

Instituto Politécnico Nacional

**Unidad Profesional Interdisciplinaria
de Ingeniería campus Zacatecas**

Ingeniería en Alimentos

**“Estandarización de un proceso de elaboración
de yogurt con uva a nivel laboratorio”**

Trabajo curricular

Que para obtener el título de Ingeniero en Alimentos
Presenta:

Juan Antonio Velásquez Martínez

Director:

Dr. Fernando Flores Mejía

Asesores:

M. en C. Sergio Zavala Castillo

Zacatecas, Zac. Noviembre, 2022.





Folio
UPIIZ/ESA/533/2022

2022, Año de Ricardo Flores Magón
100 Aniversario de la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura
50 Aniversario de la UPIICSA
50 Aniversario del CECyT 10 "Carlos Vallejo Márquez"
25 Aniversario del CIECAS, CIITEC y del CIIDIR, Unidad Sinaloa

Asunto
DESIGNACIÓN DE ASESORES

Zacatecas, Zac., a 17 de noviembre de 2022

C. JUAN ANTONIO VELÁSQUEZ MARTÍNEZ
INGENIERÍA EN ALIMENTOS
BOLETA: 2019670277
GENERACIÓN: 2018-2022
PRESENTE

Mediante el presente se hace de su conocimiento que este Departamento acepta que el **M. En C. Sergio Zavala Castillo**, sea su **Asesor**, en el tema que propone usted a desarrollar como prueba escrita de la opción de titulación **Curricular**, con el título y contenido siguiente:

"Estandarización de un proceso de elaboración de yogurt con uva a nivel laboratorio".

Se concede un plazo de máximo de un año, a partir de esta fecha, para presentarlo a revisión por el jurado asignado.



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
UNIDAD PROFESIONAL INTERDISCIPLINARIA
DE INGENIERÍA CAMPUS ZACATECAS
DEPARTAMENTO DE EVALUACIÓN
SEGUIMIENTO ACADÉMICO

L.C. María Monserrat Saldaña Noriega
Jefa del Departamento de Evaluación
y Seguimiento Académico



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
UNIDAD PROFESIONAL INTERDISCIPLINARIA
DE INGENIERÍA CAMPUS ZACATECAS
DIRECCIÓN

DR. Fernando Flores Mejía
Director de la UPIIZ





Folio
UPIIZ/ESA/539/2022

2022, Año de Ricardo Flores Magón
100 Aniversario de la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura
50 Aniversario de la UPIICSA
50 Aniversario del CECyT 10 "Carlos Vallejo Márquez"
25 Aniversario del CIECAS, CIITEC y del CIIDIR, Unidad Sinaloa

Asunto
AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN

C. JUAN ANTONIO VELÁZQUEZ MARTÍNEZ


INGENIERÍA EN ALIMENTOS
BOLETA: 2019670277
GENERACIÓN: 2018-2022
PRESENTE

Zacatecas, Zac., a 18 de noviembre de 2022

El suscrito tengo el agrado de informar a usted, que habiendo procedido a revisar el trabajo de titulación que presenta con fines de titulación denominada:

"Estandarización de un proceso de elaboración de yogurt con uva a nivel laboratorio".

Se determinó que el citado Trabajo de Titulación, reúne los requisitos para autorizar la impresión y proceder a la presentación del Examen Profesional debiendo tomar en consideración las indicaciones y correcciones que al respecto se hicieron.


M. EN C. SERGIO ZAVALA CASTILLO



Autorización de uso de obra
INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
P r e s e n t e

Bajo protesta de decir verdad el que suscribe **Juan Antonio Velásquez Martínez**, estudiante del programa de **Ingeniería en Alimentos**, con número de boleta **2019670277**, adscrito a la Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería campus Zacatecas; manifiesto ser autor y titular de los derechos morales y patrimoniales de la obra titulada **“Estandarización de un proceso de elaboración de yogurt con uva a nivel laboratorio”**, en adelante “El Trabajo de Titulación” y de la cual se adjunta copia, por lo que por medio del presente y con fundamento en el Artículo 27 Fracción II, inciso b) de la Ley Federal del Derecho de Autor, otorgo al Instituto Politécnico Nacional, en adelante el “IPN”, autorización no exclusiva para comunicar y exhibir públicamente total o parcialmente en medios digitales “El Trabajo de Titulación” por un periodo indefinido contado a partir de la fecha de la presente autorización, dicho periodo se renovará automáticamente en caso de no dar aviso expreso al “IPN” de su terminación.

En virtud de lo anterior, el “IPN” deberá reconocer en todo momento mi calidad de autor de “El Trabajo de Titulación”.

Adicionalmente, y en mi calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales de “El Trabajo de Titulación”, manifiesto que la misma es original y que la presente autorización no contraviene a ninguna otra otorgada por el suscrito respecto de “El Trabajo de Titulación”, por lo que deslindo de toda responsabilidad al “IPN” en caso de que el contenido de “El Trabajo de Titulación” o la autorización concedida afecte o viole derechos autorales, industriales, secretos industriales, convenios o contratos de confidencialidad o en general cualquier derecho de propiedad intelectual de terceros y asumo las consecuencias legales y económicas de cualquier demanda o reclamación que puedan derivarse del caso.

Zacatecas, Zac., 28 a de noviembre del 2022

Atentamente



Juan Antonio Velásquez Martínez

Nomenclatura

ABTS - Ácido 2,2 azinobis(3-etilbenzotiazolín)-6-sulfónico)

°Brix - Grados Brix

°C - Grados Celsius

g - Gramos

H⁺ - Iones de hidrógeno

H₂SO₄ – Ácido sulfúrico

L - Litro

Mg - Miligramos

mg/mL - Miligramo sobre mililitro

mM - Milimolar

mL - Mililitro

µL- Microlitro

N – Normal

NaOH – Hidróxido de sodio

NOM - Norma Oficial Mexicana

NMX – Norma Mexicana

pH - Potencial de Hidrógeno

rpm – Revoluciones por minuto

Trolox - Ácido 6- Hidroxi- 2, 5, 7, 8- Tetrametilcromo- 2- Ácido Carboxílico

% - Porcentaje

% (p/v) - Porcentaje peso - volumen

Índice de contenido

Resumen.....	1
Abstract.....	1
1. Introducción.....	2
2. Marco teórico.....	3
2.1 Estandarización de proceso.....	3
2.1.1 Implementación de operaciones estándares.....	3
2.1.2 Beneficios de estandarización.....	3
2.2 Productos lácteos.....	4
2.2.1 Aspectos generales.....	4
2.2.2 Productos lácteos fermentados.....	4
2.2.3 Fermentación Láctica.....	5
2.2.4 Yogurt.....	5
2.2.5 Determinaciones fisicoquímicas en yogurt.....	6
2.3 <i>Vitis vinífera</i> L. (Uva).....	7
2.3.1 Aspectos generales.....	7
2.3.2 Usos e industrialización de la uva.....	8
2.3.4 Producción en México y tipos de uva.....	8
2.3.5 Composición del fruto de la uva.....	9
2.4 Capacidad antioxidante.....	9
2.4.1 Antioxidantes.....	10
2.4.2 Método para la medición de la capacidad antioxidante.....	10
3. Justificación.....	11
4. Hipótesis.....	11
5. Objetivos.....	11
5.1 Objetivo General.....	11
5.2 Objetivos específicos.....	11
6. Metodología.....	12
6.1 Elaboración del producto lácteo (yogurt con uva).....	13
6.1.1 Elaboración de yogurt.....	13
6.1.2 Preparación de la uva.....	13
6.2 Determinación de propiedades fisicoquímicas.....	14
6.2.1 pH.....	14
6.2.2 Acidez titulable.....	14
6.2.3 Sólidos solubles (°Brix).....	14
6.2.4 Consistencia.....	14
6.2.5 Viscosidad.....	15

6.2.6 Sinéresis	15
6.2.7 Azúcares totales método fenol-sulfúrico.....	15
6.2.8 Capacidad antioxidante método ABTS.....	15
6.3 Evaluación sensorial	16
7. Resultados y discusión	17
7.1 Formulaciones de yogurt con diferentes porcentajes de cantidad de cultivo láctico.....	17
7.1.1 Formulación de yogurt natural con diferentes porcentajes de cantidad de cultivo láctico	17
7.1.2 Formulación de yogurt con uva	18
7.2 Características fisicoquímicas del yogurt.....	18
7.2.1 Características fisicoquímicas de las 3 formulaciones de yogurt natural	18
7.2.2 Características fisicoquímicas del yogurt con uva	20
7.2.3 Efecto del tiempo de almacenamiento del yogurt con uva.....	21
7.3 Evaluaciones sensoriales	22
7.3.1 Evaluación sensorial de las 3 formulaciones de yogurt natural	22
7.3.2 Evaluación sensorial del yogurt con uva	25
8. Conclusiones	26
Recomendaciones y prospectivas.....	27
Apéndice y/o anexo	27
Referencias bibliográficas	30

Índice de figuras

Figura 1. Estequiometría del proceso de fermentación láctica (Tesis Doctoral en Xarxa, 2013).	5
Figura 2. Vitis vinífera L. (Köhler's Medicinal Plants, 1879).....	8
Figura 3. Uso de la uva en México (Atlas Agroalimentario SAGARPA-SIAP, 2013).	8
Figura 4. Estructura del ABTS antes y después de la reacción con el antioxidante (Zulueta y otros, 2009).	10
Figura 5. Proceso para la estandarización en la elaboración de yogurt a nivel laboratorio.	12
Figura 6. Metodología para elaboración de yogurt con uva.	13
Figura 7. Yogurt natural con 5% (p/v) de cultivo láctico.	17
Figura 8. Yogurt natural con 15% (p/v) de cultivo láctico.	17
Figura 9. Yogurt natural con 25% (p/v) de cultivo láctico.	17
Figura 10. Yogurt con uva con 25% (p/v) de cultivo láctico.....	18
Figura 11. Evaluación de pH y % ácido láctico respecto tiempo de almacenamiento al yogurt con uva.....	21
Figura 12. Evaluación sensorial de sabor en las diferentes formulaciones.	22
Figura 13. Evaluación sensorial de color en las diferentes formulaciones.	23
Figura 14. Evaluación sensorial de acidez en las diferentes formulaciones.....	23
Figura 15. Evaluación sensorial de consistencia en las diferentes formulaciones.	24
Figura 16. Evaluación sensorial de olor en las diferentes formulaciones.	24
Figura 17. Características organolépticas del yogurt con uva con 25% (p/v) de inóculo y	

25% (p/v) de uva.	25
Figura 18. Formato para la puntuación de la evaluación sensorial de yogurt natural.....	28
Figura 19. Formato para la puntuación de la evaluación sensorial de yogurt con uva. ...	28

Índice de tablas

Tabla 1. Clasificación de yogurt (NOM-181-SCFI-2018).	6
Tabla 2. Escala hedónica para la evaluación sensorial de los atributos.....	16
Tabla 3. Resultados de las propiedades fisicoquímicas del yogurt natural a 5, 15 y 25% (p/v) de inóculo.....	19
Tabla 4. Resultados de las propiedades fisicoquímicas del yogurt con uva con 25% (p/v) de inóculo y 25% (p/v) de uva.	20
Tabla 5. Preparación de estándares para la curva de ABTS.	28
Tabla 6. Preparación de estándares para la curva patrón de azúcares totales.....	29
Tabla 7. Factor del viscosímetro de Brookfield.....	29

Resumen

El yogurt es un producto lácteo fermentado que se obtiene por medio de la fermentación de la leche debido a la adición de bacterias ácido lácticas que la acidifican. En el presente proyecto se llevó a cabo la estandarización de un proceso de elaboración de yogurt con uva a nivel laboratorio cumpliendo con los estándares de calidad especificados en la NOM-181-SCFI-2010. Para tal fin se realizaron experimentos modificando la cantidad de cultivo láctico utilizado como inóculo a 5, 15 y 25% (p/v). Las variables que permitieron evaluar la calidad de los experimentos fueron el pH, acidez titulable, sólidos solubles totales (°Brix), consistencia, viscosidad, sinéresis, azúcares totales método fenol-sulfúrico, capacidad antioxidante método ABTS, las características sensoriales aceptables y el efecto del tiempo de almacenamiento del producto terminado. La elaboración de las 3 formulaciones con diferentes porcentajes de cultivo láctico permitió identificar cuál de estas cumplía con las especificaciones fisicoquímicas de la NOM-181-SCFI-2010 para el yogurt, por lo tanto, la formulación con 25% (p/v) y con uva cumplió con el pH y acidez mínimo estipulado por la norma.

Palabras clave: calidad, capacidad antioxidante, estandarización, inóculo, proceso y yogurt con uva.

Abstract

Yogurt is a fermented milk product that is obtained through the fermentation of milk owing to the addition of lactic acid bacteria that acidify it. In this project, the standardization of a process for making yogurt with grapes at the laboratory level was carried out, complying with the quality standards specified in NOM-181-SCFI-2010. For this purpose, experiments were carried out modifying the amount of lactic culture used as inoculum to 5, 15 and 25% (p/v). The variables that allowed evaluating the quality of the experiments were pH, titratable acidity, total soluble solids (°Brix), consistency, viscosity, syneresis, total sugars by the phenol-sulfuric method, antioxidant capacity by the ABTS method, acceptable sensory characteristics and the effect of the storage time of the finished product. The elaboration of the 3 formulations with different percentages of lactic culture allowed to identify which of these complied with the physicochemical specifications of NOM-181-SCFI-2010 for yogurt, therefore, the formulation with 25% (w/v) and with grapes, it complied with the minimum pH and acidity stipulated by the standard.

Keywords: antioxidant capacity, inoculum, quality, process, standardization and yogurt with grape.

1. Introducción

Para empezar, hay que decir que el yogurt es un producto de leche coagulada obtenida por la fermentación láctica producida por la acción de las bacterias *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus* (CANILEC, 2019). El yogurt es uno de los productos lácteos más consumidos por su aporte nutrimental y por sus características de sabor, olor y textura, razón por la cual la demanda en este tipo de productos ha aumentado y con ello, la demanda de productos con mayores beneficios a la salud (Ruíz, Ramírez, Gómez y Cerón, 2019). Hoy en día, los consumidores son más exigentes con los productos haciendo que se desarrolle mayor competitividad entre las empresas, y estas tengan que generar valor en sus procesos y en sus productos finales (Moreno y otros, 2013).

Los consumidores conscientes de la salud han considerado durante mucho tiempo que el yogurt es un producto que promueve la salud y podría mejorar el sistema digestivo (Shori, 2015). Actualmente se elaboran yogurts con diferentes fórmulas para potenciar las propiedades saludables del producto; esto incluye antioxidantes naturales ya sea de origen vegetal y/o péptidos bioactivos de proteínas de la leche durante la fermentación del yogurt (Muniandy y Shori, 2016). Debido a la gran demanda de alimentos funcionales por parte de los consumidores multiculturales, los productos lácteos han impulsado el desarrollo de nuevos productos comerciales en el mercado.

Dentro del mercado de los alimentos con propiedades funcionales, los alimentos de origen lácteo suponen un segmento muy importante en crecimiento y representan cerca del 43% del mercado. La actividad biológica de los componentes proteicos de la leche como lo son péptidos bioactivos derivados de la actividad proteolítica de las caseínas, proteínas del suero, sistemas enzimáticos (superóxido dismutasa, catalasa y glutatión peroxidasa) entre otros (lactoferrina, urato, vitamina C, vitamina E) y la de los polifenoles en frutas y vegetales, se refleja en los diversos efectos de estos compuestos, informados por numerosos estudios, sobre los sistemas cardiovascular, nervioso, inmune y gastrointestinal (Zarate, 2018).

El yogurt con uva, el adicionarle la cáscara y semilla, tienen entre sus componentes polifenoles, vitaminas C y E, flavonoides, entre otros, todos ellos con capacidad antioxidante y que sugieren protección tisular frente al estrés oxidativo, ayudando en una relación directa de las enfermedades degenerativas, metabólicas y de tiempo remoto como diabetes, aterosclerosis, hipertensión arterial, enfermedades cardiovasculares, entre otras (Sandoval, Lazarte y Arnao, 2013).

En el presente trabajo se realizó la estandarización de un proceso en la elaboración de yogurt con uva a nivel laboratorio, se mejoró el proceso del mismo con el cumplimiento de sus características organolépticas, se obtuvo como resultado la adaptación del proceso con las peculiaridades propias del producto y la implantación de normas oficiales mexicanas. La ventaja de esta fue que se obtuvo una formulación adecuada de las tres

a realizar de tal manera que cumplió con las propiedades fisicoquímicas, de esta manera se estableció el más óptimo de acuerdo con la proporción de cultivo láctico utilizado como inóculo en un 5, 15 y 25% (p/v).

2. Marco teórico

2.1 Estandarización de proceso

La importancia de aplicar la estandarización radica en lograr un comportamiento estable para producir productos, servicios de calidad uniforme y a bajo costo. El proceso de estandarización mantiene las mismas condiciones que produce los mismos resultados, por lo que se desea obtener resultados consistentes, lo que significa que debe estandarizar las condiciones de trabajo, incluidos los materiales, maquinaria, los métodos y los procedimientos (Jananía, 2013).

2.1.1 Implementación de operaciones estándares

La parte más importante de una estandarización es llevar a cabo en una planta industrial es guiar, dirigir, y realizar un mejoramiento continuo de los estándares de producción. El ejecutar un proceso es establecer estándares voluntarios, sin embargo, se muestran varios ejemplos de los que más se utilizan existiendo 4 tipos de estándares más comunes para lograrlo. Los estándares son razonables de forma a que ayuden a aumentar la productividad, comparar el desempeño y evolución del proceso (Jananía, 2013).

1. Estándares de calidad: Describe al control de materia prima recibida, control de calidad de producción y especificaciones del producto.
2. Estándares de cantidad: Representa al volumen de producción, cantidad de existencias y cantidad de materias primas.
3. Estándares de tiempo: Figura al tiempo que toma producir determinado producto o su expectativa de existencia.
4. Estándares de costos: Refiere a costos de producción, costos de administración y costos de venta.

2.1.2 Beneficios de estandarización

La estandarización es necesaria, porque elimina la variabilidad de los procesos, asegurando resultados esperados de una manera que optimiza el uso de materias primas, herramientas mejorando la calidad y seguridad de tal forma que se acondiciona el trabajo y los sistemas de manera que la mejora continua pueda ser introducida (Tenorio, 2013). A continuación, se muestran los beneficios que generan una estandarización:

- Seguridad: Eliminar las condiciones de trabajo inseguras al estandarizar la secuencia de operaciones y al retirar elementos innecesarios en la estación de trabajo.
- Calidad: El trabajo estandarizado tiene un enfoque especial en satisfacer las

expectativas del cliente y por ende resalta aquellas actividades críticas que están destinadas a cumplir con los estándares de calidad.

- Costo: Se eliminan los costos por daños, por pérdidas de material y se elimina en un alto grado el trabajo que es costoso.
- Capacidad de respuesta: Disminuir el tiempo de ciclo de cada operación, balancea la carga operativa, de tal forma que se puede aumentar la velocidad de productividad.
- Desarrollo organizacional: Las actividades de trabajo estandarizado son desarrolladas por la misma gente que realiza el proceso.

2.2 Productos lácteos

2.2.1 Aspectos generales

Debido a que en este proyecto se está elaborando un producto lácteo en particular un yogurt, es importante mencionar que los productos lácteos pueden ser elaborados a partir de leche entera, parcialmente descremada, descremada y/o con grasa vegetal, por lo que en algunos casos se emplean aditivos emulsificantes, estabilizantes o espesantes para restituir o añadir consistencia, manteniendo las cualidades organolépticas y nutricionales del producto (Roldan, 2018).

2.2.2 Productos lácteos fermentados

Son productos obtenidos de la fermentación de la leche fresca o procesada, pasteurizada y entera, parcialmente descremada o descremada mediante la acción de microorganismos vivos. Como resultado de este proceso se da la reducción de los valores de pH con o sin coagulación, lo que contribuye a inhibir el desarrollo de microorganismos patógenos y por lo tanto confiere inocuidad al producto, subsecuentemente puede haber tratamiento térmico. Los productos lácteos acidificados y los productos lácteos fermentados deben tener una acidez mínima del 0.5% expresada como ácido láctico y su pH debe ser máximo de 4.5 (CANILEC, 2011).

Estos productos son muy versátiles ya que se les pueden adicionar ingredientes opcionales como edulcorantes, fruta, vegetales, cereales, cocoa, nueces, café y saborizantes, entre otros, que les confieren un valor agregado o incluso favorecen la salud de quien los consume. Tal es el caso de los prebióticos y probióticos (Bustos, Torres, Gerez y Iturriaga, 2019). Además, pueden encontrarse en diversas presentaciones: líquidas cremosas, o compactas, dependiendo del proceso de homogeneización (Cortes, 2006). El contenido nutrimental de los productos lácteos fermentados es muy parecido al de la leche con que son elaborados, con la ventaja de que pueden digerirse mejor que la leche por contener proteínas solubles y lactosa hidrolizada gracias al proceso de fermentación, lo que aumenta su digestibilidad y facilita su asimilación. El calcio destaca como un mineral presente en buena cantidad y de fácil absorción gracias al ácido láctico presente en estos alimentos (CANILEC, 2011).

2.2.3 Fermentación Láctica

La fermentación láctica se da en condiciones anaerobias, es realizada por las bacterias *Lactobacilacea* y *Enterobacteriaceae*, algunos protozoos y también en los músculos esqueléticos humanos, y consiste en la obtención de ácido láctico a partir de azúcares. En la fermentación láctica el piruvato producido en la glicolisis se transforma en ácido láctico mediante la enzima lactato-deshidrogenasa (Martín, 2019). Esta transformación se produce a través de una compleja secuencia de reacciones químicas que puede expresarse de manera simplificada, como se muestra en la figura 1.

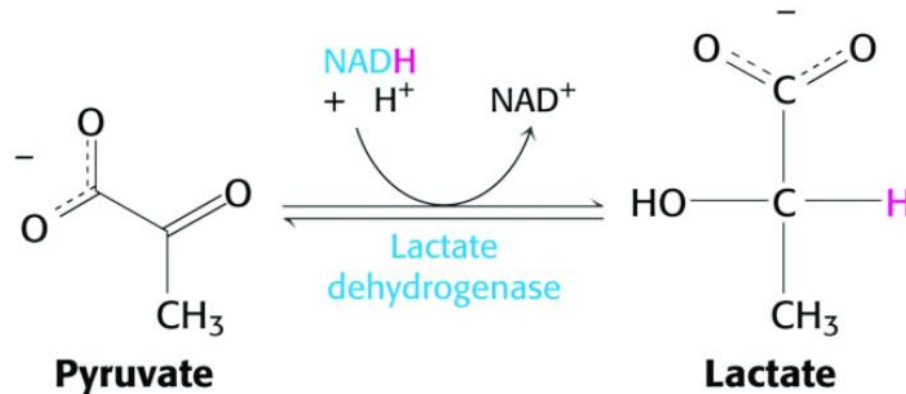


Figura 1. Estequiometría del proceso de fermentación láctica (Tesis Doctoral en Xarxa, 2013).

El ácido láctico contribuye a la acidez y sabor de productos lácteos, vegetales, legumbre, cereales, carnes y además permite mejorar su estabilidad microbológica e inocuidad, ya que restringe el crecimiento de otras bacterias que causan su descomposición (Quintero, 2010).

2.2.4 Yogurt

El yogurt es uno de los alimentos lácteos fermentados que contienen probióticos, los cuales, consumidos en cantidades suficientes, ejercen efectos benéficos en la población microbiana del tracto gastrointestinal. Las bacterias que se encuentran en este producto son principalmente miembros del género *Lactobacillus* y *Bifidobacterium* (Parra, 2012). Sin embargo, la NOM-181-SCFI-2010 denomina al yogurt como un producto que es obtenido de la fermentación de leche, estandarizada o no, por medio de la acción de microorganismos *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*, y teniendo como resultado la reducción del pH (Roldan, 2018).

2.2.4.1 Clasificación de yogurt

El yogurt se clasifica en: yogurt natural, yogurt natural con endulzantes, yogurt saborizado y yogurt con fruta u otros alimentos, conforme a las siguientes definiciones presentadas en la tabla 1.

Tabla 1. Clasificación de yogurt (NOM-181-SCFI-2018).

Clasificación	Definición
Yogurt natural	Es aquel que no contiene edulcorantes, azúcares añadidos, frutas, vegetales, cereales, saborizantes o aromatizantes, y pueden contener aditivos permitidos conforme a la legislación nacional vigente.
Yogurt natural con endulzantes	Es el yogurt natural que sólo se mezcla con azúcares o edulcorantes con el fin de endulzarlo, y que puede contener aditivos permitidos conforme a la legislación nacional vigente.
Yogurt saborizado	Es el yogurt al que se le adiciona cualquier tipo de edulcorantes, azúcares añadidos, saborizantes o aromatizantes, y que puede contener aditivos permitidos conforme a la legislación nacional vigente.
Yogurt con fruta u otros alimentos	Es el yogurt al que se le adicionan edulcorantes, azúcares, aromatizantes, saborizantes, frutas o vegetales (en forma de puré, pulpa o jugo), miel, chocolate, cacao, café, cereales, nueces, frutos secos y especias y que puede contener aditivos permitidos conforme a la legislación nacional vigente.

*Para su comercialización y de acuerdo con su proceso de elaboración, cualquiera de las presentaciones de yogurt descritas, pueden presentarse como producto batido o bebible, entre otros (Roldan, 2018).

2.2.5 Determinaciones fisicoquímicas en yogurt

2.2.5.1 Acidez titulable y pH

En donde los ácidos orgánicos presentes en los alimentos influyen en el sabor, color y estabilidad de los mismos. En el yogurt predomina el ácido láctico mientras que los ácidos predominantes en la fruta de la uva son el tartárico, málico y cítrico, cuyo contenido cambia dependiendo de los cultivares y las condiciones de cultivo (Catania y Avagnina, 2007). La determinación de acidez es importante en productos lácteos fermentados, por sus características, estos productos son ácidos la norma citada indica que sea de 0.5% mínimo expresada como ácido láctico (Roldan, 2018). Por otro lado, la determinación del pH de un producto lácteo fermentado será el resultado de los sistemas amortiguadores o “buffers” naturales que predominen en el mismo. Al tener un pH mayor influye desfavorablemente en la consistencia, mientras que un pH menor favorece la sinéresis de los productos. Estos sistemas están constituidos por mezclas de ácidos (o bases) débiles y sus sales. Los valores de pH de un yogurt deben ser de 4.5, siendo una de las propiedades principales, ya que la disminución de pH contribuye al olor y sabor característico, además, determina la utilización y control de microorganismos (UNICEN, 2016).

2.2.5.2 Sólidos solubles totales

La escala °Brix se utiliza en el sector de alimentos, para medir la cantidad aproximada de azúcares en zumos de fruta, vino, cerveza o líquidos procesados, ya que en realidad este

método determina el contenido de sólidos solubles totales, haciendo referencia al contenido de azúcares y se utiliza para hacer un seguimiento *in situ*, en el caso de productos fermentados (yogurt), para evaluar el seguimiento de la transformación de azúcares en ácido láctico (CAJAMAR, 2014).

2.2.5.3 Azúcares totales

Los azúcares totales son todos aquellos presentes en la solución, incluyendo los azúcares no fermentables. Los azúcares totales incluyen los azúcares que se encuentran naturalmente en alimentos, tales como lácteos, frutas y vegetales. Su medición nos permite llevar un seguimiento *in situ* de la transformación de dichos azúcares presentes en el yogurt (Ruíz, 2019).

2.2.5.4 Consistencias

La consistencia en un producto describe la habilidad del material en permanecer junto/uniforme, que es usada típicamente para describir las propiedades de los sólidos, semisólidos y líquidos. En esto implica que si la viscosidad es más alta el fluido es más lento, en cambio si la viscosidad es baja, el fluido fluye más rápido (Maldonado, 2014).

2.2.5.5 Viscosidad

La viscosidad es un atributo fundamental para determinar la calidad en diferentes alimentos, líquidos y semisólidos, en algunos alimentos como en el yogurt este atributo es el más importante ya que define la aceptación por parte del consumidor. Se destacan la calidad de la materia prima y las condiciones del proceso de elaboración (Alvis, Hernández y García, 2016).

2.2.5.6 Sinéresis

La sinéresis es la liberación de humedad contenida en las moléculas de proteínas usualmente causado por el calentamiento excesivo, lo que se sobre endurece la capa proteica, por lo tanto, es la formación del cuajo debido a la remoción de los macro péptidos hidrofílicos que causan desbalance en las fuerzas intermoleculares (Prasad, 2000).

2.3 *Vitis vinífera* L. (Uva)

2.3.1 Aspectos generales

La uva *Vitis vinífera* L. es un cultivo originario del suroeste de Asia, Europa y actualmente se encuentra muy difundido en todo el mundo en climas templados en la Figura 2 se muestra de forma esquematizada la planta de la fruta. Es una planta semileñosa que puede alcanzar una altura de 17 metros, pero por la acción humana, podándola queda reducida a 1 a 2 metros en promedio (CEDRSSA, 2017). El tronco es retorcido, tortuoso con una corteza gruesa y áspera que se desprende de tiras longitudinales. Estas

variedades empiezan a producir a los pocos meses, temiendo un potencial de producción alto y mediano (SAGARPA, 2017).

La uva es de forma esférica, carnosa y muy jugosa este fruto se agrupa en racimos, su cascara es delgada y resistente, su color va del verde limón al rojo solferino, posee pulpa aromática y sabor dulce (CEDRSSA, 2017).



Figura 2. *Vitis vinifera* L. (Köhler's Medicinal Plants, 1879).

2.3.2 Usos e industrialización de la uva

La importancia de la producción del fruto de uva radica en las distintas aplicaciones industriales diferentes al uso tradicional en la elaboración de vino. El consumo y uso de la uva ha evolucionado, en primera estancia su consumo como fruta fresca, posteriormente en vinos de mesa, licores (brandy) jugos concentrados, derivados (uso industrial) y en menos porcentaje para la producción de pasa (uva pasa) (SAGARPA, 2017). En la figura 3 se muestran los porcentajes de producción nacional de uva en México a los diferentes sectores que van dirigidos.

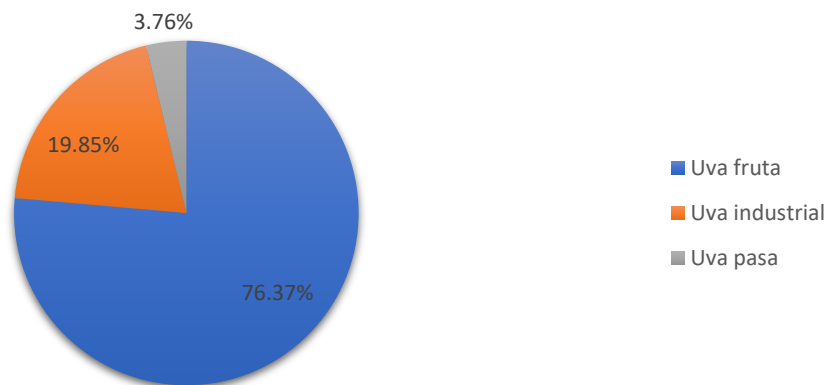


Figura 3. Uso de la uva en México (Atlas Agroalimentario SAGARPA-SIAP, 2013).

2.3.4 Producción en México y tipos de uva

La producción de uva, en México, se efectúa principalmente en 16 estados de la República, los cuales son Aguascalientes, Baja California, Baja California Sur,

Chihuahua, Coahuila, Durango, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Estado de México, Nuevo León, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Sonora y Zacatecas. Sin embargo, quienes concentran la mayor superficie cosechada son: Sonora, Zacatecas, Baja California, Aguascalientes y Coahuila (SAGARPA, 2017).

La producción de uva fruta alcanzó un volumen de 282,552 toneladas, lo que representó un aumento a tasa anual del 14.5%, y superó el promedio de la década, el cual se situó en 227,000 toneladas. La entidad que ocupa el segundo lugar a nivel nacional en producción de uva fruta es el estado de Zacatecas con un volumen de producción de más de 23,459 toneladas en el año 2015 representando el 4.8%, las cuales se cosechan en una superficie de 1529 hectáreas. Los municipios que se dedican a esta actividad son: Ojocaliente, Fresnillo, Luis Moya, Guadalupe, General Pánfilo Natera, Villa Hidalgo, Cuauhtémoc, Loreto, Calera, Villa González Ortega, siendo el principal productor Fresnillo. Las variedades que se producen en el estado destacan: cardinal y red globe (CEDRSSA, 2017).

En México existe una extensa variedad de uvas producidas que son: Barbera, Cabernet Franc, Cabernet Sauvignon, Claret, Grenache, Merlot, Misión Nebbiolo, Petite Sirah, Ruby Cabernet, Tempranillo, Zinfandel, Chardonnay, Chenin Blanc, Fumé Blanc, French Colombard, Sauvignon Blanc y Semillion (SAGARPA, 2017).

2.3.5 Composición del fruto de la uva

La fruta es rica en nutrimentos, se trata de una fruta bastante compleja, su componente mayoritario es en los azúcares después del agua en una proporción de entre el 15% y el 30%, entorno entre el 65% y el 85% de ellas están en la pulpa. Tiene un contenido de antocianinas asociadas a glucosa que son las encargadas que le dan color a la uva tintas, estando ausente en las uvas blancas. En el hollejo se encuentran los terpenos que son el geraniol, el nerol y el linalool, responsables del aroma de la uva, se encuentran en forma libre, sin asociarse a ninguna otra molécula. Los terpenos combinados pueden transformarse en terpenos libres durante la maduración de la uva por hidrólisis ácida (SAGARPA, 2017). También se localizan compuestos fenólicos taninos, la mayor cantidad se encuentran en el hollejo y en la semilla, su presencia es mayoritaria en uvas tintas. Entre sus minerales el más abundante es el potasio, calcio, magnesio y el sodio, con pequeñas cantidades de vitamina del grupo B (B1, B2 y B6) y vitamina C. En su composición se encuentran levaduras indígenas en la superficie de granos maduros, que pueden fermentar espontáneamente los mostos (Zapater, 2006).

2.4 Capacidad antioxidante

La actividad antioxidante es la capacidad de una sustancia para inhibir la degradación oxidativa, de tal manera, que un antioxidante actúa, principalmente a su capacidad para reaccionar con radicales libres y, por lo tanto, recibe el nombre de antioxidante terminador de cadena. En la industria, se le conoce como actividad antioxidante total (AAT) o capacidad antioxidante total (CAT) a la medición analítica de concentraciones de

radicales de diferente naturaleza en un sistema oxidativo controlado (Sánchez, 2013).

2.4.1 Antioxidantes

Los antioxidantes son sustancias que cuando están presentes, retardan e inhiben la oxidación de sustratos susceptibles al ataque de las especies reactivas de oxígeno (ERO). Todos los seres vivos que utilizan el oxígeno para obtener energía, liberan radicales libres, lo cual es incompatible con la vida a menos que existan mecanismos celulares de defensa que los neutralice. A estas defensas se les denomina antioxidantes y se pueden clasificar en endógenos o exógenos. Dentro de los antioxidantes endógenos, se encuentran tres enzimas que son el superóxido dismutasa, glutatión peroxidasa y la catalasa, de las cuales son fundamentales en esta actividad. Mientras que dentro de los antioxidantes exógenos se encuentran las vitaminas C y E, β -carotenos (provitamina A), flavonoides, licopenos, entre otros, los cuales se incorporan al organismo mediante la alimentación (Sánchez, 2013).

2.4.2 Método para la medición de la capacidad antioxidante

La generación del radical ABTS (2,2'-Azino-bis(3-Etil Benzotiazolin)-6-Sulfonato de amonio) constituye la base de uno de los métodos espectrofotométricos que han sido aplicados para medir la actividad antioxidante total de soluciones o sustancias puras y mezclas acuosas. La técnica mejorada para la generación del radical catión ABTS, implica la producción directa del cromóforo ABTS verde-azul a través de la reacción entre ABTS y el persulfato de potasio ($K_2S_2O_8$). La adición de los antioxidantes al radical preformado lo reduce a ABTS, como se muestra en la figura 4. De esta manera el grado de decoloración como porcentaje de inhibición del radical catión ABTS está determinado en función de la concentración y el tiempo; así como del valor correspondiente usando el Trolox como estándar, bajo las mismas condiciones (Tovar, 2013)

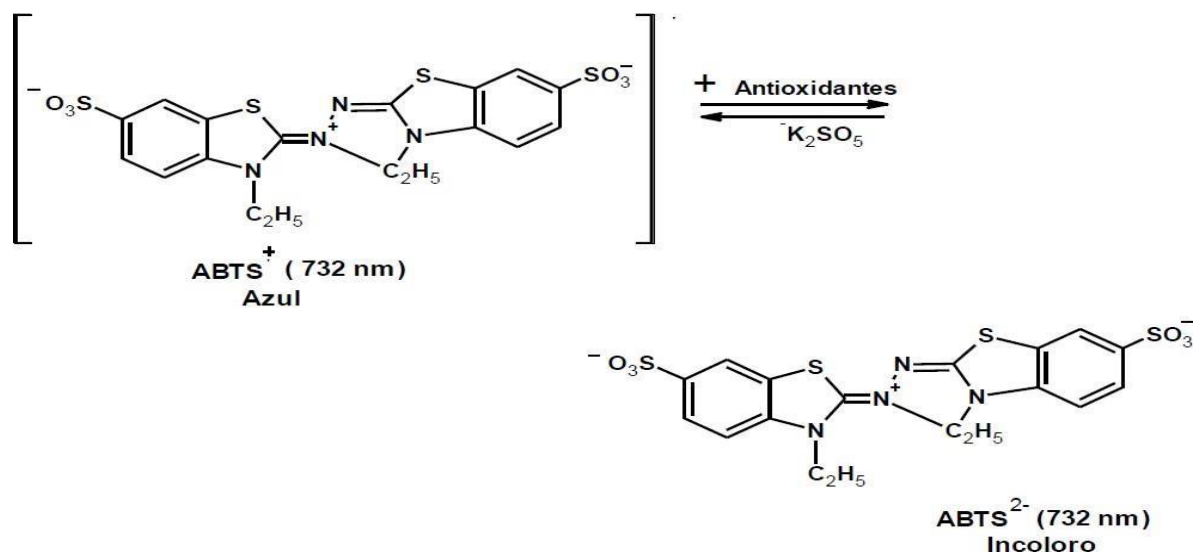


Figura 4. Estructura del ABTS antes y después de la reacción con el antioxidante (Zulueta y otros, 2009).

3. Justificación

En la elaboración de yogurt, la mayoría de los autores como Vázquez (2013), Rivera (2009) y Alvarenga (2013) se han enfocado en ver los efectos de tiempo de fermentación, temperatura de incubación, proporción de fruta añadida, uso de diferentes inóculos y sustitución de materia prima. Se han encontrado pocas referencias al cambio de la proporción de inóculo como lo señala el autor Pandey (2015) con la optimización de la concentración de probióticos para la preparación de yogurt, por esta razón, se pretende aportar al conocimiento indagando en esta línea de investigación.

Un derivado lácteo como el propuesto tendría la ventaja de proporcionar los mismos nutrientes que la leche sin las desventajas de esta, por ejemplo, la intolerancia a la lactosa que trae consigo problemas gastrointestinales (Rosado, 2016). El desarrollo de estos nuevos productos alimentarios para la población promoverá el consumo de alimentos para una dieta balanceada, ofreciendo efectos metabólicos con beneficios para la salud, por ejemplo, estimulando la respuesta inmunitaria, fortaleciendo el sistema defensivo y aumentando la actividad del mismo debido a la presencia de bacterias ácido lácticas.

4. Hipótesis

El cambio de la proporción de inóculo generara un producto con las características fisicoquímicas y organolépticas adecuadas de acuerdo a la NOM-181-SCFI-2010.

5. Objetivos

5.1 Objetivo General

Desarrollar un proceso para la estandarización de elaboración de yogurt con uva.

5.2 Objetivos específicos

1. Elaborar formulaciones de yogurt con diferentes porcentajes de cantidad de cultivo láctico.
2. Analizar las variables analíticas de pH, acidez, °Brix, consistencia, viscosidad, sinéresis, azúcares totales método fenol-sulfúrico y capacidad antioxidante método ABTS de las diferentes formulaciones.
3. Realizar una evaluación sensorial a la formulación que cumpla con las características de la NOM-181-SCFI-2010 en comparación con un producto comercial.

6. Metodología

Para cumplir con los objetivos planteados se dividió en 4 etapas el proyecto. En la figura 5 se muestra el diagrama del proceso para la estandarización para la elaboración de yogurt con uva a nivel laboratorio.

1. Establecer formulaciones para la estandarización del proceso. En esta fase, se realizó 3 formulaciones por triplicado cada una de ellas con diferente cantidad de cultivo láctico con un porcentaje de 5%, 15% y 25% (p/v). Donde se obtuvo de esta manera la más apropiada realizando la evaluación de los parámetros fisicoquímicos.
2. Análisis de los parámetros fisicoquímicos de las formulaciones. En esta fase se realizó un monitoreo de las variables analíticas de pH, acidez titulable, sólidos solubles (°Brix), consistencia, viscosidad, sinéresis, azúcares totales por el método Fenol-Sulfuro, capacidad antioxidante por el método de ABTS (2,2'-Azino-bis(3-Etil Benzotiazolin)-6-Sulfonato de amonio) (Roldan, 2018).
3. Evaluación sensorial de la formulación más óptima. Se efectuó un análisis sensorial y análisis de los parámetros fisicoquímicos para analizar la aceptabilidad del producto a los consumidores, para lograr la estandarización del proceso de elaboración del yogurt con una aceptabilidad del público.
4. Obtención de la mejor formulación: En esta etapa final se identificó la formulación más adecuada para realizar una evaluación de efecto del tiempo de almacenamiento al producto (Roldan, 2018).



Figura 5. Proceso para la estandarización en la elaboración de yogurt a nivel laboratorio.

6.1 Elaboración del producto lácteo (yogurt con uva)

Para desarrollar la estandarización del proceso para elaboración de yogurt a nivel laboratorio se optó por utilizar una metodología base modificada con experimentos preliminares de (López, 2020). En la figura 6 se muestra la metodología para la elaboración de yogurt con uva. En esta secuencia de pasos se realizó la modificación pertinente adicionando diferentes cantidades de cultivo láctico 5%, 15% y 25% (p/v).

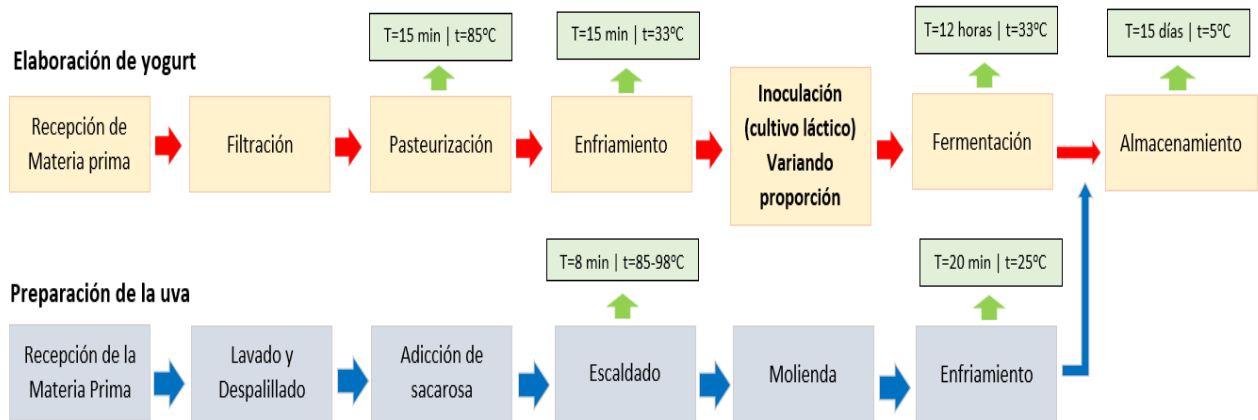


Figura 6. Metodología para elaboración de yogurt con uva.

6.1.1 Elaboración de yogurt

1. Recepción de la materia prima: Se ordeñó a la vaca y se obtuvo la materia prima lo más antes posible para evitar contaminaciones por manipulación o factores externos del ambiente.
2. Filtración: Se recibió la leche en baldes limpios, en donde se filtró con una tela fina de horganza y se colocó en ollas para posterior tratamiento de pasteurización.
3. Pasteurización: Se vació la leche en ollas y se sometió a temperatura de 85°C aproximadamente, en el que se agitó constantemente por 15 minutos.
4. Enfriamiento: Seguida de la pasteurización la leche se enfrió de manera esporádica, hasta una temperatura de 33°C y se evitó toda posible contaminación después del tratamiento térmico.
5. Inoculación: En esta etapa se añadió el cultivo láctico de la marca comercial (Danone natural) se realizaron diferentes experimentos variando la proporción de inóculo por cada 0.5 L de leche con un porcentaje de 5%, 15% y 25% (p/v).
6. Fermentación: Para realizar la fermentación se llevó a una temperatura de 33°C por un tiempo de 12 horas.
7. Almacenamiento: El yogurt se almacenó a una temperatura de 5°C.

6.1.2 Preparación de la uva

1. Recepción de la Materia prima: Se seleccionó el fruto desechando las uvas que están

- dañadas o golpeadas antes de su preparación, donde se aseguró la madurez de la fruta.
2. Lavado: Se frotó suavemente el fruto mientras se enjuagó bajo un chorro de agua.
 3. Despalillado: Se retiró los escobajos y la parte vegetal de la uva.
 4. Escaldado: Se aplicó a un proceso térmico donde se usó agua durante unos 8 minutos en una temperatura de 85-98°C.
 5. Adición de edulcorante: Se utilizó una pequeña cantidad de azúcar de mesa para endulzar.
 6. Molienda: Se pasó a realizar una homogenización completa para combinar los diversos componentes hasta ser una mezcla uniformemente consistente.
 7. Enfriamiento: Se procedió a enfriar a temperatura ambiente de 25°C para después ser adicionado al yogurt un 25% (p/v) de uva.

6.2 Determinación de propiedades fisicoquímicas

6.2.1 pH

Para la medición del pH, se calibró el potenciómetro (Thermo Scientific Orion Star Serie®, Singapur) con las soluciones amortiguadoras de pH (4,7 y 10). Se colocaron 50 mL de la muestra en un vaso de precipitado. Se introdujo el electrodo, perfectamente lavado a la muestra. Se registró la lectura obtenida del potenciómetro una vez estabilizado el dato en el equipo. Se realizó el experimento por triplicado.

6.2.2 Acidez titulable

La metodología se siguió de acuerdo a lo reportado por la NMX-F-102-S-1978 para la determinación de acidez titulable, con base a lo estipulado en esta norma, para los productos líquidos o productos donde la parte líquida es fácilmente separable, se tomó 1 ml de la muestra y se transfirió a un vaso de precipitado de 50 mL y se diluyó hasta alcanzar un volumen total de 10 mL con agua destilada. Se le adicionó 2-3 gotas de fenolftaleína al 1%. Se introdujo el electrodo perfectamente lavado. Se comenzó con la titulación, se agregó gota a gota la solución 0.1N de NaOH, se anotó el volumen total de NaOH gastado. La prueba se realizó por triplicado. Mediante la siguiente ecuación se calculó el porcentaje de acidez expresado como porcentaje de ácido láctico vea en anexo como ecuación 1.

6.2.3 Sólidos solubles (°Brix)

Para la medición de los sólidos solubles (°Brix), primero se calibró el refractómetro de (Abbe VEE GEE C10®, USA) donde se utilizó agua destilada hasta que se obtuvo una lectura de 0. En seguida se enjuagó el prisma con agua y se secó. Luego se tomó una gota de la muestra a analizar y se colocó en el refractómetro. Se observó la escala del equipo y se anotó la lectura indicada en °Brix. La prueba se realizó por triplicado.

6.2.4 Consistencia

La consistencia se realizó calibrando el consistómetro (Bostwick ZXCON, USA) con su respectivo nivel de nivelación en horizontal, se llenó la cámara con 100 mL de la muestra,

una vez llena y abierta la corredera se determinó la distancia que la sustancia cubrió en un determinado tiempo de 10 segundos, se reportó el tiempo que alcanzó a recorrer. La prueba se realizó por triplicado.

6.2.5 Viscosidad

Para determinar la viscosidad del yogurt se utilizó un viscosímetro de (Brookfield Cole-Pamer). Se llenó un vaso precipitado de 500 mL con la muestra, se utilizó el husillo N° 2 a una velocidad de 100 rpm y una temperatura de 5°C. La prueba se realizó por triplicado.

6.2.6 Sinéresis

La sinéresis se determinó al tercer día de elaborar el yogurt mediante el método mencionado por Cárdenas (2013). Se preparó la muestra de 20 mL en un tubo y se utilizó una centrifuga (SOLBAT J-40, México) que se llevó a 4000 rpm durante 20 minutos. El peso del sobrenadante se empleó para calcular el porcentaje de sinéresis mediante la ecuación 2, vea en anexos. La prueba se realizó por triplicado.

6.2.7 Azúcares totales método fenol-sulfúrico

Se adaptó la metodología de azúcares totales reportada por Cristancho y Monroy (2014). Primero se realizó una dilución 1:10 de la muestra con agua destilada, se le agregó 1 mL de la muestra en un tubo de ensaye, posteriormente se le adicionó 0.1 mL de fenol al 5%, en seguida, se mezcló perfectamente por 30 segundos. Luego se agregó 3 mL de H₂SO₄ concentrado. Se aseguró la adición de los reactivos directamente sobre el líquido de la muestra y no por las paredes del tubo. Seguidamente, los tubos de ensayo se dejaron en reposo durante 10 minutos, seguido de una agitación durante 30 segundos, y su posterior reposo en un baño de agua a temperatura ambiente durante 20 minutos. Finalmente, la medición se realizó en el espectrofotómetro uv-visible Genesys® (G10S-UV- Vis; Madison, Wisconsin, USA) donde se utilizó celdas de cristal y a una longitud de onda de 540 nm. Se realizó por triplicado el experimento.

Para la preparación de la curva patrón, se parte de una solución madre de glucosa con una concentración de 100 mg/mL, los tubos se leyeron en espectro-uv a una longitud de onda de 540 nm en celdas de 4 mL. Se colocaron los volúmenes de glucosa, agua y la solución de fenol para los estándares de la curva, se agitó en el vórtex y se dejó en reposo 15 min después de ser agregadas las soluciones, al terminar el tiempo se agregó la solución de ácido sulfúrico nuevamente se agitó en el vortex para homogenizar y se dejó en reposo 15 min antes de leer en el espectro.

6.2.8 Capacidad antioxidante método ABTS

Se adaptó la metodología de acuerdo a lo reportado por Medina (2010) para realizar la capacidad antioxidante por el método ABTS. Se preparó la solución de ABTS de 7 mM en 10 mL (5 mL de agua destilada y 5 mL de solución de persulfato potásico 2.45 mM). La mezcla se mantuvo en un frasco ámbar y en oscuridad a temperatura ambiente durante 16 horas para la formación del radical. Esta solución se preparó cada vez que se

realizó la prueba ya que solo es estable por 2 días. Consecutivamente a esto, la solución de ABTS se diluyó con etanol al 96% (v/v) hasta que se obtuvo una absorbancia de 0.8 medida en un espectrofotómetro uv-visible Genesys® (G10S-UV-Vis; Madison, Wisconsin, USA) a la longitud de onda de 730 nm. Para la prueba se colocó 40 µL de muestra y 4 mL de la solución de ABTS en un tubo de ensaye, protegido contra la luz, se homogenizó por 30 segundos y se dejó reposar por 5 minutos. Posteriormente, se realizó la lectura en celdas de cristal, utilizado como blanco la disolución de etanol al 50% (v/v). El experimento se realizó por triplicado.

Para la curva de calibración se preparó las soluciones de Trolox, ABTS y Etanol para los estándares de la curva, en donde se trató bajo las mismas condiciones que la muestra. Se obtuvo una regresión lineal con los datos obtenidos en la curva de calibración y se interpolan los resultados de las muestras analizadas para conocer la actividad antioxidante equivalente.

6.3 Evaluación sensorial

La aceptación del producto se evaluó basándose en las características sensoriales como el olor, color, sabor, acidez y consistencia. Se utilizó las tres formulaciones de yogurt 5, 15 y 25% (p/v) y yogurt comercial. Para ello se seleccionó un grupo de 35 panelista no entrenados, en donde se empleó una prueba descriptiva por calificación de escalas. La escala de intervalo empleada para la evaluación sensorial se utilizó una escala hedónica de 5 puntos como lo muestra la tabla 2 (Castañeda y Manrique, 2009).

Tabla 2. Escala hedónica para la evaluación sensorial de los atributos de olor, color, sabor, acidez y consistencia

Puntaje	Escala de medición
5	Me gusta mucho
4	Me gusta moderadamente
3	No me gusta ni me disgusta
2	Me disgusta moderadamente
1	Me disgusta mucho

7. Resultados y discusión

7.1 Formulaciones de yogurt con diferentes porcentajes de cantidad de cultivo láctico

7.1.1 Formulación de yogurt natural con diferentes porcentajes de cantidad de cultivo láctico

La elaboración de las 3 formulaciones se realizó de acuerdo al diagrama de proceso descrito en la figura 5, los 3 diferentes porcentajes utilizados se describen en el apartado 6.1 como inóculo para el yogurt. La apariencia de los productos se muestra en las figuras 7 a 9.

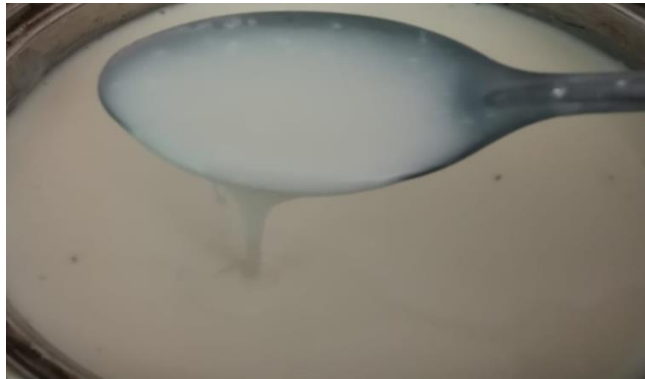


Figura 7. Yogurt natural con 5% (p/v) de cultivo láctico.



Figura 8. Yogurt natural con 15% (p/v) de cultivo láctico.



Figura 9. Yogurt natural con 25% (p/v) de cultivo láctico.

En la figura 7 se muestra el yogurt con un porcentaje de inóculo de un 5% (p/v), como puede observarse éste presentó una consistencia más líquida, formó menos cuajo, por lo tanto, fue menos espeso. En las figuras 8 y 9 se visualizan las otras dos formulaciones con 15 y 25% (p/v) respectivamente, se observó que la estructura del gel es más uniforme y menos líquido, ambas tuvieron más formación de cuajo y por lo tanto fueron más espesas. De acuerdo con Cruz (2015) durante la adecuada fermentación ácido láctica ocurre una coagulación ácida, el gel se forma por la liberación de ácido láctico de las bacterias como resultado de la degradación de la lactosa sobre la micela de la caseína.

7.1.2 Formulación de yogurt con uva

La elaboración de esta formulación fue de acuerdo al diagrama de proceso descrito en la figura 5, en el apartado 6.1 donde se le adiciona la uva al yogurt. La apariencia de los productos se muestra en la figura 10.



Figura 10. Yogurt con uva con 25% (p/v) de cultivo láctico.

En la figura 10 se muestra el yogurt con uva, se utilizó la formulación con 25% (p/v) de acuerdo los resultados obtenidos de sus propiedades fisicoquímicas fueron más aceptados para ser considerado un yogurt con fruta de acuerdo a los estándares de calidad por la NOM-181-SCFI-2010. Se observó que cuenta con características fisicoquímicas similares a la del yogurt natural con 25% (p/v) de cultivo láctico, por lo tanto, tuvo una mayor consistencia, fue más uniforme su gel, más espeso y con pequeños trozos de uva visibles.

7.2 Características fisicoquímicas del yogurt

Una vez realizada las 4 formulaciones, inicialmente se realizaron las evaluaciones de las propiedades fisicoquímicas. En la Tabla 3 y 4 se muestran los resultados de las determinaciones realizadas.

7.2.1 Características fisicoquímicas de las 3 formulaciones de yogurt natural

Los resultados obtenidos de las propiedades fisicoquímicas evaluadas de las 3 formulaciones son mostrados en la Tabla 3.

Tabla 3. Resultados de las propiedades fisicoquímicas del yogurt natural a 5, 15 y 25% (p/v) de inóculo.

Yogurt % (p/v)	5%	15%	25%
pH	5.73 ± 0.182	5.12 ± 0.015	4.49 ± 0.043
Acidez (% ácido láctico)	0.42 ± 0.025	0.48 ± 0.005	0.51 ± 0.01
Sólidos solubles (°Brix)	9.2 ± 0.173	8.2 ± 0.173	7.3 ± 0
Viscosidad (cP)	128 ± 0	576 ± 0	736 ± 0
Consistencia	23.83 ± 0.288	17.16 ± 0.577	16.33 ± 0.288
Sinéresis (% sinéresis)	73.5 ± 0.182	69.5 ± 0.182	67.5 ± 0.182
Azúcares totales (mg/mL)	1.83 ± 0.182	2.84 ± 0.182	3.86 ± 0.182
Capacidad antioxidante (TEAC mM)	1.39 ± 0.159	1.38 ± 0.119	1.38 ± 0.041

*TEAC; Actividad antioxidante expresada en equivalentes de Trolox mM (mmol/L). Los valores de Media representan las medias de tres réplicas ± DS desviación estándar.

El pH de las tres diferentes formulaciones varió en un intervalo de 5.73 ± 0.182 a 4.49 ± 0.043 unidades, los cuales se encuentran dentro del intervalo de cualquier producto lácteo fermentado, la formulación con 25% (p/v) tiene un pH de 4.49 ± 0.043 de acuerdo a la NOM-181-SCFI-2010 se encuentra dentro del estándar de pH máximo para ser denominado un yogurt. La NOM-181-SCFI-2010 indica que el porcentaje de acidez titulable debe ser de 0.5% mínimo, las formulaciones mostraron resultados de 0.42% ± 0.025 a 0.51% ± 0.01, por lo que la formulación con 25% (p/v) cumple con lo establecido por la normativa correspondiente.

En los sólidos solubles totales (°Brix) presentes en las formulaciones existieron variaciones, en la formulación 5% (p/v) se obtuvo 9.2 °Brix ± 0.173 mientras que en la formulación 25% (p/v) fue de 7.3 °Brix ± 0, esta disminución se debe a que la lactosa se transformó en ácido láctico.

La viscosidad aumenta respecto a la concentración de inóculo de cada formulación en un intervalo de 128 cP ± 0 a 736 cP ± 0 respectivamente, de acuerdo con Cortes (2011) los valores deben ser máximo a 600 cP para ser considerado un yogurt batido, debajo de este valor son considerados yogurt bebible. En los tratamientos que se llevaron a cabo la formulación con 25% (p/v) tuvo mayor viscosidad y se consideró como un yogurt batido, esto se debe a que cuenta con mayor concentración de proteína.

La consistencia de las tres formulaciones varia en un intervalo de 23.83 ± 0.288 a 16.33 ± 0.288 unidades respectivamente, los cuales la formulación con 25% (p/v) de cultivo láctico cuenta con una mayor consistencia, de acuerdo con Vázquez (2013) esto es debido a la fermentación que transforman una parte de la lactosa en ácido láctico y se produce un aumento de la consistencia por la coagulación de sus proteínas.

Los resultados obtenidos de sinéresis de las tres formulaciones varia en un intervalo 73.5% ± 0.182 a 67.5% ± 0.182 respectivamente, de acuerdo con Ruíz (2019) los datos que obtuvo son de 21.17 a 43.45%, La formulación de 25% (p/v) tuvo menor separación del gel con el suero, el pH fue un factor, con un valor de 4.49, este valor fue menor a las demás formulaciones favoreciendo la sinéresis del producto para la formación del gel

debido a la concentración utilizada.

Los resultados de azúcares totales varía en un intervalo de $1.83 \text{ mg/mL} \pm 0.182$ a $3.86 \text{ mg/mL} \pm 0.182$ revelaron que existe un incremento respectivamente con la concentración de cada formulación. Esto es por los azúcares que son añadidos al inóculo para endulzar el yogurt comercial.

En cuanto a la capacidad antioxidante, los valores fueron reportados como equivalentes de Trolox milimolar (TEAC mM) para el ensayo de ABTS. La actividad antioxidante de las formulaciones varió en un intervalo 1.39 ± 0.159 a 1.38 ± 0.041 TEAC mM, lo que indica que las tres formulaciones presentan una capacidad antioxidante alta respecto a lo reportado por Ibáñez (2019), con valores de 0.78 TEAC mM para leche de cabra fermentada con cultivos de yogurt. Esta diferencia es ocasionada por la ingesta de alimentos de subproductos o vegetales que consumen los animales, en este caso las vacas, ocasionando diferencias en el contenido fenólico y capacidad antioxidante de las leches fermentadas con cultivo de yogurt.

7.2.2 Características fisicoquímicas del yogurt con uva

Los resultados obtenidos de las propiedades fisicoquímicas evaluadas en el yogurt con uva se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4. Resultados de las propiedades fisicoquímicas del yogurt con uva con 25% (p/v) de inóculo y 25% (p/v) de uva.

Yogurt 25% (p/v)	Uva
pH	4.48 ± 0.015
Acidez (% ácido láctico)	0.52 ± 0.051
Sólidos solubles (°Brix)	10.6 ± 0.3
Viscosidad (cP)	768 ± 0
Consistencia	16.33 ± 0.288
Sinéresis (% sinéresis)	67.16 ± 0.288
Azúcares totales (mg/mL)	4.17 ± 0.104
Capacidad antioxidante (TEAC mM)	3.19 ± 0.307

*TEAC; Actividad antioxidante expresada en equivalentes de Trolox mM (mmol/L). Los valores de Media representan las medias de tres réplicas \pm DS desviación estándar.

El yogurt con uva el pH fue de 4.48 ± 0.015 unidades, mientras que la acidez se obtuvo un valor de $0.52\% \pm 0.051$ por lo que cumple con los valores estándares de pH máximo y % de ácido láctico mínimo de acuerdo a la NOM-181-SCFI-2010 para denominarlo yogurt con fruta.

Los sólidos solubles totales, tuvo un aumento con la uva con un valor de $10.6 \text{ °Brix} \pm 0.3$, estos valores guardan relación con los resultados obtenidos por Salgado (2016) con valores de 11 °Brix , quien elaboró un yogurt bebible con soya adicionado con cereza. Los mismos resultados aportaron mejoras en las características de sabor los cuales lo manifestaron los panelistas en el análisis sensorial, además, se muestra un aumento en los valores por los azúcares presentes en la fruta añadida.

El yogurt con uva se obtuvo un resultado de $768 \text{ cP} \pm 0$, de acuerdo con Cortes (2011) con el yogurt que elaboro con la incorporación de proteína de suero con un valor 822 cP . Por lo tanto, fue considerado como un yogurt batido.

Los valores de la consistencia no existieron diferencia alguna al agregar la uva con la formulación del yogurt natural con 25% (p/v) con un valor de 16.33 ± 0.288 . Por otro parte, los resultados obtenidos por sinéresis fueron de 67.16 ± 0.288 , teniendo similitud con la formulación de 25% (p/v) de yogurt natural que el pH que se obtuvo favorece a la sinéresis del producto.

El valor de azúcares totales fue de $4.17 \text{ mg/mL} \pm 0.104$, por lo tanto, tuvo un aumento con la diferencia de la formulación de 25% (p/v) esto fue por la adición de la uva, por la presencia de azúcares que tienen.

En cuanto al valor obtenido de la capacidad antioxidante del yogurt con uva el promedio fue de $3.19 \text{ (TEAC mM)} \pm 0.307$ el cual es mayor al reportado por Zarate (2018), quien elaboró un yogurt líquido con un liofilizado de jugo de tuna púrpura ultrasonicado con un valor de 1.853 TEAC mM . Esto se debe a que la uva contiene entre sus componentes polifenoles, vitamina C y E, flavonoides, entre otros, hace que aumente el contenido de antioxidantes al yogurt de acuerdo con Sandoval, Lazarte y Arnao (2013).

7.2.3 Efecto del tiempo de almacenamiento del yogurt con uva

En la figura 11 se muestran los resultados obtenidos del efecto del tiempo de almacenamiento durante 15 días a 5°C .

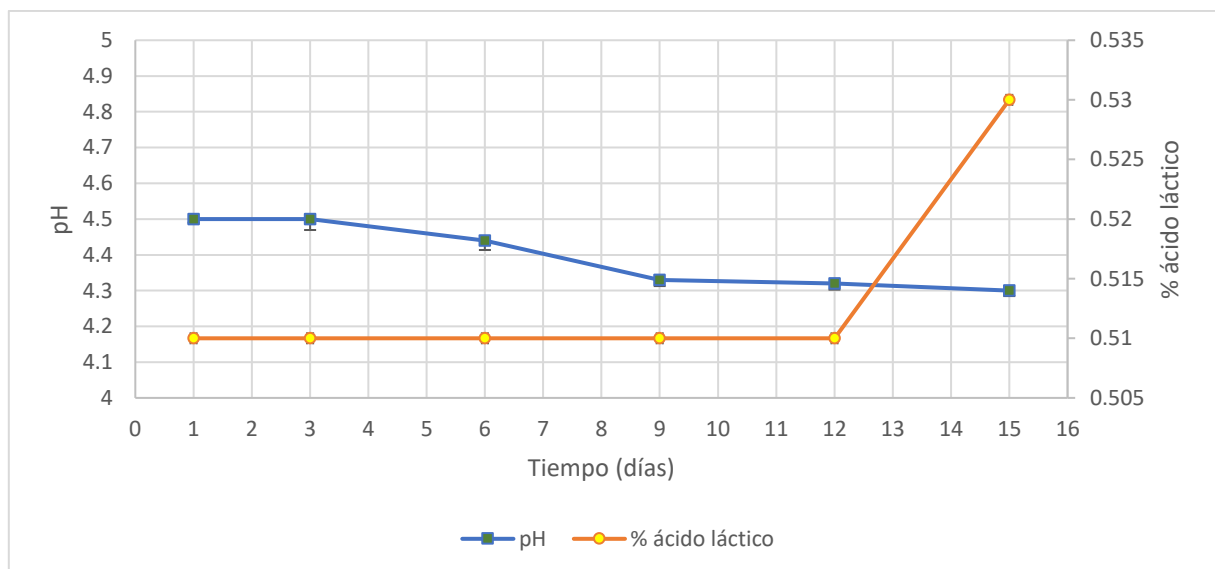


Figura 11. Evaluación de pH y % ácido láctico respecto tiempo de almacenamiento al yogurt con uva.

En la figura 11 se muestra los resultados obtenidos de la medición de pH en un tiempo de almacenamiento de 15 días, se observa que disminuye gradualmente el pH en un

intervalo de 4.5 ± 0.01 el primer día a 4.3 ± 0.01 el día 15. De acuerdo con Zapata (2015) que obtuvo como dato que el pH decrecía en su yogurt saborizado con mortiño en el mismo intervalo de tiempo. Esto se debe al resultado de las bacterias ácido lácticas que tienen la característica de producir ácidos que incrementan eventualmente la concentración de H^+ en el medio, estas tienen actividad proteolítica y genera aminoácidos y pequeños péptidos ácidos que inducen a la reducción del pH.

En esa misma figura, en el eje secundario, se muestran los resultados obtenidos de la medición del % de ácido láctico en un tiempo de almacenamiento de 15 días, se revela que aumenta el % de ácido láctico en un intervalo de 0.51 ± 0.051 el primer día a 0.51 ± 0.09 el día 15. De acuerdo con Zapata (2015) que obtuvo resultados semejantes, este comportamiento es el esperado, debido a que las frutas poseen un gran contenido de ácidos orgánicos que acidifican el medio donde sean adicionados.

7.3 Evaluaciones sensoriales

7.3.1 Evaluación sensorial de las 3 formulaciones de yogurt natural

Los resultados de la evaluación sensorial de los 5 atributos se muestran en las figuras de 12 a 16.

En la figura 12 se muestran los resultados respectivos a la evaluación del sabor, se visualiza que se tiene mayor preferencia por el yogurt comercial en “me gusta mucho” y “me gusta moderadamente”, sin embargo, tuvo más aceptación la formulación F#3 25% (p/v) comparado con las otras dos formulaciones de 5 y 15% (p/v) de acuerdo a los panelistas.

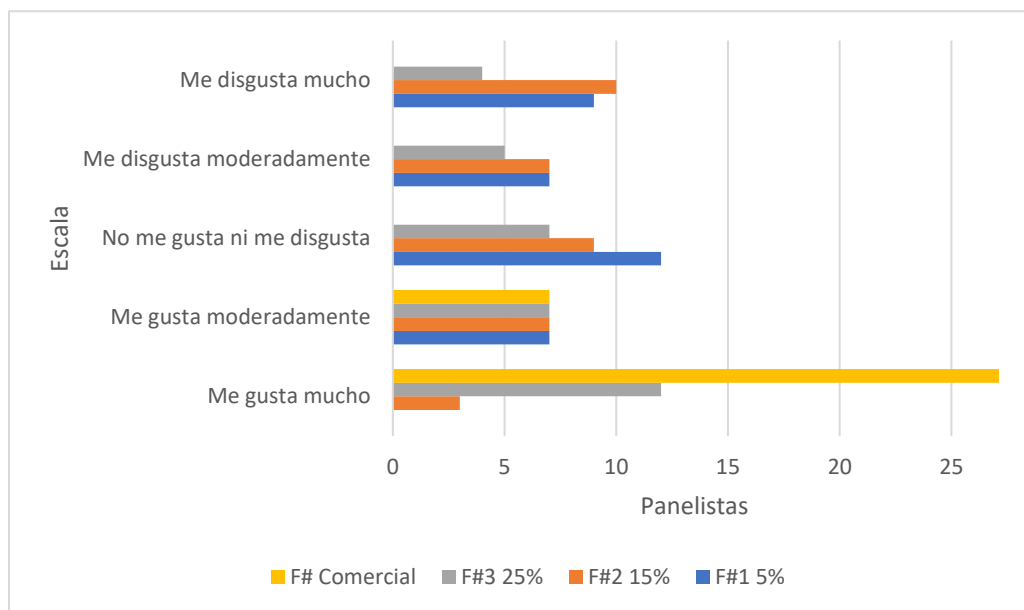


Figura 12. Evaluación sensorial de sabor en las diferentes formulaciones.

En la figura 13 se muestran los resultados respectivos a la evaluación del color, se visualiza que las 3 formulaciones respecto a la comercial tuvieron mayor aceptación, de acuerdo a la escala de “me gusta mucho” el color de los productos.

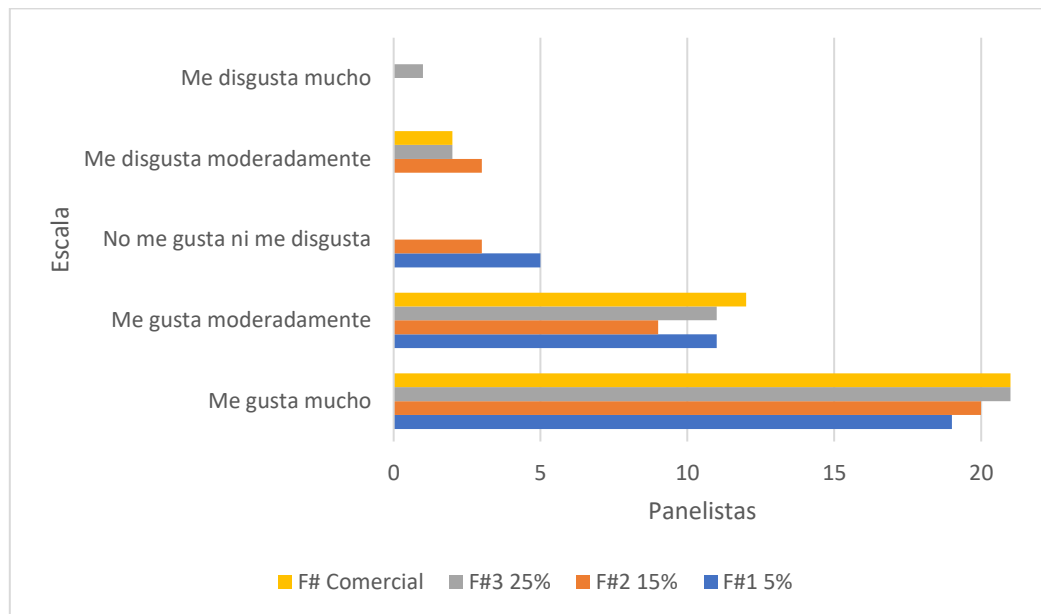


Figura 13. Evaluación sensorial de color en las diferentes formulaciones.

En la figura 14 se muestran los resultados respectivos a la evaluación de la acidez, se visualizan diferentes variaciones en la escala, sin embargo, la formulación F#3 25% (p/v) se encuentra en dos puntos importantes de “me gusta mucho” y “me gusta moderadamente” teniendo cierta semejanza con la formulación comercial que muestra una pequeña diferencia en la escala de gustos. También es resaltable que la formulación 15% (p/v) tuvo una preferencia alta en la escala de “me gusta moderadamente”, por otro lado, la formulación de 5% (p/v) tuvo la peor aceptación por los panelistas en “me disgusta moderadamente”.

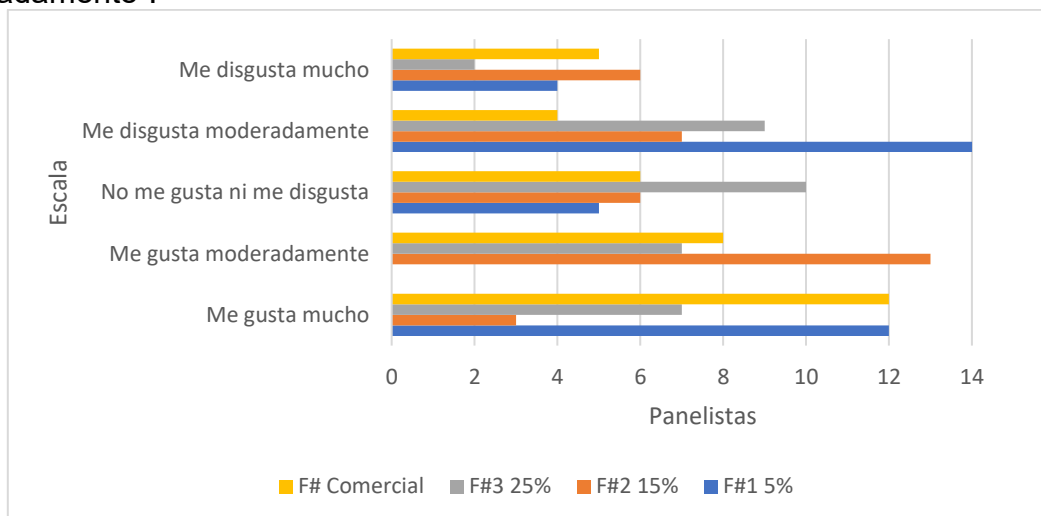


Figura 14. Evaluación sensorial de acidez en las diferentes formulaciones.

En la figura 15 se muestran los resultados respectivos a la evaluación de la consistencia, las formulaciones F#2 15% y F#3 25% (p/v) tienen una tendencia por “me gusta mucho” y “me gusta moderadamente” respecto al comercial que es pequeña la diferencia. Por lo tanto, la F#3 25% (p/v) tuvo más favoritismo en su consistencia.

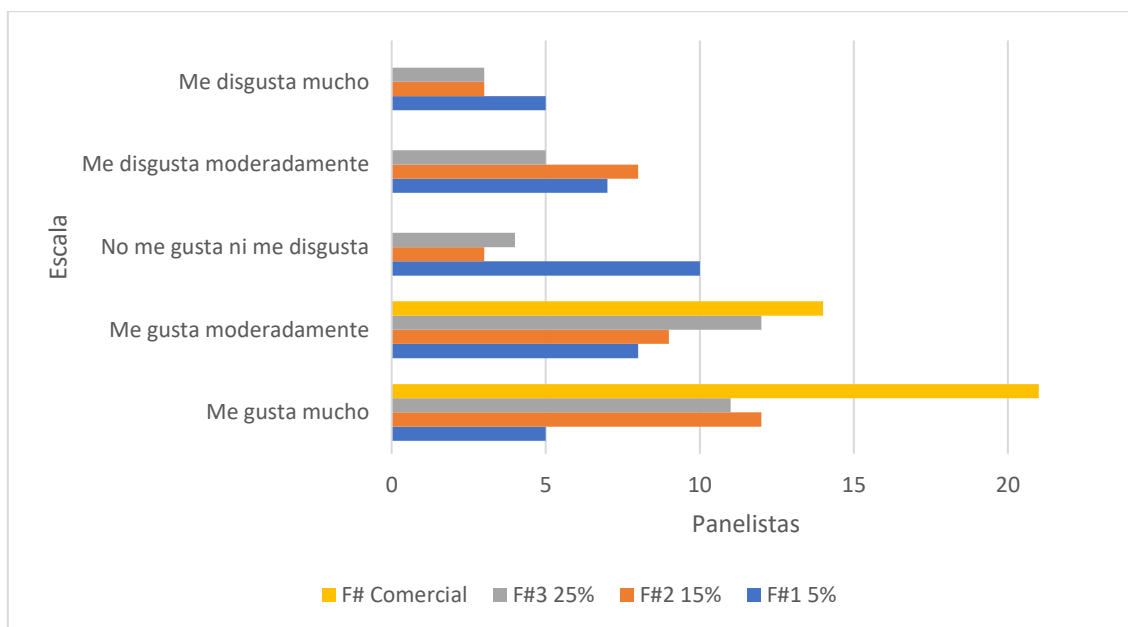


Figura 15. Evaluación sensorial de consistencia en las diferentes formulaciones.

En la figura 16 se muestran los resultados respectivos a la evaluación de olor, se expone que en la F#3 25% (p/v) se tiene mayor preferencia por el olor respecto al comercial, sin embargo, las otras dos formulaciones de 5 y 15% (p/v) también tuvieron buena aceptación por los panelistas.

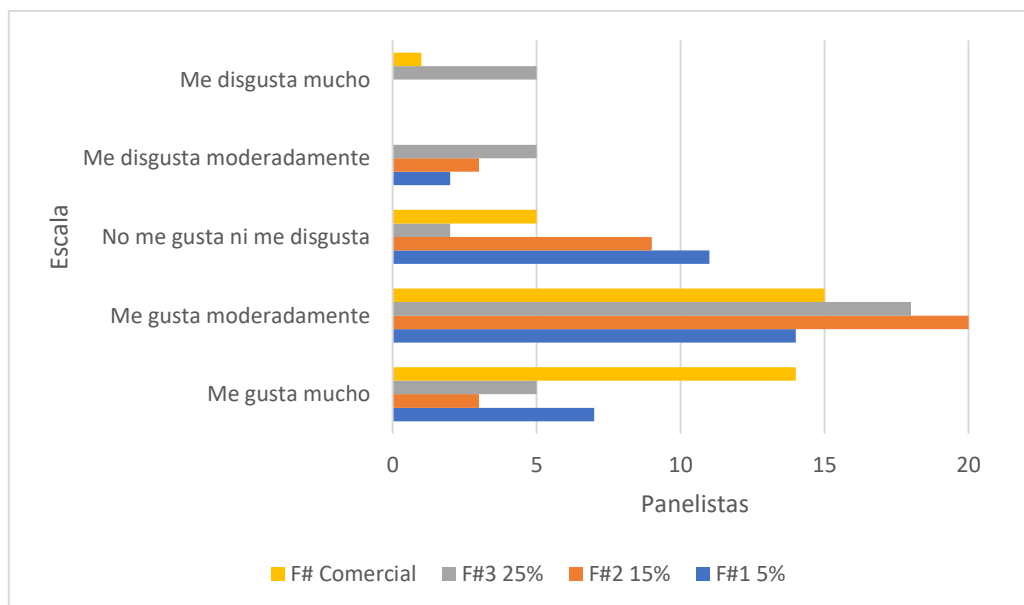


Figura 16. Evaluación sensorial de olor en las diferentes formulaciones.

El análisis de la evaluación sensorial muestra cuál de las tres formulaciones realizadas tuvo mayor aceptación respecto a un yogurt comercial natural. Los atributos de sabor, color, acidez, consistencia y olor que fueron evaluados, la F#3 25% (p/v) tuvo una mayor aceptación por los panelistas en la escala de “me gusta mucho”. Por lo tanto, una vez realizado el análisis sensorial y sus propiedades fisicoquímicas de cada uno la F#3 25% (p/v) cumple los estándares de calidad y aceptación para adicionar la uva.

7.3.2 Evaluación sensorial del yogurt con uva

En la figura 17 se muestran los atributos de sabor, color, olor, consistencia y acidez que fueron evaluados por los panelistas.

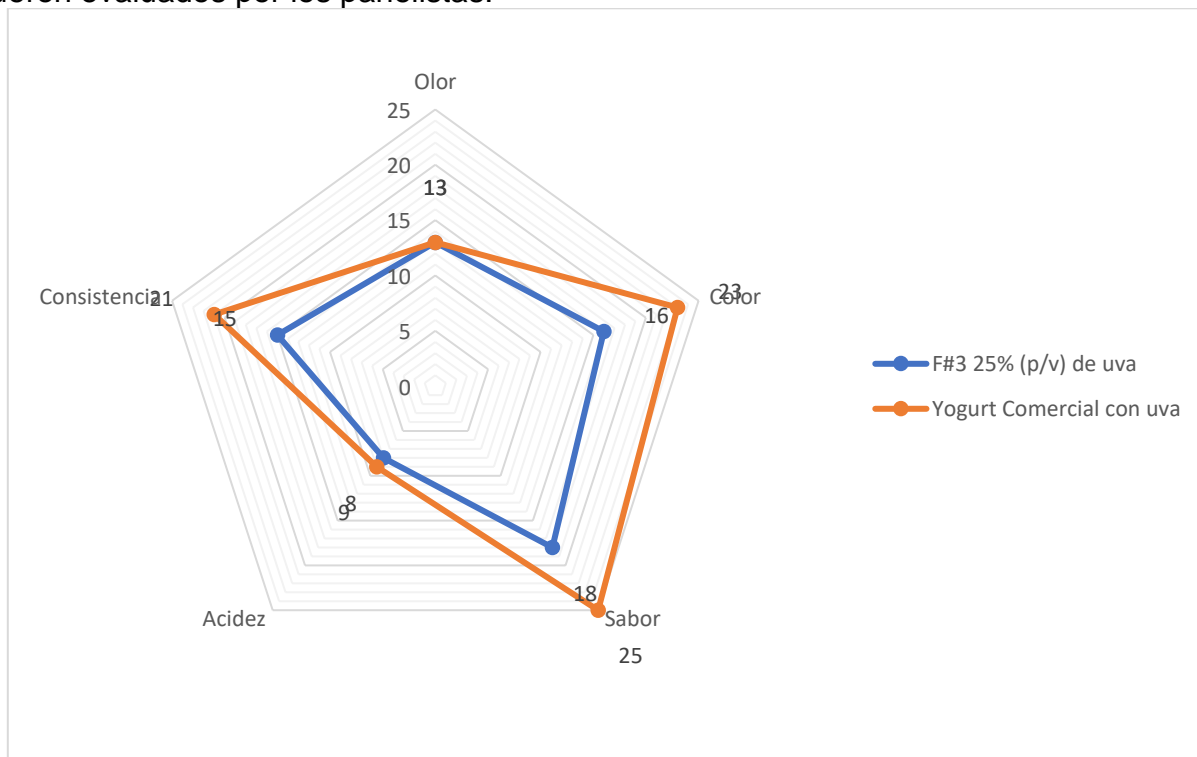


Figura 17. Características organolépticas del yogurt con uva con 25% (p/v) de inóculo y 25% (p/v) de uva.

La formulación F#3 25% (p/v) con uva comparado con yogurt comercial con uva cumple con las características organolépticas ya que fueron muy similares en sus atributos de acidez, consistencia y acidez, además, no difirieron en los otros dos atributos de color y sabor en una escala de “me gusta mucho”. Por lo tanto, el yogurt cumplió con las características fisicoquímicas para ser denominado yogurt con uva batido.

8. Conclusiones

Conforme a los resultados obtenidos se puede concluir que los objetivos planteados fueron alcanzados:

- La elaboración de las 3 formulaciones con diferentes porcentajes de cultivo láctico permitió identificar cuál de estas cumplía con las especificaciones fisicoquímicas de la NOM-181-SCFI-2010 para el yogurt, por lo tanto, la formulación con 25% (p/v) y con uva cumplió con el pH y acidez mínimo.
- Las muestras de las 3 formulaciones analizadas manifiestan cambios significativos en las propiedades fisicoquímicas. El pH, sólidos solubles totales, consistencia y sinéresis disminuyen respecto a la concentración de inóculo. Por otro lado, la acidez, viscosidad y azúcares totales aumentan respecto a la concentración de inóculo, en la capacidad antioxidante no se observaron cambios significativos respecto a la concentración de inóculo.
- Las 3 formulaciones muestran un aumento de viscosidad respecto al porcentaje de inóculo adicionado, siendo el yogurt natural con 25% (p/v) y yogurt con uva los considerados como un yogurt batido con viscosidades de 736 y 768 cP respectivamente. En perspectiva, la formulación con 25% (p/v) de inóculo mostro mayor consistencia y mayor porcentaje de sinéresis con valores de 16.33 y 67.5% respectivamente.
- La adicción de uva a la formulación con 25% (p/v) de inóculo cumple con las especificaciones de la NOM-181-SCFI-2010 de pH y acidez mínima. Se obtuvieron valores de las propiedades fisicoquímicas de consistencia, sinéresis similares con valores de 16.33 y 67.16% respectivamente. Se observó diferencia en los sólidos solubles totales que aumentaron significativamente de 7.3 a 10.6 °Brix, de igual forma, la capacidad antioxidante tuvo un aumentó de 1.38 a 3.19 TEAC mM.
- De acuerdo con los resultados de la evaluación sensorial de las 3 formulaciones respecto al yogurt natural comercial, de los 5 atributos evaluados la formulación con 25% (p/v) tuvo mayor aceptación en comparación de las otras dos formulaciones de 5 y 15% (p/v). Sin embargo, el yogurt natural comercial tuvo más aceptación.
- Referente al aspecto sensorial del yogurt con uva respecto al yogurt comercial que se le añadió uva demostraron semejanzas en los 5 atributos evaluados. Sin embargo, el yogurt natural comercial con uva tuvo más aceptación que el formulado.

Recomendaciones y prospectivas

- Es importante verificar que el yogurt con uva cumpla con las especificaciones de proteínas, grasa butírica y sólidos lácteos no grasos de la NOM-181-SCFI-2010 para cumplir con el punto de estándar de calidad establecido.
- Se recomienda analizar los 3 estándares faltantes de tiempo, cantidad y costos, para que cumpla con los estándares comunes usados en la industria y se genere el proceso de estandarización completo en la elaboración de yogurt con uva.
- Como verificación de la inocuidad del alimento se requieren análisis microbiológicos para determinar los microorganismos viables en el producto terminado y pueda ser consumido.
- Si se pretende usar edulcorantes y estabilizantes al yogurt con uva para aumentar el agrado por el público, se recomienda que cumpla con las especificaciones de calidad denominadas por la NOM-181-SCFI-2010.
- Se recomienda analizar las características bromatológicas del producto para determinar el valor nutricional que aporta.

Apéndice y/o anexo

$$\% \text{ de ácido cítrico} = \left(\frac{A*B*C}{D} \right) * 100 \dots\dots\dots \text{Ec. 1}$$

Donde:

A= mL de NaOH gastados en la titulación

B= Normalidad del NaOH (0.1 N)

C= Miliequivalentes de ácido láctico (0.09 g)

D= mL de muestra

$$\% \text{ sineresis} = \frac{\text{Peso del sobrenadante}}{\text{Peso de la muestra}} * 100 \dots\dots\dots \text{Ec. 2}$$

Evaluación sensorial
“Comparación de diferentes formulaciones de yogurt natural”

Frente a usted se encuentran cuatro muestras de yogurt natural, 251, 125, 754 y 901. Califica del 1 al 5 las siguientes muestras, siendo 1 lo más bajo (me disgusta mucho) y 5 lo más alto (Me gusta mucho), tacha, señala, rellena o circula el número para otorgar una calificación.

Muestra 251					
Olor	1	2	3	4	5
Color	1	2	3	4	5
Sabor	1	2	3	4	5
Acidez	1	2	3	4	5
Consistencia	1	2	3	4	5

Muestra 754					
Olor	1	2	3	4	5
Color	1	2	3	4	5
Sabor	1	2	3	4	5
Acidez	1	2	3	4	5
Consistencia	1	2	3	4	5

Muestra 125					
Olor	1	2	3	4	5
Color	1	2	3	4	5
Sabor	1	2	3	4	5
Acidez	1	2	3	4	5
Consistencia	1	2	3	4	5

Muestra 901					
Olor	1	2	3	4	5
Color	1	2	3	4	5
Sabor	1	2	3	4	5
Acidez	1	2	3	4	5
Consistencia	1	2	3	4	5

Edad ____
Sexo ____

Observaciones:

De las muestras degustadas ¿Cuál fue tu favorita? A) 251 B) 125 C) 754

¿Por qué? (Puedes elegir dos opciones) A) Olor B) Color C) Sabor D) Acidez E) Consistencia

Figura 18. Formato para la puntuación de la evaluación sensorial de yogurt natural.

Evaluación sensorial
“Comparación de diferentes formulaciones de yogurt con uva”

Frente a usted se encuentran cuatro muestras de yogurt natural con uva, 251 y 754. Califica del 1 al 5 las siguientes muestras, siendo 1 lo más bajo (me disgusta mucho) y 5 lo más alto (Me gusta mucho), tacha, señala, rellena o circula el número para otorgar una calificación.

Muestra 251					
Olor	1	2	3	4	5
Color	1	2	3	4	5
Sabor	1	2	3	4	5
Acidez	1	2	3	4	5
Consistencia	1	2	3	4	5

Muestra 754					
Olor	1	2	3	4	5
Color	1	2	3	4	5
Sabor	1	2	3	4	5
Acidez	1	2	3	4	5
Consistencia	1	2	3	4	5

De las muestras degustadas ¿Cuál fue tu favorita? A) 251 B) 754

¿Por qué? (Puedes elegir dos opciones) A) Olor B) Color C) Sabor D) Acidez E) Consistencia

Figura 19. Formato para la puntuación de la evaluación sensorial de yogurt con uva.

Tabla 5. Preparación de estándares para la curva de ABTS.

Solución de reacción	Trolox (mM)	Trolox (mL)	Etanol (mL)
1	3	3.75	1.25
2	2	2.5	2.5
3	1	1.25	3.75
4	0.5	0.625	4.375
5	0.25	0.3125	4.6875
6	0	0.15625	4.8425

Tabla 6. Preparación de estándares para la curva patrón de azúcares totales.

No. Tubos	Patrón de glucosa 100mg/mL (mL)	Agua destilada (mL)	Fenol 80g/100g (mL)	H ₂ SO ₄ 97g/100g (mL)
Blanco	0	1	0.1	3
1	0.1	0.9	0.1	3
2	0.2	0.8	0.1	3
3	0.3	0.7	0.1	3
4	0.5	0.5	0.1	3
5	0.6	0.4	0.1	3
6	0.8	0.2	0.1	3
7	0.9	0.1	0.1	3
8	1	0	0.1	3

Tabla 7. Factor del viscosímetro de Brookfield.

SPEED	SPINDLE NUMBER						
	H01	H02	03	04	05	06	07
0.5	1.6K	6.4K	16K	32K	64K	160K	640K
1	800	3.2K	8K	16K	32K	80K	320K
2	400	1.6K	4K	8K	16K	40K	160K
2.5	320	1.28K	3.2K	6.4K	12.8K	32K	128K
4	200	800	2K	4K	8K	20K	80K
5	160	640	1.6K	3.2K	6.4K	16K	64K
10	80	320	800	1.63K	3.2K	8K	32K
20	40	160	400	800	1.6K	4K	16K
50	16	64	160	320	640	1.6K	6.4K
100	8	32	80	160	320	800	3.2K

K=1000

Referencias bibliográficas

- Alvarenga, M. S. (Diciembre de 2013). Estandarización de la producción de la producción de la mezcla base para yogurt batido en la planta de lácteos de Zamorano. Honduras. Recuperado el 09 de Enero de 2022, de <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1895/1/AGI-2003-T020.pdf>
- Armando Alvis, Elvis J. Hernández y Carlos García. (2016). TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE VISCOSIDAD EN CÁTSUP. *Red de Revistas Científicas de América Latina*, 3. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/339/33947690010.pdf>
- Bustos A. Y., T. Q. (2019). Yogur, alimento de base láctea ancestral de gran vigencia actual. Principales aspectos nutricionales, funcionales y tecnológicos. *IDITEC*(5), 3. Obtenido de <https://doi.org/2314-0305>
- C. Catania y S. Avagnina. (2007). Los estímulos ácidos del vino. *Curso Superior de Degustación de Vinos*, 2. Obtenido de https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-2__los_estmulos_cidos_del_vino.pdf
- CAJAMAR. (2014). Brix o contenido total de sólidos solubles. *Parámetros de calidad interna de hortalizas y frutas en la industria agroalimentaria*. Obtenido de <http://chilorg.chil.me/download-doc/86426>
- CANILEC. (2011). *El Libro Blanco de la leche y los productos lácteos*. México: Continental.
- CANILEC. (2019). *Estadísticas del Sector Lácteo*. Obtenido de <https://www.canilec.org.mx/estadisticas%20lácteos%202019.pdf>
- Cárdenas, A. (2013). *Optimización mediante diseño de mezclas de sinéresis y textura sensorial de yogurt natural batido utilizando tres tipos de hidrocoloides*. Perú: Agroindustrial Science.
- Carrasco, C. E. (2011). Desarrollo de yogurt con capacidad antioxidante elaborado con leche de cabra. *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 2(2), 5. doi:2218-4384
- CEDRSSA. (2017). La vid en México. *Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria*, 5-7. Obtenido de Investigación Interna: <http://www.cedrssa.gob.mx/files/b/13/9VidMexico.pdf>
- Cortes, S. P. (2006). Evaluación de los efectos de la incorporación de la proteína de suero en las características del yogurt. *División de Ciencia Animal*, 13.
- Cortes, S. P. (2011). Evaluación de los efectos de la incorporación de la proteína de suero en las características del yogurt. *División de ciencia animal*. Obtenido de <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/356/59334s.pdf?sequence=1>
- Cristancho Cruz, L. M. (2014). Determinación de carbohidratos totales por espectrofotometría UV (método de fenol- sulfúrico). En *Manual de métodos generales para feterminación de carbohidratos*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/LeidyCristancho/manual-de-mtodo-generales-para-determinacin-de-carbohidratos>
- Cruz, M. C. (2015). *Procesamiento de Lácteos*. México. Obtenido de <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/32221/secme-19728.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=Este%20tipo%20de%20gel%20se%20forma%20en%20el%20Yogur.&text=La%20coagulaci%C3%B3n%20%C3%A1cida%20es%20el,sobre%20la%20micela%20de%20case%C3%ADna.&text=E>
- F, C. B. (2009). Formulación y elaboración preliminar de yogurt mediante sustitución parcial con harina de tarwi. *Medicina Naturista*, 2-9.
- Habraham, J. (2013). Manual de tiempos y movimientos ingeniería de métodos.
- Ibáñez, M. R. (2019). Fenoles totales y capacidad antioxidante de leche de cabra y leche fermentada: efecto de la inclusión en la dieta de caprino lechero de subproducto ensilados de brócoli y alcachofa. Obtenido de <https://mail->

attachment.googleusercontent.com/attachment/u/0/?ui=2&ik=556e0d5669&attid=0.2&per
mmsgid=msg-
f:1715794603954112529&th=17cfba1a04378811&view=att&disp=inline&realattid=f_kvpk
8dp10&saddbat=ANGjdJ9yudCDxBoMN14SuBM26HfaWWtTuVCuUtlqNZrcWvvy19cWA
QOb1

- Jananía, C. (2013). *Manual de tiempos y movimientos: Ingeniería de métodos*. México.
- López, D. M. (2020). Empleo de bebida de avena (*Avena sativa* L.) en la elaboración de (yogurt) a tres concentraciones de inóculos. Trabajo experimental. 35. Obtenido de <https://181.198.35.98/Archivos/BARROSO%20LOPEZ%20EVELYN%20MARILYN.pdf>
- M. E., S. (2013). Antioxidantes. Consumo de Antioxidantes Naturales en Adultos Mayores de entre 65 y 75 años con Dilipidemia. Obtenido de <http://imgbiblio.vaneduc.edu.ar/fulltext/files/TC112550.pdf>
- Maldonado, D. M. (2014). Consistencia y texturas alimenticias en disfagia, perspectiva fonoaudiológica. *Revista Gastrohnutp*. Obtenido de <https://revgastrohnutp.univalle.edu.co/a14v16n2/a14v16n2art3.pdf>
- Martín, M. A. (2019). *Aplicación de la fermentación láctica como estrategia de transformación y valorización de matrices vegetales*. Obtenido de <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/669678/TMABM1de1.pdf?sequence=2>
- Medina, A. (2010). Técnicas para la determinación de compuestos antioxidantes en alimentos. *Revista de la Educación en Extremadura*, 27-34.
- Miguel Sandoval, Karen Lazarte y Inés Arnao. (2013). Hepatoprotección antioxidante de la cáscara y. *Facultad de Medicina*, 64(9), 4.
doi:<http://www.scielo.org.pe/pdf/afm/v69n4/a06v69n4.pdf>
- Moreno Aznar, Luis A., Cervera Ral, Pilar, Ortega Anta, Rosa M.^a, Díaz Martín, Juan José, Baladia, Eduard, Basulto, Julio, Bel Serrat, Silvia, Iglesia Altaba, Iris, López-Sobaler, Ana M.^a, Manera, María, Rodríguez Rodríguez, Elena, Santaliestra Pasías, Al. (Diciembre de 2013). Evidencia científica sobre el papel del yogur y otras leches fermentadas en la alimentación saludable de la población española. *Nutrición Hospitalaria*(28), 2039-2040. Recuperado el 09 de Enero de 2022, de http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112013000600038&lng=es&nrm=iso
- Pandey, S. (2015). Optimization of the prebiotic & probiotic concentration and incubation temperature for the preparation of synbiotic soy yoghurt using response surface methodology. *Food Science and Technology*, 62.
doi:<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.12.003>
- Pando, E. (1978). NMX-F-102-S-1978. *DETERMINACIÓN DE LA ACIDEZ TITULABLE EN PRODUCTOS ELABORADOS A PARTIR DE FRUTAS Y HORTALIZAS*, 2.
- Parra Huertas, R. A. (2012). Yogur en la salud humana. *Lasallista de Investigación*, 9(1). Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=69525875008>
- Prasad, M. (2000). Syneresis of sodium oleate gels in organic solvents. *Proceedings Mathematical Sciences*.
- Quintero, G. I. (2010). *Avances Técnicos*. Obtenido de Cenicafé: <https://www.cenicafe.org/es/publications/avt0402.pdf>
- Roldan, C. T. (2018). *NORMA Oficial Mexicana NOM-181-SCFI-2010, Yogurt-Denominación, especificaciones fisicoquímicas y microbiológicas, información comercial y métodos de prueba*. Recuperado el 09 de Enero de 2022, de <http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/4209/seeco/seeco.htm>
- Rosado, J. L. (2016). Intolerancia a la lactosa. *Gaceta Médica de México*(2), 2. Obtenido de https://anmm.org.mx/GMM/2016/s1/GMM_152_2016_S1_067-073.pdf
- Ruiz Hernández, K. R. (2019). Efecto de la cantidad y tipo de inóculo para la elaboración de yogurt sobre sus. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 525.
- Ruiz Rivera, J.A, y Ramírez Matheus, A.O. (2009). Elaboración de yogurt con probióticos (*Bifidobacterium* spp. y *Lactobacillus acidophilus*) e inulina. *Revista de la Facultad de*

- Agronomía*, 26(2). Recuperado el 09 de Enero de 2022, de Revista de la Facultad de Agronomía, : http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-78182009000200006&lng=es&nrm=iso
- SAGARPA. (2017). *UVA Mexicana*. Obtenido de Planeación Agrícola Nacional: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/257085/Potencial-Uva.pdf>
- Salgado, T. D. (25 de Octubre de 2016). *Desarrollo de un producto de yogurt bebible a base de leche de soya con sabor cereza*. Recuperado el 09 de Enero de 2022, de UAEM Repositorio Intitucional: <http://hdl.handle.net/20.500.11799/65802>
- Sánchez, M. E. (2013). Antioxidantes. *Consumo de Antioxidantes Naturales en Adultos Mayores de entre 65 y 75 años con Dislipidemia*. Obtenido de <http://imgbiblio.vaneduc.edu.ar/fulltext/files/TC112550.pdf>
- Shori, A. B. (2015). The potential applications of probiotics on dairy and non-dairy foods focusing on viability during. *Biocat Agri Biotechnol*, 4(4), 431. doi:10.1016/j.bcab.2015.09.010
- Shori, P. M. (2016). Influence of green, white and black tea addition on the antioxidant activity of probiotic yogurt during refrigerated storage. *Food Pack Shelf Life*, 8, 1-8. doi:10.1016/j.fpsl.2016.02.002
- Tenorio, E. J. (2013). ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS EN EL ÁREA DE ENVASADO DE LECHE DE LA PASTEURIZADORA EL RANCHITO CIA. LTDA. 46-49.
- Tovar del Río, J. (2013). *Determinación de la actividad antioxidante por DPPHy ABTS de 30 plantas recolectadas en la ecoregióncafetera*. Pereira.
- UNICEN. (2016). DETERMINACIÓN DE ACIDEZ TOTAL TITULABLE, ACIDEZ VOLÁTIL, ACIDEZ FIJA Y pH. Obtenido de <http://www.vet.unicen.edu.ar/ActividadesCurriculares/AnalisisInstrumental/images>
- Vázquez, W. G. (Junio de 2013). *Instrumentación y estandarización del proceso para la elaboración de yogurt mediante el monitoreo de las variables analíticas (ph y temperatura)*. Recuperado el 09 de Enero de 2022, de <http://ri.uaq.mx/handle/123456789/1328>
- Zapata, I. C. (2015). Efecto del Tiempo de Almacenamiento sobre las Propiedades Fisicoquímicas, Probióticas y Antioxidantes de Yogurt Saborizado con Mortiño. *Información Tecnológica*, 26(2). doi:10.4067/S0718-07642015000200004
- Zapata, Isabel C, Sepúlveda-Valencia, Uriel, & Rojano, Benjamín A. (2015). Efecto del Tiempo de Almacenamiento sobre las Propiedades Fisicoquímicas, Probióticas y Antioxidantes de Yogurt Saborizado con Mortiño (*Vaccinium meridionale Sw*). *Información tecnológica*, 26(2), 19. Obtenido de <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642015000200004>
- Zapater, J. M. (2006). Estructura y composición de la uva y su contribución al vino. *Instituto de Ciencias de la Vid y del Vino*, 2. Obtenido de <https://www.observatoriova.com/wp-content/uploads/2014/02/Carbonell-Bejerano-Estructura-y-composicion-de-la-uva.pdf>
- Zarate, L. L. (2018). Propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y antioxidantes de un yogurt líquido adicionado con un liofilizado de jugo de tuna púrpura (*Opuntia ficus indica*) ultrasonicado. Obtenido de <http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/bibliotecadigital/bitstream/handle/231104/2188/Propiedades%20fisicoqu%C3%ADmicas%2C%20microbiol%C3%B3gicas%20y%20antioxidantes%20de%20un%20yogurt%20l%C3%ADquido%20adicionado%20con%20un%20liofilizado%20de%20jugo%20de%20tuna%20p>
- Zarate, L. L. (2018). *Propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y antioxidantes de un yogurt líquido adicionado con un liofilizado de jugo de tuna púrpura ultrasonicado*. México. Obtenido de <http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/bibliotecadigital/bitstream/handle/231104/2188/Propiedades%20fisicoqu%C3%ADmicas%2C%20microbiol%C3%B3gicas%20y%20antioxidantes%20de%20un%20yogurt%20l%C3%ADquido%20adicionado%20con%20un%20liofilizado%20de%20jugo%20de%20tuna%20p>