70 g Agar MRS

Los materiales que se utilizaron para el análisis microbiológico se muestran en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Materiales para análisis microbiológicos

192 Cajas Petri estériles
16 Tubos de Ensayo con tapa
Papel parafilm
Puntas estériles para pipeta automática de 1mL
Pipeta automática de 1mL
Vasos de precipitado de 40 y 1000 mL

Los equipos que se utilizaron para el análisis físicos y viabilidad de microorganismos (*Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*), se muestran en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Equipos para análisis físicos y viabilidad

<u>Análisis Físico</u>	<u>Equipos de laboratorio</u>
pH	Potenciómetro Oreon Star A215
Color	Colorímetro HunterLab A60-1014-085
Viabilidad	Microscopio Boeco Germany BM-180

Para la preparación del yogurt bebible a base de leche de soya con sabor cereza, se llevaron a cabo dos tratamientos. Los cuales, se diferenciaron en el tipo del inóculo. Para el Tratamiento 1 (T1), se utilizó un inóculo comercial, a partir del yogurt natural (Marca Yoplait). En el Tratamiento 2 (T2), se utilizó el cultivo liofilizado serie JOINTEC marca VIGUSA y no se utilizó leche en polvo para este tratamiento.

Ambos productos obtenidos, se sometieron a la evaluación sensorial y a partir de dichos resultados, se seleccionó al que mostró la mejor aceptación por los consumidores, para ser evaluado con las demás determinaciones microbiológicas de acuerdo a la NOM-181-SCFI-2010.

El proceso de la elaboración de los productos se esquematiza en la Figura 2.

5.3 Metodología para la elaboración del yogurt bebible a base de leche de soya con sabor cereza

5.3.1 Elaboración del yogurt bebible a base de leche de soya con sabor cereza

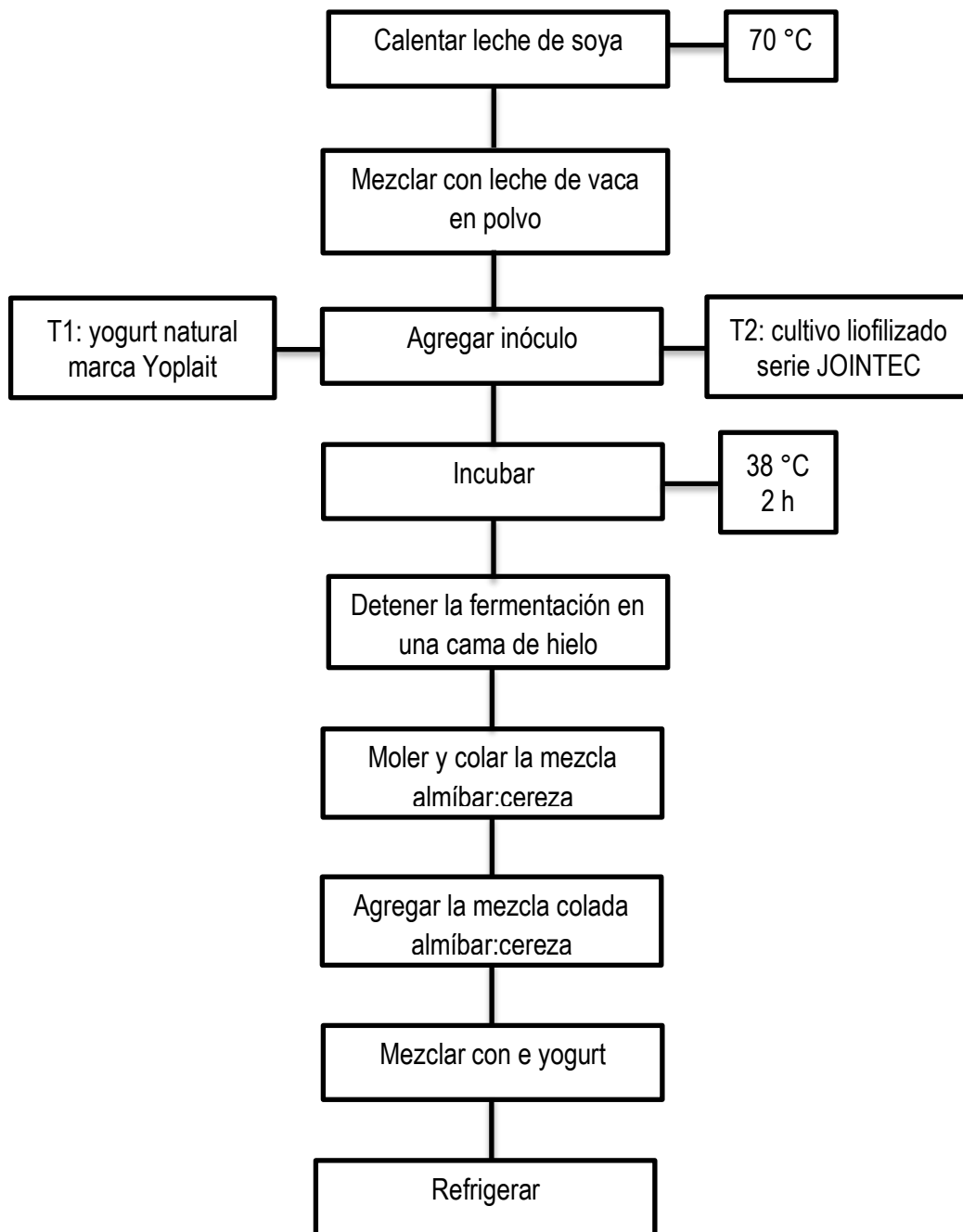


Figura 2. Metodología para elaboración del yogurt (Adaptada de Spreer, 2009).

Se estimó la calidad sanitaria y física del yogurt bebible a base de leche de soya con sabor cereza del presente trabajo en vida de anaquel 0, 7, 14 y 21 días (t_1 , t_2 , t_3 y t_4 respectivamente). Al inicio del proyecto se realizó la determinación de mesófilos aerobios, coliformes totales, coliformes fecales y psicrótrofos para los análisis microbiológicos, así como la medición de pH y color (L^* , a^* y b^*) solo para el Tratamiento 1, donde las pruebas de análisis microbiológicos se realizaron por duplicado y los análisis físicos, por triplicado. En la segunda etapa, del proyecto se consiguió el inóculo JOINTEC marca VIGUSA y se realizó el Tratamiento 2 de yogurt bebible a base de leche de soya con sabor cereza. De acuerdo a la NOM-181-SCFI-2010, se estimó las especificaciones fisicoquímicas: proteína láctea, grasa butírica, ácido láctico y sólidos lácteos no grasos en ambos tratamientos. Para las especificaciones microbiológicas, se estimó la viabilidad de la suma de los microorganismos *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*, como marca la Norma, en el Tratamiento 2. También se hizo un análisis de viscosidad y un análisis sensorial del yogurt bebible a base de leche de soya y se comparó con un yogurt comercial.

5.4 Viscosidad

Se midió la viscosidad por medio de un viscosímetro marca Brookfield, modelo 109894. El cual, se calibró al inicio de cada prueba y se usó como lo indica el manual del fabricante:

1. Nivelar el viscosímetro.
2. Asegurar la aguja al eje inferior, levantar ligeramente el eje mientras se sostiene firmemente con una mano y se enrosca la aguja con la otra.
3. Insertar la aguja en el material de prueba hasta que el nivel del fluido este en la ranura (corte) en el eje de la aguja.
4. Presionar el clutch y encender el motor del viscosímetro,

5. Liberar el clutch para permitir que el cuadrante rote hasta que el indicador se estabilice a la posición elegida en el cuadrante.
6. El tiempo requerido para la estabilización depende a la velocidad a la cual este rotando, a velocidades arriba de 4 r.p.m., esto generalmente ocurre aproximadamente de 20 a 30 seg.
7. Introducir cuidadosamente la sustancia a analizar en el viscosímetro y tomar las lecturas correspondientes.

Para este análisis, se comparó el yogurt bebible a base de leche de soya sabor cereza con un yogurt bebible comercial (Danup) y también se observó en el microscopio la textura de los yogures.

5.5 pH

Se midió el pH por medio de un potenciómetro/termómetro con electrodo de inserción, Orion Star modelo A215. El equipo puede ser calibrado usando de una a cinco amortiguadores de pH. Los amortiguadores de pH, deberán utilizarse en fresco y el electrodo se preparó y se usó de acuerdo con las instrucciones del fabricante (Thermos Cientific, 2015), como se muestra a continuación:

1. Calibrar el potenciómetro con soluciones buffer 4.01, 7.0 y 10.1.
2. Enjuagar el electrodo con agua destilada y secar con un paño limpio.
3. Insertar el electrodo en la muestra.
4. Esperar que el valor de la medida se estabilice y deje de parpadear.
5. Repetir el paso 2 al 4 para todas las muestras.
6. Enjuagar el electrodo con agua destilada y secar con un paño limpio.
7. Dejar el electrodo en la botella de almacenamiento del mismo.
8. Apagar el potenciómetro.

5.6 Color

Se midió el color por medio de un colorímetro modelo A60-1014-085, marca HunterLab. El cual, se calibró al inicio de cada prueba y se usó como lo indica el manual del fabricante:

1. Desatornillar y retirar la cubierta de polvo.
2. Encender el colorímetro.
3. En la boquilla del colorímetro colocar el cilindro de calibración en la parte del vidrio blanco, para ajustar la parte superior de la escala.
4. Colocar la boquilla del colorímetro en el vidrio negro o trampa de luz del cilindro de calibración para ajustar la escala a cero.
5. Colocar al ras de la boquilla del colorímetro la muestra a medir. La muestra debe cubrir completamente la boquilla del equipo.
6. Dar la orden de lectura utilizando la plataforma de botón, la lámpara de flash de xenón iluminará la muestra y la luz reflejada de vuelta al detector. Por él se evalúa el color de la muestra.
7. La medición calculada se muestra en la pantalla LCD del colorímetro.
8. Repetir del paso 5 al 7 para todas las muestras.
9. Apagar el equipo.
10. Limpiar la boquilla del colorímetro con un paño libre de partículas.
11. Colocar la cubierta de polvo y atornillarla (Hunter Lab, 2013).

5.7 Análisis fisicoquímicos

De acuerdo a la NOM-181-SCFI-2010, el yogurt debe cumplir con las especificaciones fisicoquímicas descritas en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Especificaciones fisicoquímicas de yogurt.

	Contenido	Método de Prueba
Proteína láctea. (% m/m)	Mínimo 2.9%	Determinación de proteína por Micro-Kjedahl conforme a la NOM-155-SCFI-2003, numeral 8.5
Grasa butírica. (% m/m)	Máximo 15.0%	Método de caracterización de ácidos grasos conforme al método para grasa butírica conforme a la NOM-086-SSA1-1994 Apéndice normativo C inciso 1.2 Hidrólisis alcalina
Ácido láctico (% m/m)	Mínimo 0.5%	Método de prueba de bacterias que fermentan los productos de la NOM- 185-SSA1-2002 Apéndice normativo A inciso 1
Sólidos lácteos no grasos	Mínimo 8.25%	Determinación de sólidos no grasos conforme a la NOM- 155-SCFI-2003, numeral 8.4

5.8 Preparación de las muestras para el análisis microbiológico

Para la preparación de las muestras, se utilizó el método regido por la NOM-110-SSA1-1994, Bienes y servicios. Preparación y dilución de muestras de alimentos para su análisis microbiológico. El cual, se basa en la preparación de diluciones primarias para obtener una distribución más uniforme posible de los microorganismos presentes en una porción de muestra. Para preparar el agua peptonada, se utilizó el siguiente procedimiento:

1. Disolver 1.0 g de peptona y 8.5 g de NaCl en un litro de agua destilada.
2. Ajustar el pH a 7.0 con Hidróxido de Sodio 1.0 N.
3. Distribuir en porciones de 9 mL en tubos de ensaye con tapa.
4. Esterilizar durante 15 min., 121 ± 1 °C en autoclave.
5. Después de la esterilización, los volúmenes finales de la solución de trabajo deben ser iguales a los iniciales.

6. Si este diluyente no es usado inmediatamente, almacenar en lugar oscuro a una temperatura entre 0 a 5 °C por un tiempo no mayor de un mes, en condiciones tales que no alteren su volumen o composición.

Para la dilución de la muestra, se usó el siguiente procedimiento:

1. Para la dilución 10^0 (Solución Madre), en un tubo de ensaye con 9 mL de agua peptonada agregar 1 mL de yogurt.
2. Para la dilución 10^1 , mezclar 9 mL de agua peptonada y 1mL de la dilución 10^0 .
3. Para la dilución 10^2 , mezclar 9 mL de agua peptonada y 1mL de la dilución 10^1 .
4. Para la dilución 10^3 , mezclar 9 mL de agua peptonada y 1mL de la dilución 10^2 .

5.9 Siembra y determinación de bacterias mesófilos aerobias

Para la siembra de bacterias mesófilos aerobias, se utilizó Agar para Métodos Estándar. Se sembraron por duplicado cada una de las diluciones, como marca la NOM-092-SSA1-1994 de bienes y servicios, en su apartado sobre “Método para la cuenta de Bacterias Aerobias en placa”. El fundamento de la técnica consiste, en contar las colonias que se desarrollan en Agar para Métodos Estándar usando el siguiente procedimiento:

1. Distribuir las cajas estériles en la mesa de trabajo de manera que la inoculación, la adición de medio de cultivo y homogenización, se puedan realizar cómoda y libremente.
2. Marcar las cajas en sus tapas con los datos pertinentes previamente a su inoculación y correr por duplicado.
3. Después de inocular las diluciones de las muestras preparadas según la NOM-110-SSA1-1994, en las cajas Petri, agregar de 12 a 15 mL del medio preparado.

4. Mezclarlo mediante 6 movimientos de derecha a izquierda, 6 en el sentido de las manecillas del reloj, 6 en sentido contrario y 6 de atrás a adelante, sobre una superficie lisa y horizontal, hasta lograr una completa incorporación del inóculo en el medio; Cuidar que el medio no moje la cubierta de las cajas.
5. Dejar solidificar las cajas con el medio.
6. Incluir una caja sin inóculo por cada lote de medio y diluyente preparado como testigo de esterilidad.
7. El tiempo transcurrido desde el momento en que la muestra se incorpora al diluyente hasta que finalmente se adiciona el medio de cultivo a las cajas, no debe exceder de 20 min.
8. Incubar las cajas en posición invertida (la tapa hacia abajo) durante 48 ± 1 h, temperatura de incubación de 35 ± 2 °C.
9. Con la ayuda del contador de colonias, se obtiene el conteo total de mesófilos aerobios existentes en la muestra.

5.10 Siembra y determinación de psicrotróficos

Para la siembra de psicrotróficos, se utilizó Agar para Métodos Estándar, se sembró por duplicado cada uno de las diluciones. Esta determinación se realizó siguiendo los lineamientos de la Norma Oficial Mexicana NOM-092-SSA1-1994 de Bienes y servicios en su apartado sobre “Método para la cuenta de Bacterias Aerobias en placa”. Como ya se especificó, el tiempo de incubación fue de 120 ± 1 h y una temperatura de 20 ± 2 °C.

5.11 Siembra y determinación de coliformes totales y fecales

Para la siembra de bacterias coliformes totales y fecales, se utilizó Agar de Bilis y Rojo Violeta (RBVA). Para lo cual, se inoculó por duplicado la muestra con sus respectivas diluciones a diferentes temperaturas y tiempos, para coliformes totales 35 ± 2 °C durante 24h y para coliformes

fecales 45 ± 2 °C por 48h. La determinación del número total de coliformes totales y fecales, se realizó siguiendo la Norma Oficial Mexicana NOM-113-SSA1-1994, Bienes y Servicios. Método para la cuenta de microorganismos coliformes totales en Placa.

El fundamento de la técnica consiste en contar las colonias que se desarrollan en Agar Rojo Violeta Bilis (RBVA) usando el siguiente procedimiento:

1. Distribuir las cajas estériles en la mesa de trabajo de manera que la inoculación; la adición de medio de cultivo y homogenización, se puedan realizar cómoda y libremente.
2. Marcar las cajas en sus tapas con los datos pertinentes previamente a su inoculación y correr por duplicado.
3. Después de inocular las diluciones de las muestras preparadas según la NOM-110-SSA1-1994, agregar de 12 a 15 ml del medio preparado.
4. Mezclar mediante 6 movimientos de derecha a izquierda, 6 en el sentido de las manecillas del reloj, 6 en sentido contrario y 6 de atrás a adelante, sobre una superficie lisa y horizontal, hasta lograr una completa incorporación del inóculo en el medio. Cuidar que el medio no moje la cubierta de las cajas.
5. Dejar solidificar.
6. Incluir una caja sin inóculo por cada lote de medio y diluyente preparado como testigo de esterilidad.
7. El tiempo transcurrido desde el momento en que la muestra se incorpore al diluyente hasta que finalmente se adiciona el medio de cultivo a las cajas, no debe exceder de 20 min.
8. Incubar las cajas en posición invertida (la tapa hacia abajo) para Coliformes Totales será a 35 ± 2 °C, 24h y para Coliformes Fecales 45 ± 2 °C, 48h.

9. Con la ayuda del contador de colonias, se obtendrá el conteo total de Coliformes Totales y Fecales, existentes en la muestra.

5.12 Viabilidad de la suma de *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*

Para estimar la permanencia de los microorganismos viables, activos y abundantes hasta la fecha de caducidad del producto, se utilizó Agar MRS para *Lactobacillus bulgaricus* y Agar M17, para *Streptococcus thermophilus*. Para ambos microorganismos se utilizaron las mismas condiciones de tiempo y temperatura, pero para *Streptococcus thermophilus* que es una bacteria anaerobia la exigencia de oxígeno es diferente, ya que se desarrollan en ausencia de oxígeno, para condicionar un ambiente de anaerobiosis se utilizó un frasco grande de vidrio y una vela. Disolver el Agar en agua destilada, para el caso del Agar MRS ajustar el pH a 5.4.

1. Esterilizar los medios a 121 °C durante 15 min.
2. Distribuir las cajas estériles en la mesa de trabajo de manera que la inoculación; la adición de medio de cultivo y homogenización, se puedan realizar cómoda y libremente.
3. Marcar las cajas en sus tapas con los datos pertinentes previamente a su inoculación y correr por duplicado.
4. Después de inocular las diluciones de las muestras preparadas según la NOM-110-SSA1-1994, para estos microorganismos se utilizan diluciones 10^5 , 10^6 y 10^7 , agregar de 12 a 15 ml del medio preparado.
5. Mezclar mediante 6 movimientos de derecha a izquierda, 6 en el sentido de las manecillas del reloj, 6 en sentido contrario y 6 de atrás a adelante, sobre una superficie lisa y horizontal hasta lograr una completa incorporación del inóculo en el medio. Cuidar que el medio no moje la cubierta de las cajas.
6. Dejar solidificar las cajas con el medio.

7. Incluir una caja sin inóculo por cada lote de medio y diluyente preparado como testigo de esterilidad.
8. El tiempo transcurrido desde el momento en que la muestra se incorpora al diluyente hasta que finalmente se adiciona el medio de cultivo a las cajas, no debe exceder de 20 min.
9. Incubar las cajas en posición invertida (la tapa hacia abajo) a 37 ± 2 °C, 48h; las placas con Agar M17 en anaerobiosis.
10. Con la ayuda del contador de colonias, se obtendrá el conteo total de *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*, existentes en la muestra.
11. Confirmar con Tinción Gram las características morfológicas de los microorganismos.

5.13 Tinción de Gram

1. Fijar frotis con calor
2. Teñir 1 min con Violeta Cristal
3. Lavar con agua
4. Cubrir con Lugol durante 1 min
5. Lavar con agua
6. Decolorar con una mezcla de alcohol-acetona
7. Escurrir y cubrir con Safranina durante 1 min
8. Lavar con agua y secar
9. Observar en el microscopio la morfología de las bacterias (Acevedo *et. al.*, 2013)

5.14 Microscopio

Se utilizó un microscopio marca Boeco Germany modelo BM-180, para observar la morfología de las bacterias *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus* así como también para la textura del yogurt bebible a base de leche de soya y yogurt comercial marca danup.

1. Quitar la funda protectora del microscopio.
2. Enchufar/encender el microscopio.
3. Colocar en primera instancia el objetivo de menor aumento para lograr un enfoque correcto.
4. Subir el condensador utilizando el tornillo correspondiente.
5. Colocar el preparado sobre la platina, con el cubre-objetos hacia arriba y sujetándola con las pinzas/guías.
6. Enfoque el preparado mirando a través del ocular y lentamente mueva el tornillo macrométrico.
7. Recorra todo el preparado y haga sus observaciones. Elija el sitio donde debe seguir observando a mayor aumento.
8. Cambie al objetivo de mediano aumento (20 X) y para lograr el enfoque siga moviendo lentamente el tornillo macrométrico. Al cambiar de objetivo, la imagen debe estar ligeramente enfocada gracias a que la mayoría de microscopios son parafocales, es decir, una vez logrado el primer enfoque, al pasar al objetivo de aumento inmediato superior la imagen queda en un foco aproximado y solo se debe realizar un ajuste.
9. Realice la observación y haga sus anotaciones. Determine cuál es la estructura que va a observar a mayor aumento y colóquela en el centro del campo.
10. Cambie al objetivo de mayor aumento. Si realizó el enfoque de manera correcta con el objetivo anterior, al colocar el objetivo de mayor aumento la imagen solo se debe enfocar

girando única y lentamente el tornillo micrométrico. Nunca se debe utilizar el tornillo macrométrico con los objetivos de mayor aumento, pues al estar éste muy cerca del preparado, se corre el riesgo de partirlo.

11. Al lograr el enfoque con el objetivo de mayor aumento debe realizar la observación moviendo constantemente el tornillo micrométrico para variar los planos de enfoque. De igual manera, abra o cierre el diafragma para regular la intensidad de la luz y mejorar el contraste. Haga sus observaciones.
12. Una vez finalizada la observación, aleje la platina y coloque nuevamente el objetivo de menor aumento.
13. Retire la muestra.
14. Limpie la lente objetivo si usó medio de inmersión, apague las lámparas.
15. Cubra el microscopio con la funda protectora (Boeco, 2016).

5.15 Evaluación sensorial

La evaluación sensorial del yogurt bebible a base de leche de soya sabor cereza, se realizó con una población de 200 panelistas consumidores no entrenados (alumnos de la facultad de ciencias agrícolas de la UAEM). La prueba se hizo en dos etapas, la primera con una población de 100 panelistas catadores no entrenados evaluando el Tratamiento 1. Como referencia se utilizó un yogurt comercial sabor natural a base de leche de vaca, el cual se le adicionó la cantidad proporcional de la mezcla almibar:cereza proporción 1:1, ya descrita. En la segunda etapa se evaluó el Tratamiento 2 de la misma forma que el Tratamiento 1, con una población de 100 panelistas catadores no entrenados. Al inicio de cada evaluación sensorial se realizó una encuesta y posteriormente, se realizaron las evaluaciones mediante las siguientes pruebas: análisis descriptivo cuantitativo de los

atributos de olor, textura y sabor, prueba Dúo-trío, prueba de comparación por pares y prueba de preferencia. En la Figura 15, se muestra un esquema de cómo se llevó a cabo el análisis sensorial.

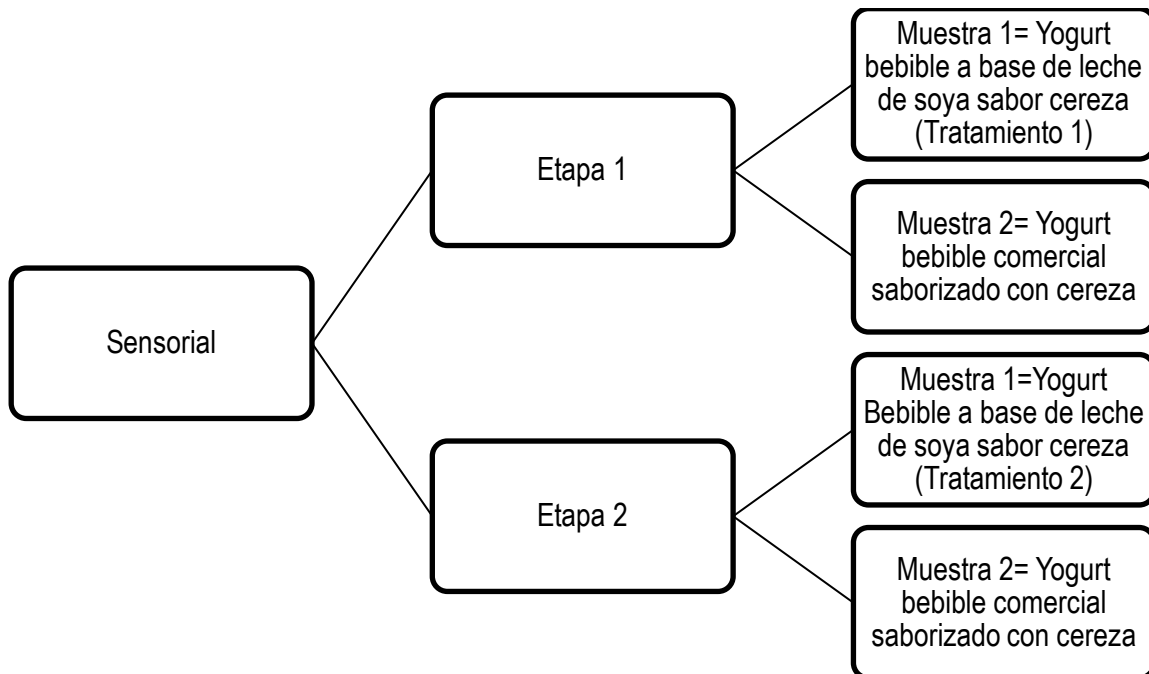


Figura 3. Esquema del análisis sensorial

5.15.1 Encuesta

La encuesta es un procedimiento dentro de los diseños de investigación descriptivos no experimental, en el que se busca recopilar datos por medio de un cuestionario. Los datos se obtienen realizando un conjunto de preguntas a consumidores de yogurt para contemplar un mercado para el yogurt bebible a base de leche de soya con sabor cereza. A continuación, se presenta el formato de encuesta (Figura 4).

ENCUESTA	
Nombre: _____	Edad: _____
Licenciatura: _____	Semestre: _____
Instrucciones: Contesta lo que se te pide. Subraya la respuesta.	
1.- ¿Con qué frecuencia consume yogurt?	
a) Una o más veces a la semana	b) Una vez cada quince días
c) Una vez al mes	d) Otra: _____
2.- ¿En qué consistencia consume yogurt?	
a) Consistente	b) Batido
	c) Bebible

Figura 4. Formato de encuesta

5.15.2 Prueba Dúo-Trío

Esta prueba se realizó para determinar si el yogurt bebible a base de leche de soya con sabor cereza, en evaluación, es percibido de manera similar por el consumidor, como un yogurt comercial de leche de vaca que se saborizó con la mezcla almíbar:cereza. Para ello, se siguió el protocolo descrito en la norma BS ISO 10399:2004. Sensory Analysis-Methodology-Duo-Trio test. Para ello, se utilizaron dos muestras triadas de números aleatorios (507 y 276) donde, 507 corresponde a los Tratamientos (Tratamiento 1 y Tratamiento 2 respectivamente) y 276 correspondió al yogurt comercial saborizado con cereza. A los panelistas catadores no entrenados, se les presentaron tres muestras de yogurt, una de ellas marcada como la muestra de referencia con la letra “R”, mientras que las otras fueron codificadas con números aleatorios de tres dígitos. El panelista identificó cuál de las dos muestras era igual a “R”. En la Figura 5, se presenta el Formato de la Prueba Dúo-Trío.

Instrucciones I: Frente a usted hay tres muestras de yogurt, una de ellas es “R”.

¿Cuál de las muestras es igual a R? Marque con una X.

Muestras	Muestra igual a la referencia
507	<input type="checkbox"/>
276	<input type="checkbox"/>

Figura 5. Formato prueba Dúo-Trío.

5.15.3 Prueba de comparación por pares

Esta prueba se realizó para evaluar la textura arenosa, la cual, se relaciona con la presencia de la soya, en el yogurt. También se identificó la consistencia líquida del mismo. Las muestras del yogurt se presentaron a panelistas consumidores en vasos del No. 0 y fueron codificadas con los números de tres dígitos 507 (Yogurt bebible a base de leche de soya con sabor cereza) y 276 (Yogurt bebible de leche de vaca con sabor cereza). El panelista consumidor procedió a identificar, cuál de las dos muestras fue la más arenosa y cual la más líquida. En la Figura 6, se presenta el Formato de la prueba por comparación de pares.

PRUEBA COMPARACIÓN POR PARES

Instrucciones: Encierre en un círculo la clave de acuerdo a lo que se pide.

1.- ¿Cuál es el yogurt más arenoso?

507

276

2.- ¿Cuál es el yogurt más líquido?

507

276

Figura 6. Formato para la prueba por comparación por pares.

5.15.4 Prueba descriptiva cuantitativa

Se realizó una prueba descriptiva cuantitativa, donde los panelistas marcaron la intensidad de cada atributo en una escala estructurada de 9 puntos. Para dicha escala, se consideró el 1 como el valor de menor intensidad y el 9 como el de mayor. Se evaluaron los atributos de olor (Dulce, agrio y graso), textura (Líquida, cremosa, arenosa y grasosa) y de sabor (Dulce, ácido, rancio y amargo). En la Figura 7, se presenta el formato de la prueba descriptiva cuantitativa.

PRUEBA DESCRIPTIVA CUANTITATIVA

Instrucciones: Frente a usted tiene una muestra de yogurt, marque con una CRUZ sobre la escala de intensidad de los atributos, 1 se considera como el valor de menor intensidad y el 9 como el de mayor.

ATRIBUTOS
Olor

Dulce

Agrio

Graso

Textura

Líquida

Cremosa

Arenosa

Grasosa

Sabor

Dulce

Ácido

Rancio

Amargo

Figura 7. Formato de prueba descriptiva cuantitativa.

5.15.5 Prueba de preferencia

Esta prueba se utilizó para evaluar la aceptación del yogurt bebible a base de leche de soya con sabor cereza. Las muestras se presentaron de la misma forma que para la prueba de comparación por pares. El panelista consumidor, evaluó su preferencia sobre cada muestra de acuerdo con la escala hedónica de siete puntos los cuales se muestran en la Figura 8.

PRUEBA DE PREFERENCIA		
Instrucciones: Frente a usted hay dos muestras de yogurt, pruebe una a la vez. Marque con una X su juicio sobre cada muestra.		
Escala	Muestras	
	507	276
Me gusta mucho	_____	_____
Me gusta moderadamente	_____	_____
Me gusta ligeramente	_____	_____
Ni me gusta ni me disgusta	_____	_____
Me disgusta ligeramente	_____	_____
Me disgusta moderadamente	_____	_____
Me disgusta mucho	_____	_____
COMENTARIOS: _____		

Figura 8. Formato de prueba de preferencia.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Viscosidad

La prueba de viscosidad se realizó en un solo momento al terminar de hacer el yogurt, es decir no en vida de anaquel. Se comparó el yogurt bebible a base de leche de soya con sabor cereza con un yogurt comercial (danup) a diferentes temperaturas. La primera a temperatura ambiente (25 °C) y posteriormente, a temperatura de almacenamiento (11 °C). Cada muestra se midió a 20, 10, 4 y 2 rpm, para poder hacer los cálculos pertinentes para viscosidad se hizo una conversión a rps. Con los datos obtenidos del viscosímetro se multiplicó por el factor de conversión para obtener el esfuerzo cortante. En el Cuadro 7, se muestra el esfuerzo cortante en función de velocidad de corte de ambos productos a diferentes temperaturas.

Cuadro 7. Esfuerzo cortante para yogurt bebible a base de leche de soya y yogurt bebible comercial a diferentes temperaturas

Producto	Yogurt	Temperatura °C	Velocidad (1/s)	Esfuerzo cortante(mPa)
1	Soya	25	0.333	17.08
1	Soya	25	0.167	28.50
1	Soya	25	0.067	57.50
1	Soya	25	0.033	100.00
2	Soya	10	0.333	29.76
2	Soya	10	0.167	48.83
2	Soya	10	0.067	99.08
2	Soya	10	0.033	172.50
3	Comercial	25	0.333	14.00
3	Comercial	25	0.167	24.1
3	Comercial	25	0.067	49.25
3	Comercial	25	0.033	85.83
4	Comercial	10	0.333	17.63
4	Comercial	10	0.167	29.50
4	Comercial	10	0.067	60.41
4	Comercial	10	0.033	99.00

La ley de la potencia es un modelo reológico que describe las propiedades del yogurt. La cual es un modelo reológico que se expresa de la siguiente manera:

$$T = m\left(\frac{dv}{dy}\right)^n$$

Donde:

T= Esfuerzo cortante (mPa)

dv/dy= Velocidad de corte en rps

m= Coeficiente de consistencia (Pa. sⁿ)

n= Índice de comportamientos de flujo (adimensional)

Por lo tanto se graficó y linearizó los resultados del yogurt comercial y de soya en ambas temperaturas para obtener el valor del índice de comportamiento de flujo (n) y determinar el tipo de fluido de los productos. En las Figura 9 se muestra.

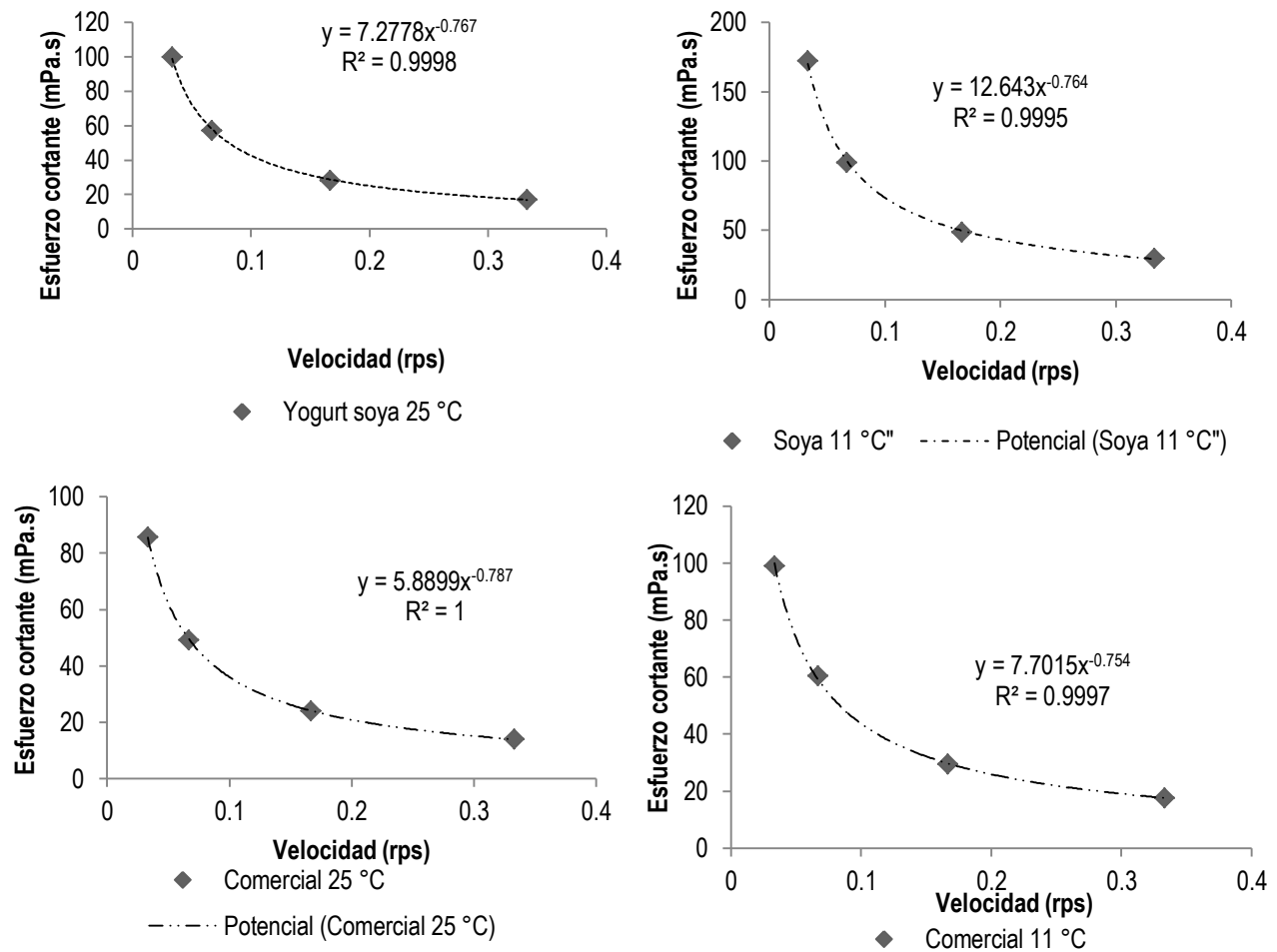


Figura 9. Relación entre la velocidad cortante y el esfuerzo cortante de ambos yogures a ambas temperaturas y modelo reológico, ley de la potencia

Con los resultados obtenidos de cada producto, se elaboró el Cuadro 8 para mostrar el coeficiente de consistencia y el índice de comportamiento de flujo de cada yogurt para ambas temperaturas.

Cuadro 8. Coeficiente de consistencia e índice de comportamiento de flujo del yogurt bebible a base de leche de soya y yogurt bebible comercial a diferentes temperaturas

Producto	Yogurt	Temperatura °C	Coeficiente de consistencia (m)	Índice de comportamiento de flujo (n)	R ²
1	Soya	25	7.2778	-0.767	0.9998
2	Soya	11	12.643	-0.764	0.9995
3	Comercial	25	5.8899	-0.787	1.0000
4	Comercial	11	7.7015	-0.754	0.9997

Los dos productos de soya mostraron una consistencia mayor como indicaron sus coeficientes de consistencia. Nuevamente, el yogurt de soya a 11°C fue el producto con una mejor consistencia. El incremento de la viscosidad, permite la estabilidad y uniformidad del producto final (Acevedo *et al.*, 2009). Como fue el caso del yogurt bebible a base de leche de soya con sabor cereza a temperatura de refrigeración. Por lo que se sugiere que este será un producto estable y de consistencia uniforme.

Por lo tanto, obtenidos los resultados de la Figura 10 y el esfuerzo de corte, se puede elucidar a qué tipo de fluido pertenecen las muestras analizadas, bajo la consideración de que un Fluido tipo Pseudoplástico, es $n < 1$, un Fluido tipo Newtoniano $n = 1$ y finalmente, un Fluido tipo Dilatante $n > 1$. Así, conforme a los resultados analizados, el comportamiento reológico de los cuatro productos, el yogurt de soya y el yogurt comercial (a ambas temperaturas) se indica, que el yogurt de Soya sabor cereza mostró una reología como la del Yogurt comercial, como un Fluido no Newtoniano, de tipo pseudoplástico, lo cual coincide con otros trabajos sobre desarrollo de nuevos productos de tipo yogurt (Moraga *et al.*, 2010; Parra-Huertas *et al.*, 2012).

En el estudio de se analizaron tres casos típicos del modelo de la Ley de la Potencia.

De acuerdo al valor de n en el Cuadro 8, se concluye que ambos yogures bebibles tienen un comportamiento Pseudoplástico que se caracteriza por una disminución de la viscosidad a medida que el cizallamiento aumenta. Desde el punto de vista físico esto significa que la resistencia a fluir disminuye cuando la velocidad aumenta (Rojas *et al.*, 2012).

Se comparó ambos yogures en temperatura ambiente (25 °C) y temperatura de almacenamiento (11 °C) en la Figura 10 se observa que el yogurt bebible a base de leche de soya a 25 °C presenta un comportamiento reológico muy parecido al yogurt bebible comercial a 10 °C. Esto se debe a que la

viscosidad absoluta de los fluidos es muy dependiente de la temperatura. A medida que aumenta la temperatura, disminuye la viscosidad (Valle, 2010).

Se observó en el microscopio Boeco Germany BM-180 el yogurt bebible comercial y el yogurt bebible a base de leche de soya con sabor cereza.

En las Figura 10 se puede observar a nivel microscópico el yogurt bebible a base de leche de soya con sabor cereza donde se muestran partículas pequeñas y compactas, por lo que se sugiere que por esta razón es yogurt necesito un esfuerzo cortante mayor que el yogurt bebible comercial.

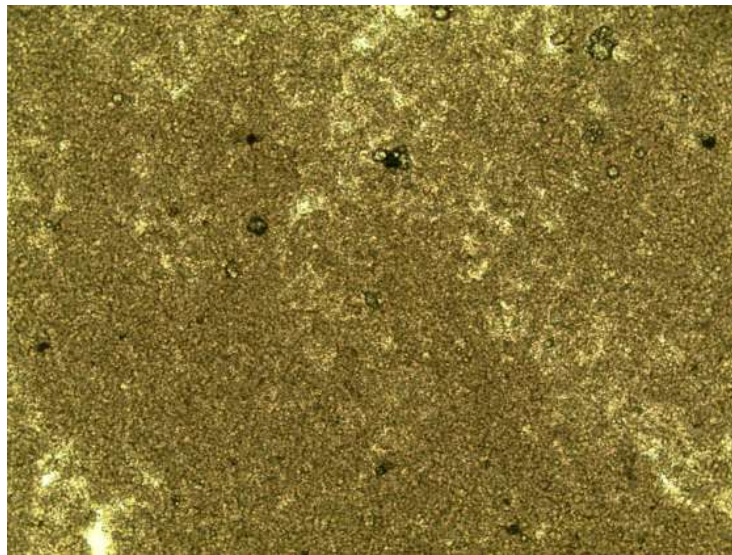


Figura 10. Yogurt bebible a base de leche de soya con sabor cereza vista microscópica

En la Figura 11 se observa a nivel microscópico el yogurt bebible comercial donde se muestran partículas grandes y separadas, por lo que se sugiere que por esta razón es yogurt necesito un esfuerzo cortante menor que el yogurt bebible a base de leche de soya con sabor cereza.

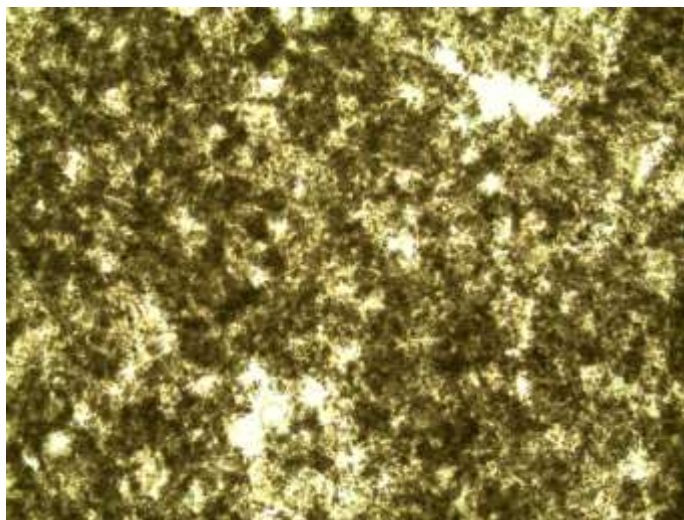


Figura 11. Yogurt bebible comercial (Danup) vista microscópica

6.2 Análisis físicos durante vida de anaquel

Los datos obtenidos se sometieron a una prueba de ANOVA con un intervalo de confianza del 95%, en las variables pH, L*, a* y b*, los resultados se presentan en el Cuadro 9 cuadrados medios del análisis de varianza para los análisis físicos durante vida de anaquel.

Cuadro 9. Cuadrados medios del análisis de varianza para los análisis físicos durante vida de anaquel del yogurt bebible a base de leche de soya con sabor cereza

Fuente de variación	GL	pH	L*	a*	b*
Vida de anaquel	3	0.1337*	9.4177*	2.5377*	1.1750*
Error experimental	4	0.0006*	1.0143*	0.1819*	0.0639*

*Diferencia estadísticamente significativa

Se observaron diferencias significativas ($p \leq 0.05$) por día en vida de anaquel en los análisis fisicoquímicos, por lo cual se realizó una comparación de medias de DMS al 95%, los resultados son presentados en el Cuadro 10.

Cuadro 10. Resultados de comparación de medias mediante una prueba de DMS ($p < 0.05$) para los resultados de los análisis físicos durante la vida de anaquel

	pH	L*	a*	b*
Día 0	5.36 ^c	68.8 ^a	26.04 ^b	14.19 ^c
Día 7	4.93 ^b	71.65 ^b	25.32 ^b	13.23 ^b
Día 14	4.93 ^b	72.59 ^b	23.8 ^a	12.80 ^b
Día 21	4.76 ^a	73.92 ^b	23.8 ^a	12.40 ^a
DMS	3.21	-2.72	0.79	1.79

a, b, c Las medias con la letra diferente en la misma fila son significativamente diferentes y DMS=Diferencia mínima significativa.

6.2.1 pH

En la Figura 12 se observa el efecto tiempo y el pH sobre el T1 del yogurt bebible a base de leche de soya con sabor cereza. Para pH, se formaron 3 grupos diferentes estadísticamente ($P \leq 0.05$). El primero y con la media más alta, se encontró el día 0 con un pH de 5.36 y el más bajo, se vió en el día 21, con un pH de 4.76. Lo que sugiere, que hubo una disminución de pH posiblemente causada por la actividad metabólica de los microorganismos fermentadores, durante la elaboración del yogurt. Misma que se sigue desarrollando, incluso durante el almacenamiento a 0-5 °C, ya que no es posible detener completamente la actividad enzimática de los cultivos lácteos durante en el enfriamiento de acuerdo con Rasic y Kurmann (1978). En un estudio similar, un yogurt batido de fresa derivado de diferentes proporciones de leche de vaca y cabra mencionaron, que en los primeros días de la elaboración del yogurt, el pH tiene menor acidez en el día 0 en comparación de los días 7, 14 y 21. Durante los primeros siete días de almacenamiento, el descenso de pH se hace más pronunciado que en los siguientes días, llegando casi a estabilizarse al final del almacenamiento (Rojas *et al.*, 2007).

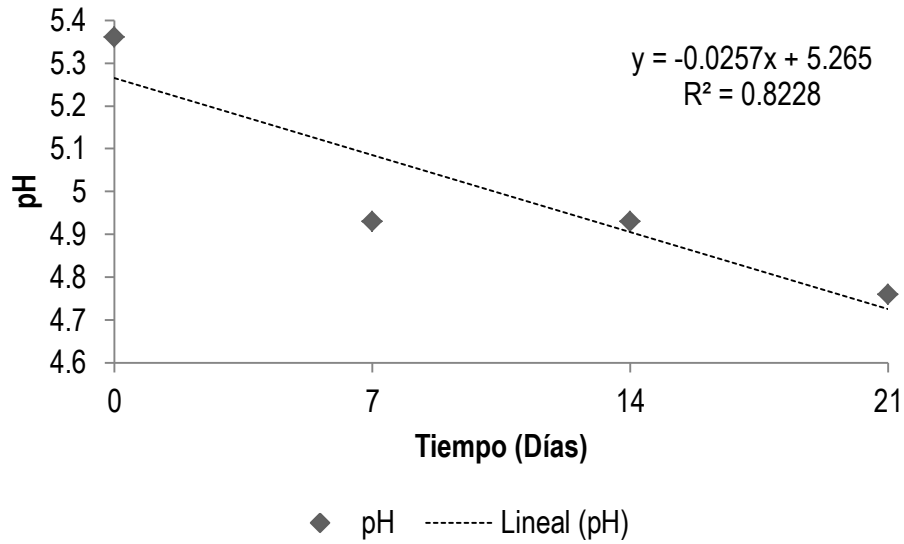


Figura 12. Relación de pH en vida de anaquel para el yogurt bebible a base de leche de soya con sabor cereza

6.2.2 Color

Para L^* , en relación a vida de anaquel se formaron 2 grupos estadísticamente diferentes ($p \leq 0.05$). El primero y con media más baja en el día 0 con 68.8 y el más alto, está en el día 21 con 73.92. Se observa en la Figura 13 la evolución de la claridad durante la vida de anaquel del yogurt bebible a base de leche de soya con sabor cereza (T1).

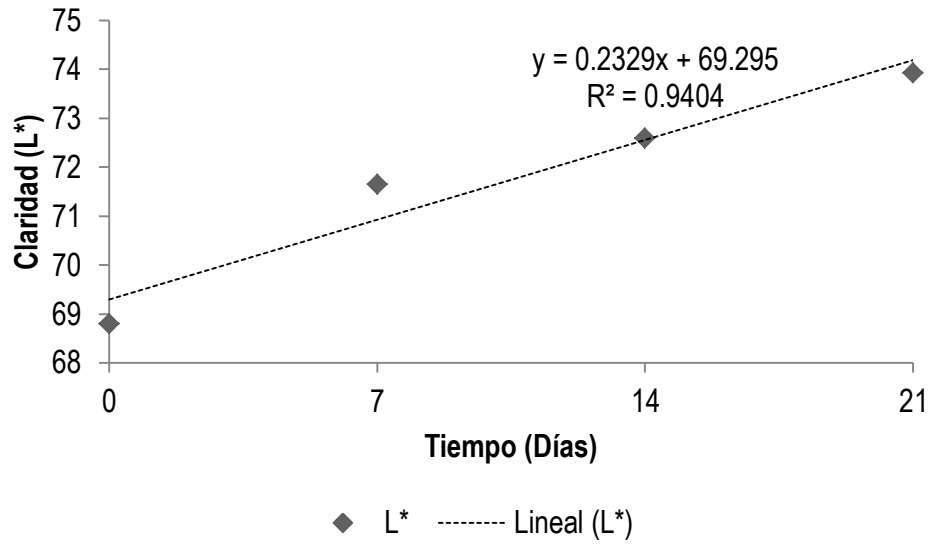


Figura 13. Evolución de la claridad (L) en el yogurt bebible a base de leche de soya con saor cereza

Para el caso de a^* (Color rojo/verde) en relación a vida de anaquel, se formaron 2 grupos estadísticamente diferentes ($p \leq 0.05$). El primero y con media más alta se encuentra con un valor de 26.04 y el más bajo, está en el día 21 con un valor de 23.8. Se observa en la Figura 14 la evolución de la tendencia de rojo a verde en cuanto al valor de a^* .

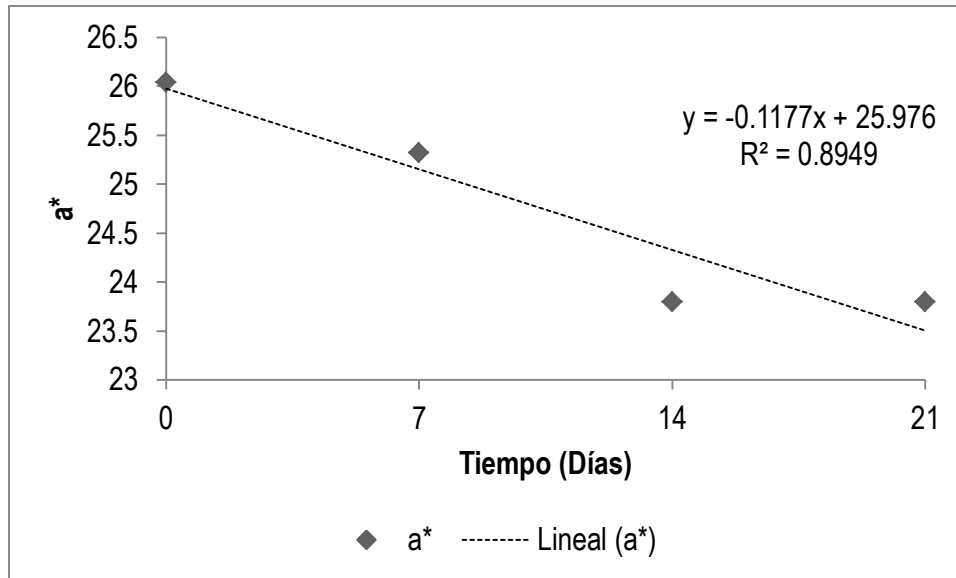


Figura 14. Evolución de la tendencia de rojo a verde en cuanto al valor de a^*

Para el caso de b^* (Color amarillo/azul) en relación a vida de anaquel se formaron 3 grupos estadísticamente diferentes ($p \leq 0.05$). El primero y con media más alta se encuentra en el día 0 con un valor de 14.19 y el más bajo esta en el día 21 con un valor de 12.40. Se observa en la Figura 15 que el yogurt bebible a base de leche de soya con sabor cereza tiende de color amarillo hacia el azul.

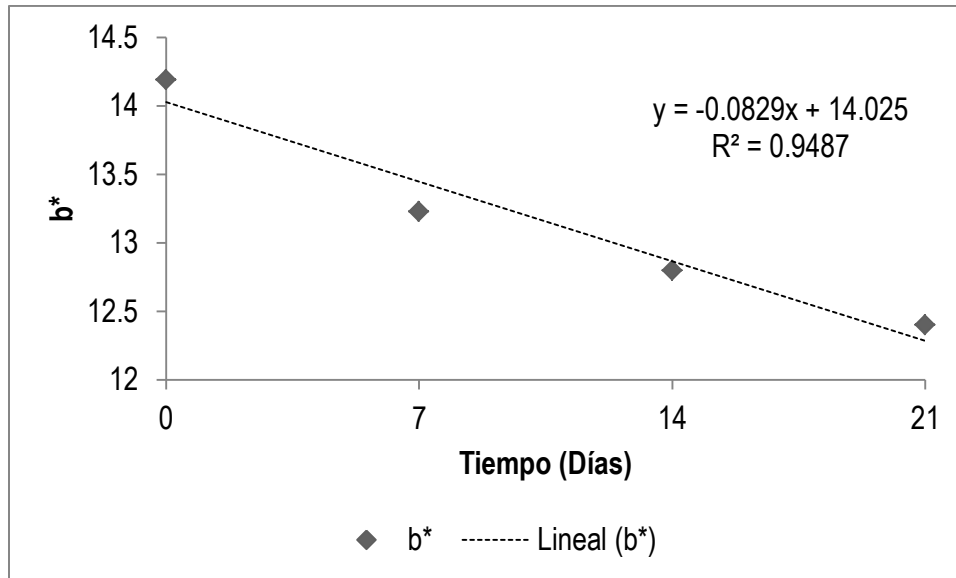


Figura 15. Evolución de la tendencia de amarillo hacia azul en cuanto al valor de b*

Con respecto al color se observa que la luminosidad aumenta durante la vida de anaquel esto se sugiere que se debe gran parte a las diferentes reacciones de las bacterias ácido lácticas. Con respecto al parámetro a* indica la disminución de color con una tendencia del rojo hacia el anaranjado, de igual manera para el parámetro b* indica tendencia de amarillo hacia el anaranjado se sugiere que es debido a la composición del yogurt y sabor. En la Figura 16, se muestra en la gráfica de color de CIELAB, donde se puede ver las coordenadas del color con los resultados de a* y b* del Día 0 al Día 21.

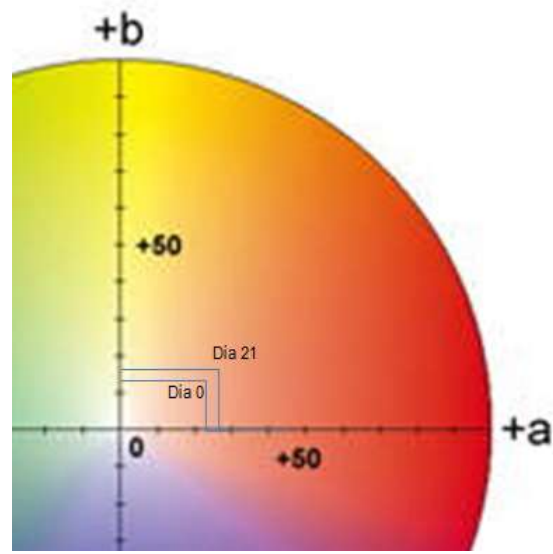


Figura 16. Grafica de color CIELAB (R-Rite, 2002)

6.3 Análisis microbiológicos durante vida de anaquel

Los resultados obtenidos en el ANOVA de las variables mesófilos aerobios (MA), coliformes totales (CT) y psicrotróficos (PSC), se presentan en el Cuadro 11.

Para el caso de coliformes fecales, este no se introdujo al análisis estadístico porque no se presentó crecimiento microbiológico en esta variable. Lo que sugiere, de acuerdo con Camacho *et al.* (2009) es que en productos alimenticios que han recibido un tratamiento térmico (pasteurización, horneado, cocción, entre otros); la presencia de este tipo de microorganismos, solo se utiliza como indicador de malas prácticas sanitarias, indicando una contaminación fecal. Por lo que se puede descartar este tipo de contaminación en la elaboración del producto.

Cuadro 11. Cuadrados medios del análisis de varianza de los análisis microbiológicos durante vida de anaquel

Fuente de variación	GL	MA	CT	PSC
Vida de anaquel	3	1.2427*	0.1555*	0.1276 ^{NS}
Error experimental	4	0.0731*	0.0065*	0.0418 ^{NS}

MA= Mesófilos Aerobios, CT= Coliformes Totales, PSC= Psicrotrofos, *Diferencia estadísticamente diferente y NS=No Significativo

Como se observa en el Cuadro 11, existieron diferencias significativas ($p \leq 0.05$) en las variables MA y CT, esto para la variable de estudio día y a su vez mostrando que no hay efecto por día en la variable psicrotrofos. Por lo que se puede sugerir, que no hubo otra microflora que se presentara en el producto, más que las BAL.

En relación a las variables donde se observaron diferencias significativas ($p \leq 0.05$) por Día (MA Y CT), se realizó una comparación de medias de DMS al 95%, los resultados son presentados en el Cuadro 12.

Cuadro 12. Resultados de comparación de medias mediante una prueba de DMS ($p \leq 0.05$) para los resultados de los análisis microbiológicos durante la vida de anaquel

Efecto	MA (\log_{10} UFC/ml)	CT (\log_{10} UFC/ml)
Día 0	4.085 ^c	3.975 ^c
Día 7	3.08 ^b	3.655 ^b
Día 14	2.915 ^b	3.56 ^b
Día 21	2.17 ^a	3.3 ^a
DMS	1.52	0.55

MA=Mesófilos Aerobios y CT= Coliformes Totales, a, b, c las medias con la letra diferente en la misma fila son significativamente diferentes y DMS (Diferencia Mínima Significativa).

6.3.1 Mesófilos aerobios (MA)

Para el caso de MA, en relación a vida de anaquel se formaron 3 grupos estadísticamente diferentes ($P \leq 0.05$). El primero y con media más alta se encuentra el día cero con $4.085 \log_{10}$ UFC/mL y el más bajo está en el día 21 con $2.17 \log_{10}$ UFC/mL. Lo que sugiere, que hubo una disminución de los Mesófilos Aerobios causada por una disminución de pH durante la vida de anaquel. De acuerdo a la literatura, la determinación de MA indica el grado de contaminación de una muestra y de las condiciones que han favorecido o reducido la carga microbiana. Por lo general, no se aplica a alimentos fermentados y puede dar escasa información sobre el manejo del alimento. Sin embargo, este grupo es un indicador importante en alimentos frescos refrigerados, congelados, lácteos y alimentos RTE (RTE por sus siglas en Inglés: *Ready To Eat*). En la NOM-181-SCFI-2010, Yogurt-Denominación, especificaciones fisicoquímicas y microbiológicas, información comercial y métodos de prueba, se hace referencia a la NOM-092-SSA1-1994, Bienes y servicios para la cuenta de bacterias aerobias en placa, por lo cual se hizo esta prueba. En la Figura 17 se muestra el desarrollo de MA en el yogurt bebible a base de leche de soya con sabor cereza durante vida de anaquel.

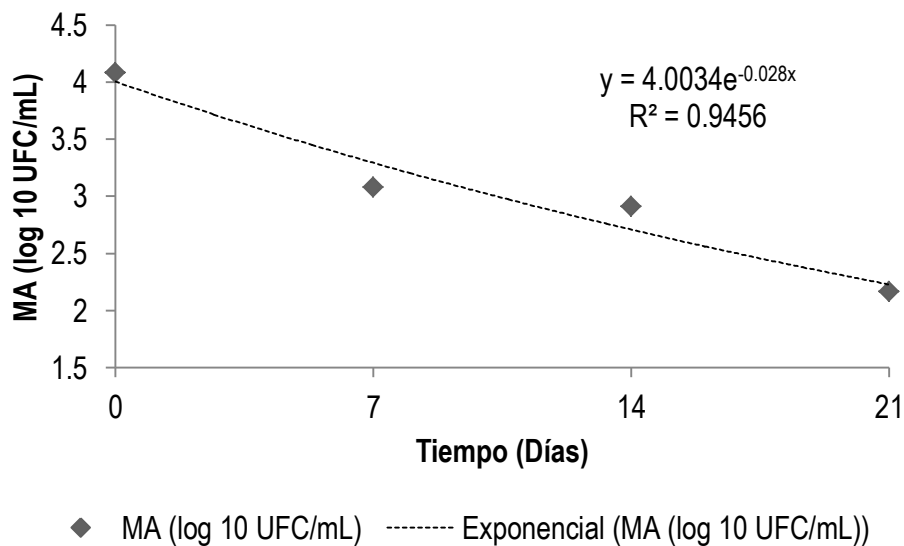


Figura 17. Relación de MA durante vida de anaquel

6.3.2 Coliformes totales (CT)

Para el caso de CT, en relación a vida de anaquel se formaron 3 grupos diferentes estadísticamente ($P \leq 0.05$). El primero y con media más alta se encuentra en el día cero con $3.975 \log_{10}$ UFC/mL y el más bajo está en el día 21 con $3.3 \log_{10}$ UFC/mL. Lo que sugiere, que hubo una disminución de Coliformes Totales, lo que concuerda con la NOM-181-SCFI-2010 y con las Normas internacionales como la Norma del Codex Stan 243-2003 Norma del Codex para Leches Fermentadas, quienes marcan el valor permisible para Coliformes Totales es <10 UFC/mL. Lo anterior indica que el yogurt bebible a base de leche de soya con sabor cereza, cumple con los parámetros de calidad microbiológica durante la vida de anaquel de las diferentes normas. En la Figura 18 se muestra el desarrollo de CT en el yogurt bebible a base de leche de soya con sabor cereza durante vida de anaquel.

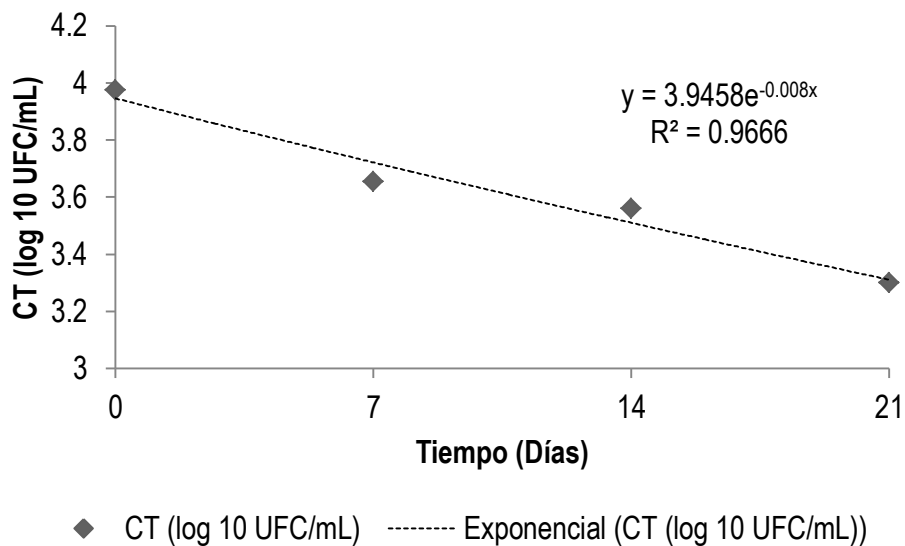


Figura 18. Relación de CT en vida de anaquel

6.4 Viabilidad de los microorganismos *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*

Una característica que debe cumplir el yogurt bebible a base de leche de soya con sabor cereza de acuerdo a la NOM-181-SCFI-2010, es que debe contener microorganismos viables, activos y en una concentración superior a 10^6 UFC/g en tiempo de vida de anaquel. Lo anterior, para poder ser denominado como yogurt. Para lo cual se procedió a evaluar la metodología de acuerdo a La Norma. La integridad de los cultivos y confirmar la no contaminación de estos se rectificó con observar la morfologías microscópicas con una tinción de Gram. De los datos obtenidos, en esta prueba se sumaron las UFC de los microorganismos *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus* de cada tiempo posteriormente se analizaron mediante un ANOVA con un intervalo de confianza del 95%, los resultados se muestran en el Cuadro 13.

Cuadro 13. Viabilidad de la suma de BAL en yogurt bebible a base de leche de soya con sabor cereza

Fuente de variación	GL	Suma de Lb y St
A: Microorganismos	1	1.4456 E ¹⁴ NS
B: Vida de anaquel	3	8.6624 E ¹⁶ *
AB	3	3.7462 E ¹⁴ NS
Error experimental	8	1.3596 E ¹⁵

Lb= *Lactobacillus bulgaricus*, St= *Streptococcus thermophilus*, *Diferencia estadísticamente diferente y NS=No Significativo

Para esta prueba, en relación a vida de anaquel se formaron 3 grupos estadísticamente diferentes ($P \leq 0.05$). El primero y con media más alta se encuentra en el día 0 con 3.2946×10^8 UFC/mL y el más bajo está en el día 21 con 1.6×10^7 UFC/mL. Así, se logra ver que hasta los 21 días de vida de Anaquel, el presente producto puede denominarse como un yogurt, bajo las condiciones ensayadas

en este trabajo. En la Figura 19 se muestra la viabilidad de la suma de *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus* durante vida de anaquel.

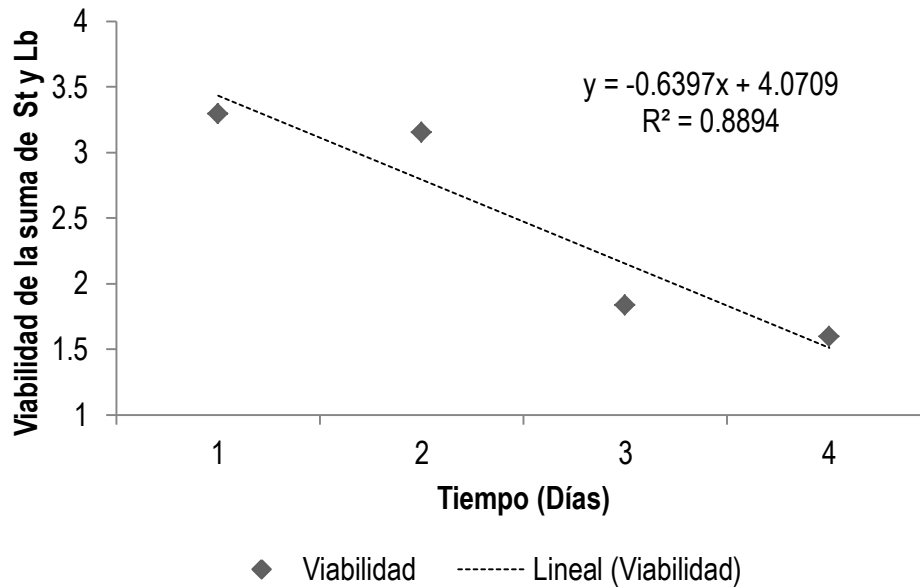


Figura 19. Viabilidad de la suma de *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus* durante vida de anaquel

En las figuras 20 y 21 se logra ver la morfología microscópica con tinción Gram de los microorganismos durante vida de anaquel tomadas con un Microscopio marca Boeco Germany modelo BM-180

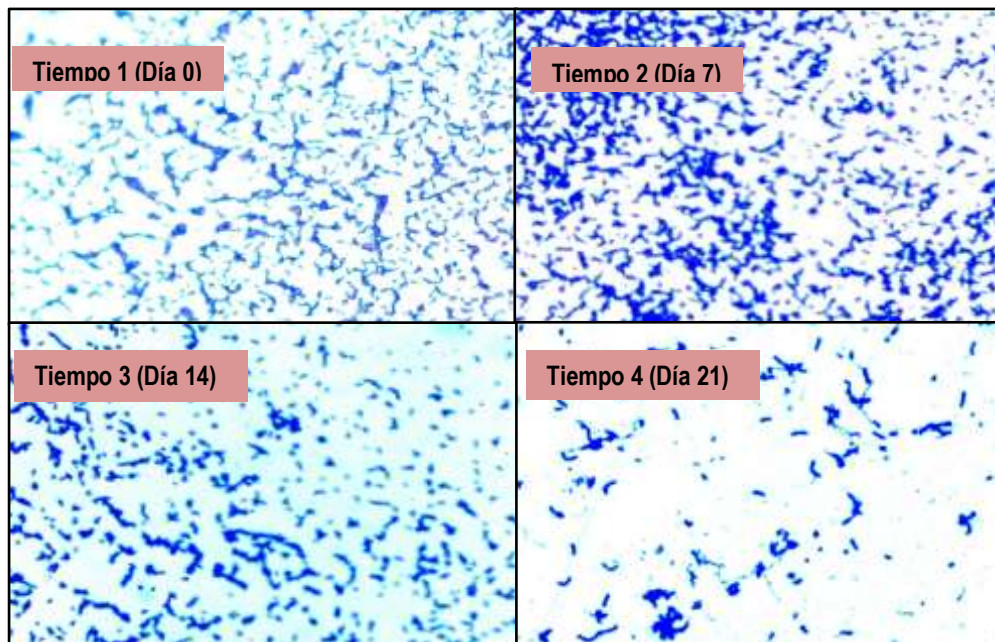


Figura 20. Morfología microscópica de *Streptococcus thermophilus* en el yogurt bebible a base de leche de soya sabor cereza durante vida de anaquel.

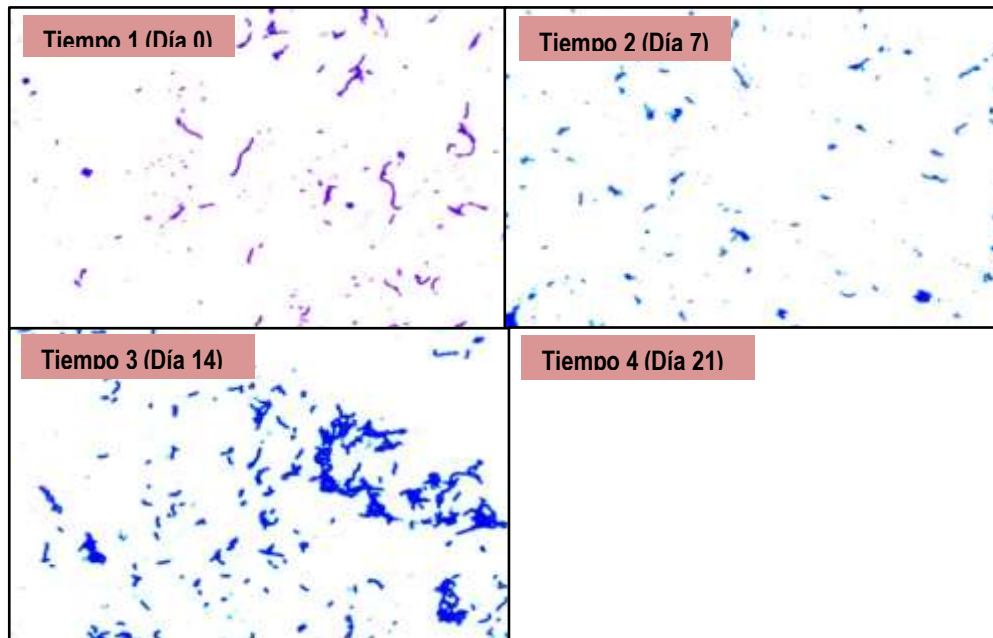


Figura 21. Morfología microscópica de *Lactobacillus bulgaricus* en el yogurt bebible a base de leche de soya sabor cereza durante vida de anaquel

En la Figura 20 se logra ver la morfología microscópica, característica de este Lactobacilo. La cual, consiste en células cocoides en cadena en Gram positivos. Así, del día 0 al 14 se observaron abundantes células. Lo cual sugiere que la viabilidad de los microorganismos fue mayor que al día

21. En este último día, no se observó contaminación por algún otro microorganismo, ya que se siguió observando la morfología celular de *Streptococcus thermophilus*, aunque en el campo se observaron menos células en comparación con los anteriores.

En la Figura 21 también se observó la morfología microscópica para este otro Lactobacilo. Se observaron células de forma bacilar Gram positivas, lo cual se observó durante todos los días ensayados dentro de la vida de anaquel de este producto. La densidad celular observada durante las tinciones de este microorganismo se observó menos abundante en comparación de las preparaciones del otro Lactobacilo. Sin embargo la densidad de células permaneció constante durante todas las observaciones.

6.5 Análisis fisicoquímicos

Los resultados obtenidos en los análisis fisicoquímicos del Tratamiento 1 y Tratamiento 2, se analizaron mediante un ANOVA con un intervalo de confianza del 95%, para las variables proteína láctea, grasa butírica, ácidos lácticos y sólidos lácteos no grasos. Los resultados se muestran en el Cuadro 14.

Cuadro 14. Cuadrados medios del análisis de varianza de los análisis fisicoquímicos del yogurt bebible a base de leche de soya con sabor cereza

Fuente de variación	GL	Proteína láctea	Ácido láctico	Grasa butírica	Sólidos no grasos
Tratamiento	1	10.53*	0.0004 ^{NS}	6.76*	26.2656*
Error experimental	2	0.010025*	0.0002 ^{NS}	0.02*	0.00062*

*Diferencia estadísticamente diferente y NS=No Significativo

En relación a las variables, donde se observaron diferencias significativas ($p \leq 0.05$) por tratamiento se realizó una comparación de medias DMS al 95%, los resultados son presentados en el Cuadro 15.

Cuadro 15. Resultados de comparación de medias mediante una prueba de DMS ($p \leq 0.05$) para los resultados de análisis fisicoquímicos

Efecto	Proteína láctea (% m/m)	Grasa butírica (% m/m)	Ácido láctico (% m/m)	Sólidos lácteos no grasos
Tratamiento 1	6.2 ^a	5.2 ^a	0.68 ^a	13.58 ^a
Tratamiento 2	2.95 ^b	2.6 ^b	0.66 ^a	8.46 ^b
DMS	0.43	0.61	0.06	0.11

^{a, b} Las medias con la letra diferente en la misma fila son significativamente diferentes y DMS (Diferencia Mínima Significativa).

De acuerdo a la NOM-181-SCFI-2010 en su apartado 6 en las especificaciones fisicoquímicas se hace referencia al contenido de proteína láctea, grasa butírica, ácido láctico y sólidos no grasos que debe tener un yogurt. Para proteína láctea, éste debe contener mínimo 2.9 % m/m. Para lo cual, los resultados de dos tratamientos del presente trabajo están dentro del parámetro establecido. Para la variable de grasa butírica, lo máximo que se permite es el 15% m/m, los datos obtenidos de ambos tratamientos están por debajo de este valor. Igualmente, para ácido láctico, el valor mínimo que debe contener es 0.5% m/m y los resultados de ambos tratamientos, se encontraron por encima de este valor. Para los sólidos lácteos no grasos, el porcentaje mínimo es de 8.25 m/m, lo que una vez más los resultados de los 2 tratamientos están dentro de la norma.

6.6 Evaluación sensorial

La Evaluación sensorial se realizó en dos etapas la primera con una población de 100 panelistas catadores no entrenados (Alumnos de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la UAEM). De los cuales, 46 fueron del sexo femenino y 54 del sexo masculino, con edades entre 18 a 24 años. En la segunda etapa, se realizó con una población de 100 panelistas catadores no entrenados (Alumnos de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la UAEM). De los cuales, 69 fueron del sexo femenino y 31

masculinos, con edades entre 18 a 25 años. Para ambas etapas, se realizó una encuesta y posteriormente, cuatro evaluaciones mediante las siguientes pruebas: Prueba Dúo-trío, prueba de comparación por pares, prueba de análisis descriptivo cuantitativo de los atributos de olor, textura y sabor y prueba de preferencia. Para cada fase, se evaluaron dos muestras, en donde la Muestra 1 se consideró para cada tratamiento de yogurt bebible de soya con sabor cereza y para la Muestra 2 se utilizó un yogurt bebible natural al cual se le adiciono una mezcla almíbar:cereza proporción 1:1, ya descrita para ambas fases. Al preparar las muestras, éstas fueron rotuladas con clave de tres dígitos aleatorios, en vasos de plástico del No. 0. Al cambiar de muestra, cada panelista removió los residuos del yogurt degustado con manzana verde.

6.6.1 Encuesta

En la primera etapa, los datos recabados en la encuesta indicaron que el 61% de los consumidores afirmaron consumir yogurt una o más veces a la semana. El 23% una vez cada quince días, el 12 % una vez al mes y 4% dieron otra respuesta. En cuanto a la presentación, el consumo habitual fue de 20% para consistente, el 28 % para batido y el 52% de bebible. En la segunda etapa, los datos recabados en la encuesta indicaron que el 63% de la población afirmó consumir yogurt una o más veces a la semana, el 22% una vez cada quince días, el 13 % una vez al mes y 2% dieron otra respuesta. Ellos refirieron que la presentación de consumo habitual, fue el 16% consistente, el 34% batido y el 50% bebible, semejante como en la primera etapa.

Los datos obtenidos en ambas etapas sobre el consumo frecuente del yogurt más del 60% afirmo consumir yogurt una o más veces por semana, esto podría deberse a que los consumidores cada vez tienen menos tiempo para preparar comida o llevan un ritmo de vida acelerado, este producto es una excelente opción debido a su aceptabilidad a cualquier hora del día y alto valor nutritivo. Lo cual nos indica una ventaja en el mercado ya que hay una alta demanda del yogurt. De acuerdo a los

resultados la consistencia en que se adquiere el yogurt fue que más del 50% de los panelistas consumidores prefieren el yogurt de consistencia bebible, esto puede deberse a la presentación de sus envases ergonómicos y su facilidad de ingerir el producto sin necesidad de usar una cuchara.

6.6.2 Prueba Dúo-Trío

En esta prueba, el panelista consumidor identificó cuál de las muestras es igual a la muestra R. Los datos recabados de esta prueba se analizaron mediante una prueba de X^2 utilizando como variable respuesta el nivel de semejanza, se tomó un intervalo de confianza del 95%. Para la primera etapa del sensorial se obtuvo un valor de $P= 1.9944 E^{-18}$. Para la segunda etapa del sensorial el valor de P fue de $1.1212 E^{-19}$. En ambas etapas se encontró diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0.05$), estos resultados ayudan a evaluar el desempeño del juez y semejanza de las muestras. De acuerdo con Angulo y O' Mahony (2009) la determinación del juez o grupo de jueces realmente percibe la diferencia entre las dos muestras o si los jueces responden al azar. Por lo que se puede concluir que la población de panelistas consumidores en ambas etapas no contestó al azar y existe una gran diferencia entre el yogurt bebible a base de leche de soya con sabor cereza y un yogurt bebible comercial adicionado con sabor cereza.

6.6.3 Prueba de comparación por pares

En la prueba de comparación por pares, el panelista consumidor identificó cuál de las muestras es más arenosa y cual más líquida en ambas etapas de la investigación. Para esta prueba los datos recabados de cada etapa se analizaron mediante una prueba de aproximación de la distribución binomial a la distribución normal con un 95% de confianza, tomando como hipótesis nula que las dos muestras son percibidas igual por los consumidores y como hipótesis alternativa que las muestras son percibidas diferentes. En el Cuadro 16 se muestran los resultados de la prueba de distribución binomial a la distribución normal de ambas etapas de investigación.

Cuadro 16. Resultados de distribución binomial a la distribución normal de la prueba de comparación por pares

	Arenosa	Líquida
Etapa 1	P= 0.9883 Z= 2.27002	P= 1.1102 E-16 Z= 8.20024
Etapa 2	P= 0.000516 Z= -3.47	P= 0.5716 Z= 0.5656

$p \leq 0.05$ y Z= Puntaje estándar

En la primera etapa no existió diferencia significativa estadísticamente en la textura arenosa entre las dos muestras pero en la textura líquida si, se percibió más líquida el yogurt bebible comercial saborizado con cereza, esto pudo deberse a la cantidad de leche de vaca en polvo que se le adicione al yogurt bebible a base de leche de soya con sabor cereza. En la segunda etapa hubo diferencia significativa en la textura arenosa, ya que el consumidor percibió menos arenoso el yogurt bebible a base de leche de soya, se sugiere que es porque el yogurt bebible a base de leche de soya en esta etapa no se le adicione leche en polvo, para la textura líquida los datos obtenidos no mostraron diferencia estadística. Con esta prueba se observó que el primer tratamiento de yogurt bebible a base de leche de soya era menos líquido que el yogurt comercial, pero en la segunda etapa con el segundo tratamiento del yogurt bebible a base de leche de soya mejoro en cuanto a su textura líquida de tal manera que el yogurt bebible comercial saborizado con cereza se notó más arenoso en la segunda etapa de la investigación. En cuanto a la textura arenosa y líquida en el yogurt bebible a base de leche de soya sabor cereza no se logró una similitud con un yogurt bebible comercial adicionado con sabor cereza.

6.6.4 Prueba descriptiva cuantitativa

Se realizó una prueba descriptiva cuantitativa al yogurt bebible a base de leche de soya con sabor cereza, donde los panelistas marcaron la intensidad de cada atributo en una escala estructurada a 9 puntos. Para dicha escala, se consideró el 1 como valor de menor intensidad y el 9, como el de mayor. Los resultados recabados en el cada atributo de ambos tratamientos del yogurt bebible a base de leche de soya con sabor cereza (T1 y T2) se analizaron mediante estadística no paramétrica. Se obtuvo la frecuencia y se comparó los tratamientos por atributo utilizando una prueba X^2 , aceptando diferencia estadística a $p \leq 0.05$.

Los resultados que se obtuvieron de la prueba X^2 , para el atributo de olor se muestran en el Cuadro 17.

Cuadro 17. Resultados de la prueba X^2 para el atributo de olor de ambos tratamientos del yogurt bebible a base de leche de soya

Parámetro	Dulce	Agrio	Graso
Tratamientos	0.4815	---	0.4058

Se muestra en la Figura 22 los datos obtenidos en el atributo olor con los parámetros de olor, agrio y graso. En la gráfica A el olor dulce se observa que fue percibido por los panelistas consumidores con una intensidad mayor el T2. En la gráfica B se observa que el olor agrio en ambos tratamientos fue percibido similar tendiendo a menor intensidad. En la gráfica C se observa que la mayoría de los consumidores calificaron el olor graso con la menor intensidad en ambos tratamientos (Número 1). Por lo tanto se sugiere que ambos tratamientos del yogurt bebible a base de leche de soya con sabor cereza no hubo diferencia estadísticamente significativa, mas sin embargo fueron percibidos con olores agradables por los panelistas consumidores.

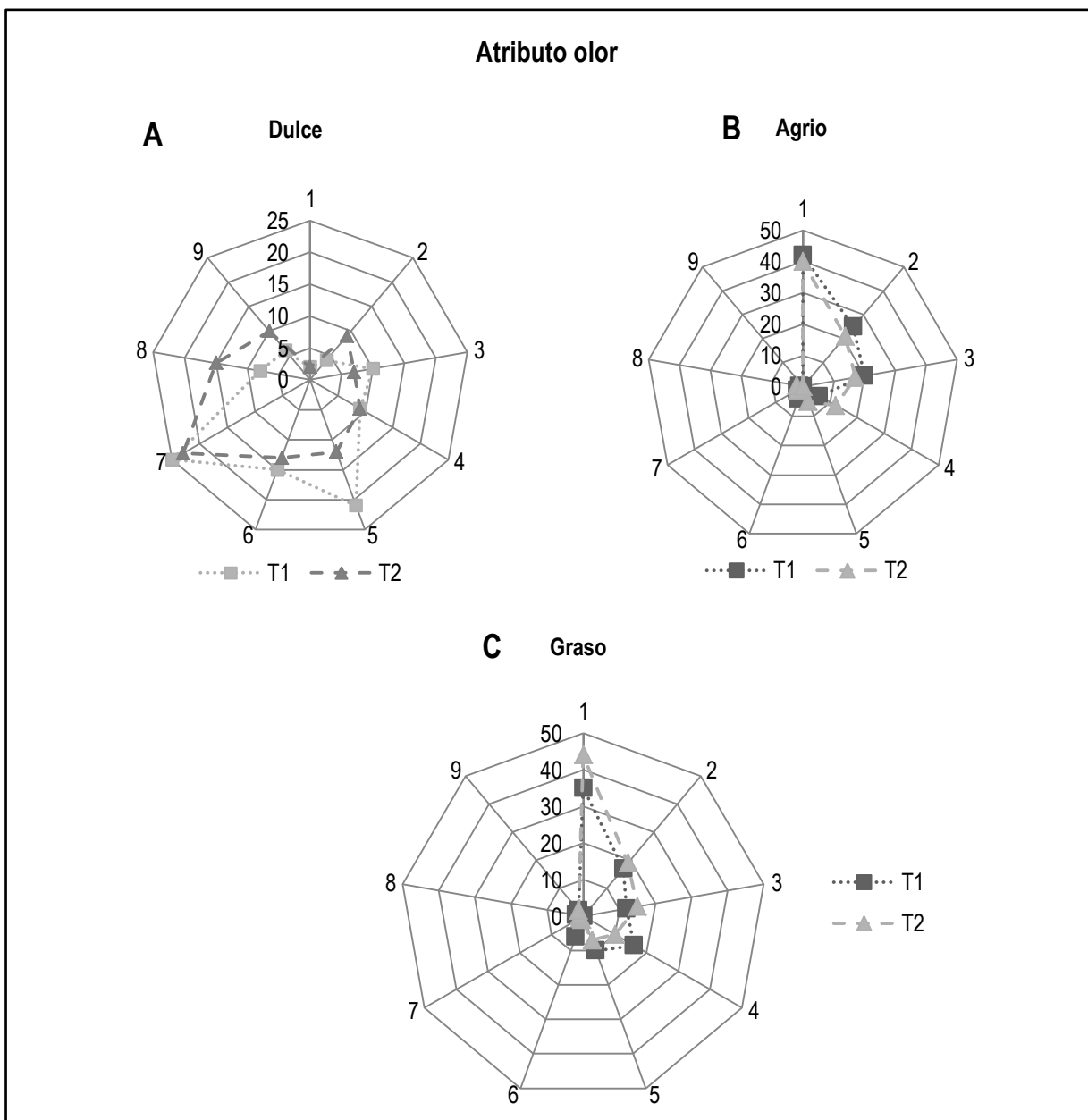


Figura 22. Resultados de la prueba descriptiva cuantitativa para el atributo de olor de ambos tratamientos del yogurt bebible a base de leche de soja con sabor cereza

Los resultados que se obtuvieron de la prueba X^2 , para el atributo de textura se muestran en el Cuadro 18.

Cuadro 18. Resultados de la prueba X^2 para el atributo de textura de ambos tratamientos del yogurt bebible a base de leche de soya

Textura	Líquido	Cremoso	Arenoso	Grasoso
Tratamientos	0.00002*	0.00002*	---	0.86823

*Valor con diferencia estadísticamente significativa

Los resultados obtenidos en el atributo de textura se muestran graficados en la Figura 23.

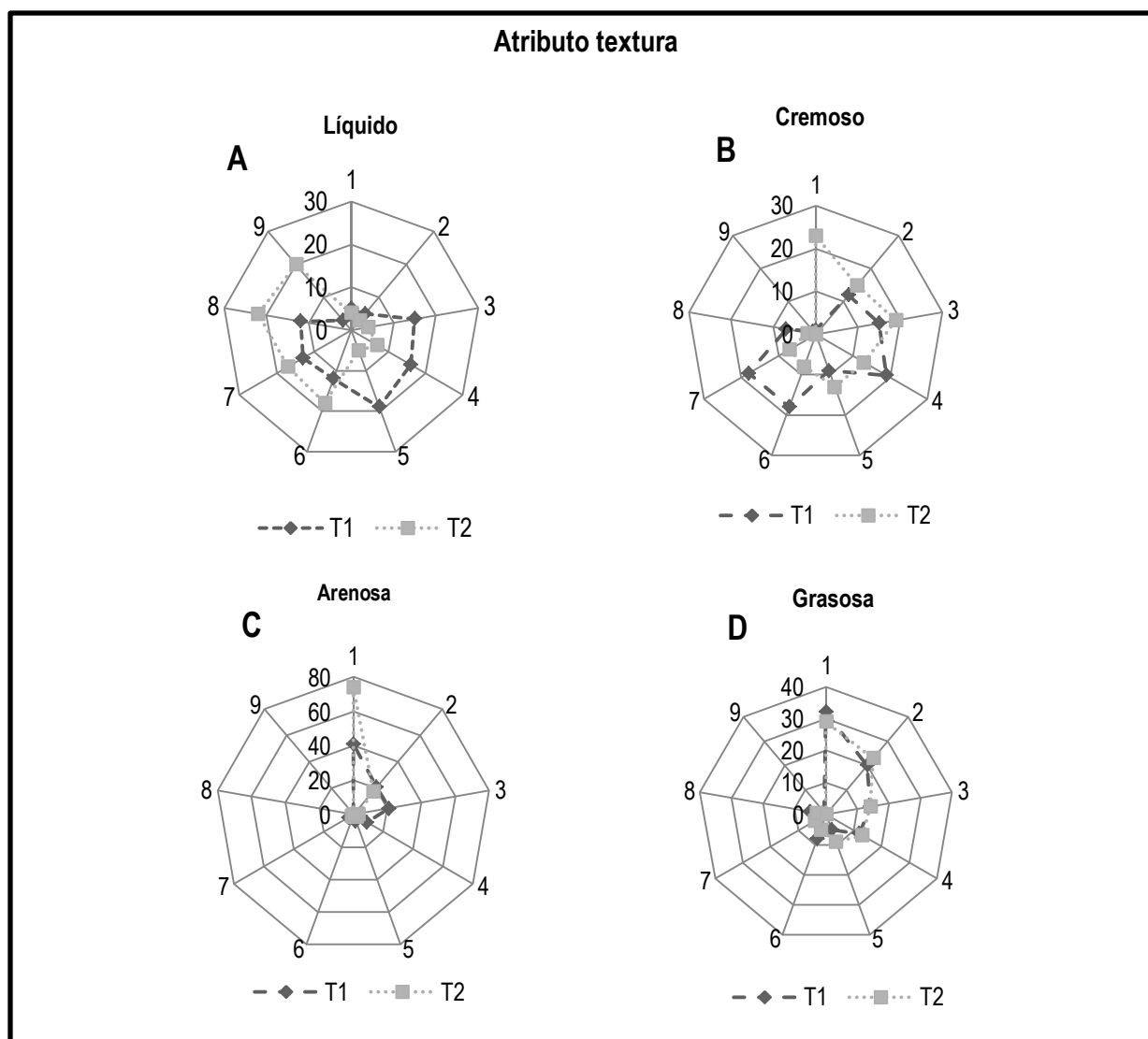


Figura 23. Resultados de la prueba descriptiva cuantitativa para el atributo de textura de ambos tratamientos del yogurt bebible a base de leche de soya con sabor cereza

En la gráfica A el T2 fue identificado por los panelistas consumidores más líquido que el que T1 y tuvo una diferencia estadísticamente significativa de 0.00002 entre ambos tratamientos. En la gráfica B tuvo una textura más cremosa el T1 que el T2 y tuvo una diferencia estadísticamente significativa de 0.00002 entre ambos tratamientos. En la gráfica C el T1 el panelista consumidor noto ligeramente una textura arenosa que el T2 mas sin embargo no existió una diferencia estadísticamente significativa. En la gráfica D, el panelista consumidor percibió de manera similar ambos tratamientos, no existiendo diferencia estadísticamente significativa. Por lo tanto se sugiere que en el atributo de textura existió un efecto por tratamiento que el panelista consumidor percibió diferente, lo que se sugiere que el inculo para cada tratamiento le da una consistencia diferente, haciendo que T1 tenga una consistencia más espesa y T2 más líquida.

Los resultados que se obtuvieron de la prueba X^2 , para el atributo de sabor se muestran en el Cuadro 19.

Cuadro 19. Resultados de la prueba X^2 para el atributo de sabor de ambos tratamientos del yogurt bebible a base de leche de soya

Sabor	Dulce	Ácido	Rancio	Amargo
Tratamientos	0.03678	0.00340*	0.63353	0.37022

*Valor con diferencia estadísticamente significativa

Los resultados obtenidos en el atributo de sabor se muestran graficados en la Figura 24.

En la gráfica A se muestra el panelista consumidor percibió más dulce el T2 que el T1 sin embargo no existió diferencia estadísticamente significativa. En la gráfica B se observa que el T2 se percibió menos ácido que el T1 existiendo una diferencia estadísticamente significativa de 0.00340. En las gráficas C y D se muestra favorablemente que ambos tratamientos no se percibe un sabor rancio ni amargo y no existe diferencia estadísticamente significativa.

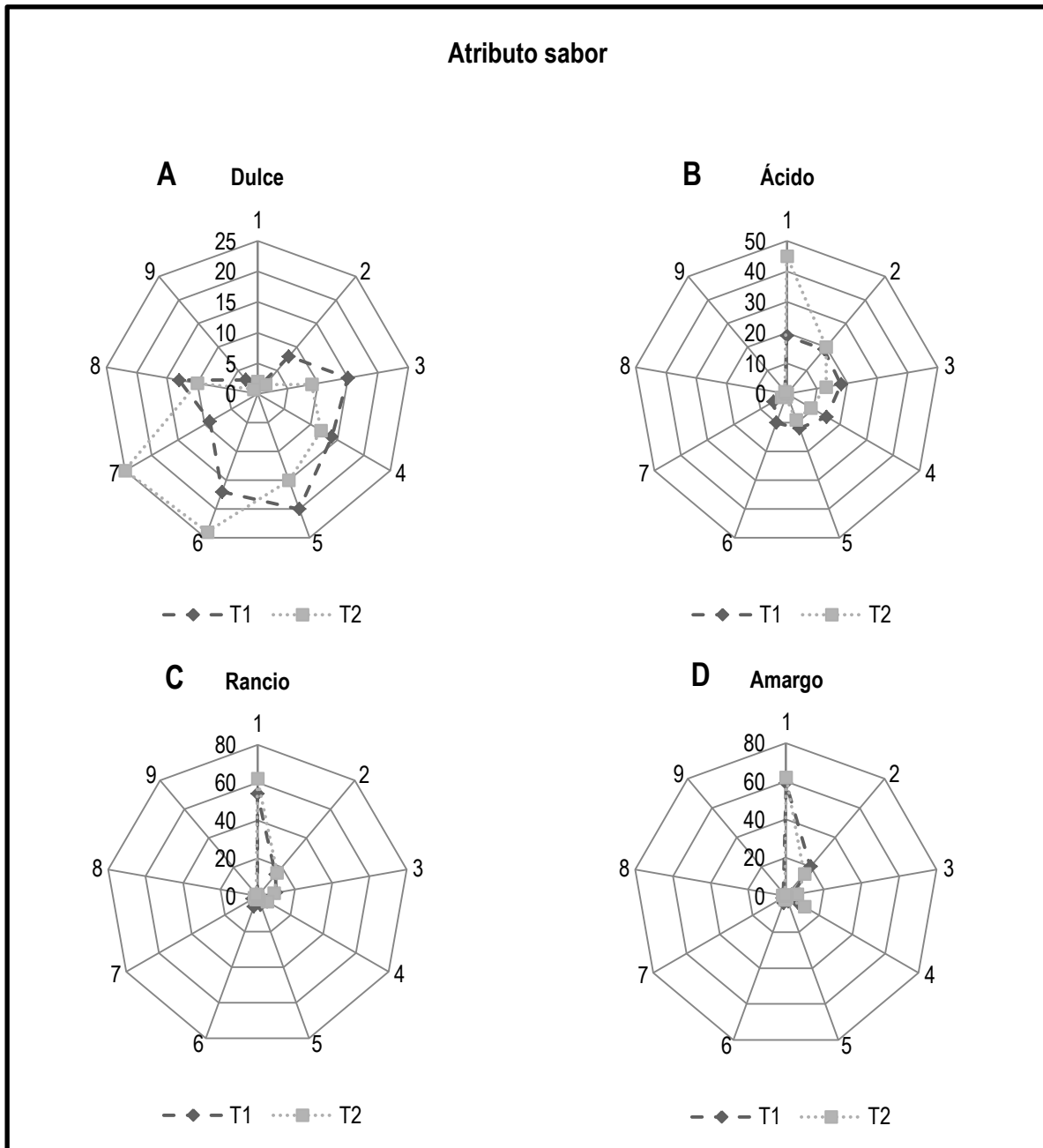


Figura 24. Resultados de la prueba descriptiva cuantitativa para el atributo de sabor de ambos tratamientos del yogurt bebible a base de leche de soya con sabor cereza

Por todo lo anterior, se puede mencionar que este producto podría tener una aceptación a la par, que los yogures bebible de la industria de lácteos actual.

6.6.5 Prueba de preferencia

Los datos recabados en esta prueba se analizaron mediante X^2 utilizando como variable respuesta el nivel de preferencia con un intervalo de confianza del 95%. Para la primera etapa del sensorial el valor de P fue de 0.029 lo que se concluyó que existió diferencia estadísticamente significativa entre las muestras mostrando que tiene mayor preferencia el yogurt comercial saborizado con cereza por el grupo de consumidores. Para la segunda etapa del sensorial el valor de P fue de 0.18122, no encontrando diferencia estadísticamente significativa, lo que se concluyó que las dos muestras tienen la misma aceptación por el consumidor.

En la primera etapa del sensorial hubo diferencia estadísticamente significativa, por lo que el primer tratamiento del yogurt bebible a base de leche de soya con sabor cereza los datos obtenidos de esta prueba estuvieron por debajo de la frecuencia esperada, por lo cual se concluye que no hubo la aceptación esperada hacia el producto. Pero en el segundo tratamiento no hubo diferencia estadísticamente significativa por lo que se concluye que el tratamiento 2 del yogurt bebible a base de leche de soya sabor cereza mejoro su aceptación hacia el consumidor de tal manera que el yogurt bebible comercial saborizado con cereza tienen la misma aceptación por el consumidor.

VII. CONCLUSIONES

- ❖ El producto de yogurt bebible a base de leche de soya con sabor cereza, cumple con las especificaciones para ser denominado como yogurt de acuerdo a la NOM 181-SCFI-2010, la viabilidad de los *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*.
- ❖ Las condiciones Microbiológicas (mesófilos aerobios, coliformes totales, coliformes fecales y psicrótrofos) cumple con los parámetros permisibles por las normas, así como con las condiciones Físicas (pH y color) en una vida de anaquel de 21 días, sin conservadores.
- ❖ Ambos tratamientos del yogurt bebible a base leche de soya con sabor cereza cumple con las especificaciones fisicoquímica de acuerdo a la NOM 181-SCFI-2010.
- ❖ El Tratamiento 2 de yogurt bebible a base de leche de soya sabor cereza fue aceptado por los consumidores al igual que un yogurt comercial bebible (saborizado).

VIII. SUGERENCIAS

- ❖ Elaborar el yogurt bebible a base de leche de soya con sabor cereza con diferentes porcentajes del inóculo con porcentajes más elevados, utilizando serie JOINTEC marca VIGUSA y agregar distintos porcentajes de leche de vaca en polvo, para mejorar su textura.
- ❖ Agregar en la elaboración del producto distintos porcentajes de vaca (En polvo), para una mayor disponibilidad de sustratos para las bacterias lácticas.
- ❖ Evaluar en la formulación el uso de diferentes azúcares o edulcorantes

IX. BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo Barrios, R.L.; Severiche Sierra, C.A. Castillo Bertel, M.E. 2013. Biología y Microbiología Ambiental. Prácticas de Laboratorio. EUMED.NED, España 2013, 23-24.
- Acevedo Pons Iria, García Oscar, Contreras Jorge, Acevedo Ingrid, 2009. Elaboración y evaluación de las características sensoriales de un yogurt de leche caprina con jalea semifluida de piña, Revista UDO Agrícola, Venezuela, 445-446.
- Angulo Ofelia y O'Mahony Michael, 2009. Las Pruebas de Preferencia en alimentos son más complejas de lo imaginado, INTERCIENCIA, Culiacán, México, 177-178.
- Boeco Germany, 2016 BOECO BINOCULAR MICROSCOPE MODEL BM-180 SP (En línea). Disponible en: <http://www.boeco.com/artikelShow.php?ID=114>. Consultado en Junio 2016
- Calixto Ortiz M., Gómez Olmedo J C, Peralta Galicia C I, Sánchez Orduña Y, San Gabriel Jiménez C L, 1999. Regularización sanitaria y calidad microbiológica del yogurt no pasteurizado, que se expende en la ciudad de Xalapa, Xalapa, Veracruz, 4,16.
- Camacho A., M. Giles, A. Ortega, M. Palao, B. Serrano y O. Velásquez, 2009. Técnicas para el Análisis Microbiológico de Alimentos, 2ª ed. Facultad de Química, UNAM, México, 15 y 16.
- Chavarría Murbioni María Lorena, 2010, Determinación del tiempo de vida útil de la leche de soya mediante un estudio de tiempo real, Programa de especialización de Tecnología de Alimentos, Guayaquil-Ecuador, 12
- Clara Cóccaro Graciela, 2010. Desarrollo de Nuevos Productos, Alimentos Funcionales y Novel Food, 4-5.

- De la Rosa Matildes Alejandra Magaly, 2009. Análisis sensorial de yogurt adicionado con leche de soya, Tesis de licenciatura en ingeniero en ciencia y tecnología de alimentos, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, 30,36.
- Hernández López María Felipa, López Vega Rafael y Velarde Villalobos Sergio I., 2013. La situación demográfica en México. Panorama desde las proyecciones de población, CONAPO, Ciudad de México, 14-15.
- Hernández Peñaranda Alicia, 2003. Microbiología industrial, EUNED, Costa Rica, 67
- Hunter Lab, 2013. Manual de usos de miniscan (En línea). Disponible en: <http://www.hunterlab.com/es/miniscan-ez-user-manual-es.pdf>. Consultado en Enero 2016.
- IESN, Instituto de Estudios Salud Natural. 2001. Soya (En línea). Disponible en <http://www.geocities.com/iesnchile>. Consultado en Diciembre 2015
- Industria Alimentaria, 2013. El fascinante mundo del yogurt. (En línea). Disponible en <http://www.industriaalimentaria.com/articles/86790-el-fascinante-mundo-del-yogurt>. Consultado en Diciembre 2015.
- Meyer Stephanie B., Medina- Solórzano Ada y Dahl Wendy I, 2015, De compras para la salud: Yogurt, Food Science and Human Nutrition, Florida, 3.
- Moraga O. N., Castillo F. E., Garrido P.C., 2010, Convección de fluidos de ley de potencia en solidificación entre cilindros horizontales concéntricos con el método de volúmenes finitos, Mecánica Computacional Vol XXIX, Buenos Aires Argentina, 5660.
- NOM-086-SSA1-1994. Bienes y servicios. Alimentos y bebidas no alcohólicas con modificaciones en su composición. Especificaciones nutrimentales.
- NOM-092-SSA1-1994. Bienes y Servicios. Método para la cuenta de Bacterias Aerobias en Placa.

- NOM-110-SSA1-1994. Bienes y Servicios. Preparación y Dilución de Muestras de Alimentos para su Análisis Microbiológico.
- NOM-113-SSA1-1994. Bienes y Servicios. Método para la cuenta de Microorganismos Coliformes Totales en Placa.
- NOM-155-SCFI-2003. Leche, formula láctea y producto lácteo combinado-Denominaciones, especificaciones fisicoquímicas, información comercial y métodos de prueba.
- NOM-181-SCFI-2010. Yogurt-Denominación, especificaciones fisicoquímicas y microbiológicas, información comercial y métodos de prueba.
- Norma del Codex Stan 243-2003. Norma del Codex para Leches Fermentadas
- Norma SB ISO 10399:2004. Sensory analysis-Methodology-Duo-Trio test.
- Parra Huertas Ricardo Adolfo, 2012. Yogur en la salud humana, Lasallista de Investigación, Antioquia, Colombia, 162-163.
- PARRA-HUERTAS, Ricardo A.; RIVEROS, Aura M.; GARCÍA, Jennifer A.; MONTAÑEZ, Camila EVALUACIÓN FISICOQUÍMICA, SENSORIAL Y REOLÓGICA DE YOGURT CON CARAMBOLO (AVERROHA CARAMBOLA) Y STEVIA (REBAUDIANA BERTONI) Vitae, vol. 19, núm. 1, enero-abril, 2012, pp. S258-S260
- PROFECO. 2012. Valor nutritivo. (En línea). Disponible en: <http://www.consumidor.gob.mx/workpress/wp-content/uploads/2012/04/RC-236-yogurt.pdf>. Consultado en Diciembre 2015.
- Ramírez Nava Juan Sebastián, 2012. Análisis sensorial: Pruebas orientadas al consumidor, Colombia, 86
- Rasic J. y Kurman J., 1978. Yogurt: scientific grounds, technology manufacture and preparations technical Dairy Publishing, Copenhag, 466.

- Ridner Edgardo, 2006. Soja, propiedades nutricionales y su impacto en la salud, Grupo Q, Argentina, 8, 15.
- Rivera Dommarco Juan, López Olmedo Nancy, Aburto Soto Tania, Pedraza Zamora Lilia y Sánchez Pimienta Tania, 2014. Consumo de productos lácteos en la población mexicana, INSP, Cuernavaca, Morelos, 13 y 35.
- Rojas Orlando, Briceño María Isabel y Avendaño Jorge, 2012, Fundamentos de Reología, Facultad de Ingeniería, Venezuela, 12 y 29.
- Rojas-Castro Wendy Natalia, Chacón-Villalobos Alejandro, Pineda-Castro María Lourdes, 2007. AGRÓNOMIA MESOAMERICANA, Costa Rica, 225-227.
- Spreer Edgar, 2009. Lactología Industrial, ACRIBIA S.A de C.V, Zaragoza, España, 228.
- Tetra pak 2003. Manual de industrias lácteas. A. Madrid Vicente, Ediciones. Madrid, España.
- Thermos Cientific, 2015. Orion Star A215. (En línea). Disponible en: <http://www.thermoscientific.es/product/orion-star-a215-ph-conductivity-benchtop>
- Valle Madrid Viviana, 2010, Fluidos, Editorial de la Universidad Tecnológica Nacional, Tucumán, Argentina, 17-21.
- Vera Balcázar María Elizabeth, 2011. Elaboración y Aplicación Gastronómica del Yogurt. Facultad de Ciencias de Hospitalidad, Cuenca, 34-37.
- Villegas-Ruiz X., Ruiz-Espinoza H. y Bárcenas-Pozos M. E., 2010, Tecnologías de enmascaramiento de sabor amargo en alimentos, Temas selectos de ingeniería de alimentos, Cholula, Puebla, México, 32.
- Watts B. M., Ylimaki G. L., Jeffery L. E., Elías L. G., 1992. Métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos, Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo, Ottawa, Canadá, 9, 66, 70, 73.

- X-Rite, 2002. Guía para Entender la Comunicación del Color (En línea). Disponible en http://www.mcolorcontrol.com/archivos/L10-001_Understand_Color_es.pdf. Consultada en Julio 2016.