



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO

INSTITUTO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

INGENIERÍA EN ALIMENTOS

TESIS

EVALUACIÓN SENSORIAL DE YOGURT BATIDO CON JARABE DE CAFÉ

PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO EN ALIMENTOS

PRESENTA:

Arleth Guadalupe Vera Pérez

Directora de Tesis: Dra. Rosa Hayde Alfaro Rodríguez

Codirector: Mtro. Melitón Jesús Franco Fernández

Asesores:

Dra. Elizabeth Pérez Soto

Dr. Roberto González Tenorio

Tulancingo de Bravo, Hidalgo, abril 2026



Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

Instituto de Ciencias Agropecuarias

Institute of Agricultural Sciences

Área Académica de Ingeniería Agroindustrial e Ingeniería en Alimentos

Academic Area of Agroindustrial engineering and Food Engineering

Santiago Tulantepec de Lugo Guerrero, Hidalgo., a 27 de mayo de 2026

Asunto: Autorización de impresión

Mtra. Ojuky del Rocío Islas Maldonado

Directora de Administración Escolar de la UAEH

Por este conducto y con fundamento en el Título Cuarto, Capítulo I, Artículo 40 del Reglamento de Titulación, le comunico que el jurado que le fue asignado al pasante de Licenciatura en Ingeniería en Alimentos, **Arleth Guadalupe Vera Pérez**, quien presenta el trabajo de Tesis denominado **"Evaluación sensorial de yogurt batido con jarabe de café"**, que después de revisarlo en reunión de sinodales, han decidido autorizar la impresión de este, hechas las correcciones que fueron acordadas.

A continuación, se anotan las firmas de conformidad de los miembros del comité tutorial:

Dra. Rosa Hayde Alfaro Rodríguez

Mtro. Melitón. Jesús Franco Fernández

Dra. Elizabeth Pérez Soto

Dr. Roberto González Tenorio

Sin otro particular por el momento, me despido de usted.

Atentamente
"Amor, Orden y Progreso"

Dra. Beatriz del Carmen Coutiño Laguna
Coordinadora de Ingeniería en Alimentos

"Amor, Orden y Progreso"



Av. Universidad No. 133, Col. San Miguel Huatengo, Santiago
Tulantepec. C.P. 43775. Hidalgo, Mexico.
Teléfono: 7717172000 Ext. 42021
ricardo_navarro@uaeh.edu.mx

uaeh.edu.mx

AGRADECIMIENTO

A Dios por haberme permitido mejorar mi estado de salud para lograr mis objetivos, por bendecirme todos los días y brindarme su amor incondicional.

Agradezco a mi madre Edith, por el apoyo en esta gran decisión de mi vida estudiantil y cultivar la mejor educación que pude haber recibido, la cual está por concluir para dar inicio a nuevas experiencias, por jamás perder la esperanza en mí y brindarme su apoyo en los momentos difíciles.

A mis hermanos y abuela, que gracias a su compañía y amor día tras día me impulsaron para ser una mejor persona y motivarme a dar mi mejor esfuerzo.

A mi directora de tesis la Dra. Rosa Hayde Alfaro Rodríguez por aceptar este proyecto y brindarme tiempo, esfuerzo, paciencia y dedicación en la realización y culminación del presente trabajo.

A mi codirector y asesores por brindarme su apoyo, tiempo y colaboración.

A la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo que me abrió las puertas para poder realizar mi superación académica.

A los docentes del Instituto de Ciencias Agropecuarias que me impartieron las asignaturas de mi carrera, por los conocimientos y experiencias para mi formación profesional, agradeciendo su sabiduría, paciencia y apoyo.

INDICE GENERAL

RESUMEN.....	ix
ABSTRACT	x
INTRODUCCIÓN.....	1
JUSTIFICACIÓN	3
HIPÓTESIS	4
OBJETIVOS	5
Objetivo general.....	5
Objetivos específicos	5
MARCO TEÓRICO	6
Producción de café en México.....	6
Producción de café en el estado de Veracruz	7
Producción de café en la comunidad La Sombra.....	7
Propiedades del café y su composición química.....	8
Características fisicoquímicas del café	9
Proceso de transformación del grano de café a café tostado molido	10
Definición de piloncillo.....	12
Producción de piloncillo en México	12
Diferencia entre un jarabe y una base de saborizante en productos lácteos.....	13
Normas que regulan jarabes y saborizantes en productos alimentarios México:	14
Clasificación de jarabes alimenticios.....	15
Comparación entre formulaciones de jarabes y bases de café.....	18
Pruebas sensoriales en jarabes de grado alimenticio	19
Definición de yogur	20
Consumo per cápita de yogur en México	21
Producción de yogur en México	22
Producción de yogur en el estado de Veracruz 2024-2025.....	23
Análisis sensorial del yogur	23
Pruebas sensoriales.....	26

Interacción del jarabe de café con yogur batido	27
MATERIALES Y MÉTODOS	29
Etapas 1. Jarabe de café	29
Elaboración de infusión de café	29
Elaboración del jarabe de café	31
Etapas 2. Yogur batido adicionado con el jarabe de café.....	33
Elaboración de yogur batido natural	33
Adición de jarabe de café en yogur batido natural:	36
Parámetros fisicoquímicos del jarabe de café y de yogur batido con jarabe de café	37
Determinación de acidez titulable	37
Determinación de pH	38
Medición de viscosidad	39
Medición de color	40
Etapas 3. Prueba sensorial de yogur batido con jarabe de café:	40
Análisis estadístico de los datos.....	42
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	42
pH en jarabe de café	43
°Brix en jarabe de café	43
pH en yogur batido con jarabe de café	44
°Brix en yogur batido con jarabe de café.....	44
Color en yogur batido con jarabe de café.....	45
Viscosidad en jarabe de café	46
Acidez titulable y viscosidad en yogur batido con jarabe de café	47
Viscosidad en yogur batido con jarabe de café	48
Resultados de la prueba sensorial en yogur con jarabe de café	48
Determinación de la aceptabilidad de los atributos sensoriales a partir del nivel de agrado.	52
Atributo color	52
Atributo olor	53
Atributo sabor	54

Atributo textura.....	55
CONCLUSIONES.....	57
REFERENCIAS.....	58

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Clasificación de jarabes alimenticios.	17
Cuadro 2. Esquema del análisis sensorial aplicado a las dos formulaciones de jarabe de uvilla. ...	20
Cuadro 3. Comparación de los principales tipos de yogur, definición, características, parámetros evaluados y atributos sensoriales, basada en artículos científicos recientes (2020–2023).	25

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Formulación de la base para yogur de "La Sombra".	19
Tabla 2. Concentración de las tres infusiones de café.	30
Tabla 3. Medias LS y Error Std obtenidas en las tres repeticiones realizadas de pH y °Brix de jarabe de café.	43
Tabla 4. Medias LS y Error Std obtenidas en las tres repeticiones realizadas de pH y °Brix de yogur batido con jarabe de café.	44
Tabla 5. Medias LS y Error Std obtenidas en las tres repeticiones realizadas del parámetro cromático (L^* , a^* y b^*) de yogur batido con jarabe de café.	46
Tabla 6. Medias obtenidas en las tres repeticiones realizadas de la viscosidad en jarabe de café.	46
Tabla 7. Medias obtenidas en las tres repeticiones realizadas de la acidez titulable y viscosidad en las muestras de yogur batido con jarabe de café.	47
Tabla 8. Comparación de Medias ajustadas (LS) y Error Std de atributos de color, olor, sabor y textura en muestras evaluadas mediante una prueba de nivel de agrado.	49

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Flujo de proceso del jarabe de sacarosa con pulpa de café saborizado (Coffea arabica).	18
Ilustración 2. Diagrama de elaboración de yogur batido.	22
Ilustración 3. Infusión de café filtrada.	30
Ilustración 4. Diagrama de flujo elaboración de infusión de café.	31
Ilustración 5. Temperatura constante de 98°C en jarabe de café.	32
Ilustración 6. Jarabe de café (M1, M2 Y M3).	32
Ilustración 7. Diagrama de flujo elaboración de jarabe de café.	32
Ilustración 8. Yogur batido natural reposado 20 horas en refrigeración (a) y como producto final (b).	34
Ilustración 9. Elaboración de yogur batido natural.	35
Ilustración 12. Determinación de pH en jarabe de café (a) y en yogur batido con jarabe de café (b).	38
Ilustración 13. Determinación de °Brix en jarabe de café (a) y en yogur batido con jarabe de café (b).	39
Ilustración 14. Medición de viscosidad de jarabe de café (a) y en yogur batido con jarabe de café (b).	39
Ilustración 15. Medición de color en yogur batido con jarabe de café.	40
Ilustración 16. Muestras codificadas de yogur batido con jarabe de café (a) y montaje de cabina para prueba de nivel de agrado (b).	41
Ilustración 17. Prueba sensorial de yogur con jarabe de café.	42
Ilustración 18. Nivel de agrado global de yogur batido con jarabe de café en el plano factorial F1-F2 del análisis de componentes principales.	51
Ilustración 19. Atributo color.	53
Ilustración 20. Atributo olor.	54
Ilustración 21. Atributo sabor.	55
Ilustración 22. Atributo de la textura.	56

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexos 1. Formato prueba de nivel de agrado	64
Anexos 2. Formato de consentimiento para la prueba de nivel de agrado	65

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo principal formular un jarabe de café que pueda ser adicionado al yogur batido natural sin afectar sus características propias y ofrecer una alternativa de aprovechamiento para el café que se produce en la comunidad de La Sombra. Para ello, se elaboró tres muestras de jarabe de café (M1, M2 y M3) con concentraciones de café de 5%, 10% y 20%, respectivamente. Así mismo, la investigación se desarrolló bajo un diseño completamente al azar, realizando tres repeticiones por tratamiento. Se evaluaron parámetros fisicoquímicos como pH, °Brix, acidez titulable, viscosidad y color. De igual manera, se realizó una evaluación sensorial y por medio de una prueba de nivel de agrado se evaluaron atributos sensoriales como color, olor, sabor y textura. Los datos obtenidos se analizaron mediante análisis de varianza (ANOVA) y prueba de Tukey con un nivel de significancia de ($p < 0.05$), utilizando Microsoft Excel. Por otra parte, la acidez titulable y viscosidad no mostraron diferencias significativas, indicando mínimas variaciones.

Los resultados obtenidos mostraron que la adición de jarabe de café en yogur batido natural no modificó las características propias del yogurt batido natural, las cuales mostraron que la muestra con mayor concentración de café (M3:20%), presentó el mayor nivel de aceptación sensorial, representando una alternativa viable para diversificar el aprovechamiento de café producido en la comunidad de La Sombra.

Palabras clave: Yogur batido, jarabe de café, análisis sensorial, propiedades fisicoquímicas.

ABSTRACT

The main objective of this study was to formulate a coffee syrup that could be added to plain blended yogurt without affecting its inherent characteristics and to provide an alternative use for the coffee produced in the community of La Sombra. To this end, three coffee syrup samples (M1, M2, and M3) were prepared with coffee concentrations of 5%, 10%, and 20%, respectively. Furthermore, the study was conducted using a completely randomized design, with three replicates per treatment. Physicochemical parameters such as pH, °Brix, titratable acidity, viscosity, and color were evaluated. Additionally, a sensory evaluation was performed, and sensory attributes such as color, aroma, flavor, and texture were assessed using a likability test. The data obtained were analyzed using analysis of variance (ANOVA) and Tukey's test with a significance level of ($p < 0.05$), using Microsoft Excel. On the other hand, titratable acidity, viscosity, and color showed no significant differences, indicating minimal variations.

The results showed that adding coffee syrup to plain frozen yogurt did not alter the characteristics of the plain frozen yogurt. The sample with the highest coffee concentration (M3: 20%) received the highest level of sensory acceptance, making it a viable alternative for diversifying the use of coffee produced in the community of La Sombra.

Keywords: Blended yogur, coffee syrup, sensory analysis, physical and chemical properties.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, las preferencias del consumidor han evolucionado considerablemente, impulsando el desarrollo de alimentos innovadores que integren ingredientes naturales, diferentes sabores y mejora en las propiedades funcionales. Estas preferencias en los consumidores demandan productos con perfiles sensoriales más complejos y atractivos, capaces de ofrecer nuevas experiencias de consumo sin perder la calidad e inocuidad de los alimentos. Esta tendencia ha motivado a la industria alimentaria a incorporar ingredientes naturales y derivados vegetales en productos lácteos fermentados (Ordoñez, 2016), los cuales han adquirido gran relevancia debido a su amplio consumo y valor nutricional. Entre ellos, el yogur destaca como uno de los alimentos funcionales más aceptados a nivel mundial, gracias a sus propiedades nutritivas, digestivas y sensoriales, así como por la facilidad con la que puede combinarse con diversos ingredientes y saborizantes naturales (Bustos, Torres Quinteros, Gerez, & Iturriaga, 2019).

Uno de los ingredientes que ha generado gran interés en el desarrollo de nuevos productos alimenticios es el café, considerado una de las bebidas más consumidas, además de su importancia económica y cultural, también radica en las características sensoriales únicas que aporta, entre ellas su aroma intenso, notas tostadas, sabor característico y compuestos volátiles (Farah, 2012).

La literatura científica indica que, las características organolépticas del café lo convierten en un ingrediente con alto potencial para ser incorporado en diferentes formulaciones alimentarias. En particular, la combinación de sabores lácteos y café

ha mostrado una elevada aceptación en productos como helados, bebidas, postres y yogures saborizados, debido a que el perfil cremoso de los lácteos ayuda a equilibrar el sabor amargo y tostado característico del café. Asimismo, la adición de café o extractos derivados puede mejorar significativamente la aceptación sensorial de productos fermentados, aportando atributos diferenciados y aumentando su atractivo comercial (Vargas & Ramirez, 2019).

Desde un enfoque técnico, el desarrollo de un yogur saborizado con jarabe de café representa una alternativa innovadora dentro del mercado de productos lácteos fermentados, ya que permite diversificar la oferta comercial mediante el aprovechamiento de ingredientes de alta aceptación en la población. Por ejemplo, estudios han reportado que las propiedades fisicoquímicas y sensoriales del yogur saborizado con jarabe resulta fundamental para determinar la viabilidad del producto, así como establecer formulaciones adecuadas y garantizar las características de calidad que favorezcan su aceptación por parte del consumidor (Reyes & Ludeña, 2015).

El uso del piloncillo en la elaboración de un jarabe de café como edulcorante representa una alternativa tecnológica y sensorial, ya que este ingrediente aporta notas dulces, caramelizadas y ligeramente tostadas, las cuales pueden complementar de manera favorable el perfil aromático natural del café (Jaffé, 2015). Además, de sus aportaciones sensoriales, el piloncillo puede influir en las propiedades fisicoquímicas del jarabe, particularmente en parámetros como viscosidad, sólidos solubles, color y estabilidad (Guerra & Mujica, 2010).

JUSTIFICACIÓN

El presente estudio surge a partir de la necesidad de buscar nuevas alternativas para aprovechar el café que se produce en la comunidad de La Sombra, puesto que promueve ampliar el uso del café además de comercializarlo como grano verde o tostado y se busca otras alternativas que puedan generar un valor agregado. Debido a esto, se considera importante desarrollar nuevos productos que permitan ampliar el uso del café y al mismo tiempo beneficiar a los productores de la comunidad de La Sombra.

Este trabajo propone formular un jarabe de café para ser incorporado a yogur batido natural como saborizante, con la finalidad de dar una alternativa de uso al café. Para ello, se realizó pruebas fisicoquímicas y una evaluación sensorial por medio de una prueba de nivel de agrado, para determinar la viabilidad del jarabe de café al ser adicionado al yogur batido.

También, esta alternativa nos permite incrementar el valor económico del café, así como fomentar el emprendimiento local y generar nuevas fuentes de ingreso y empleo. De igual forma, se espera que los resultados obtenidos sirvan como base para futuras investigaciones relacionadas con el desarrollo de nuevos productos y el aprovechamiento de productos regionales en la industria alimentaria.

HIPÓTESIS

Ho: La incorporación de jarabe de café como saborizante en el yogur, no produce diferencias significativas de aceptación sensorial en los atributos de color, sabor, olor, textura, así como en las propiedades fisicoquímicas.

Ha: La incorporación de jarabe de café como saborizante en el yogur, si produce diferencias significativas de aceptación sensorial en los atributos de color, sabor, olor, textura, así como en las propiedades fisicoquímicas.

OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de un yogur adicionado con jarabe de café, mediante análisis fisicoquímicos y una prueba de consumidores, para determinar su calidad tecnológica como alternativa de saborizante en productos lácteos fermentados.

Objetivos específicos

1. Formular y estandarizar tres concentraciones de jarabe de café, estableciendo las condiciones óptimas de preparación para evaluar su aplicación como saborizante en yogur batido.
2. Evaluar las propiedades fisicoquímicas de tres formulaciones del jarabe de café y del yogur batido adicionado con cada una de ellas, para determinar las características de calidad.
3. Realizar una prueba sensorial de yogur saborizado con jarabe de café, mediante una prueba de nivel de agrado, con el propósito de identificar la concentración de jarabe con mayor aceptación sensorial.

MARCO TEÓRICO

Definición de café

El café es una bebida que se obtiene a partir de granos de café molidos, mezclados con agua caliente, siendo apreciada por su sabor, su aroma y por la capacidad que tiene de aportar un estímulo de energía, debido principalmente al efecto de la cafeína (estimulante del sistema nervioso central que puede aumentar temporalmente la alerta y reducir la sensación de fatiga), (Chicharro, 2023).

Originario de Etiopía, el café también es cultivado y consumido desde hace siglos y actualmente es una parte integral de las culturas sociales y comerciales en todo el mundo (Smith, 2020). Asimismo, representa una gran fuente en antioxidantes, sobre todo en polifenoles, los cuales pueden tener beneficios en cuanto a la salud cardiovascular y la reducción del riesgo de enfermedades crónicas como diabetes tipo 2 (Wang, 2019).

Producción de café en México

La producción de café cereza en México alcanzó aproximadamente 1.08 millones de toneladas en 2025, por ello refleja mayor importancia agrícola dentro del país. El estado con mayor producción de café es Chiapas, aportando un 36.5%, seguido del estado de Veracruz que ocupa el segundo lugar con mayor producción de café, aporta alrededor del 24-25% del total nacional y Puebla con un 21.1%. Mientras que en la producción de café verde (grano procesado), la producción

nacional se valora alrededor de 232 mil toneladas y se considera a la variedad arábica como la robusta (Konfío, 2025).

Producción de café en el estado de Veracruz

El estado de Veracruz registra alrededor de 134 mil hectáreas destinadas al cultivo del café, con una producción superior a 253 mil toneladas de café, lo que sitúa a este estado como una de las principales regiones cafeteras del país (Galeana Sánchez, 2025). Las regiones cafeteras del estado de Veracruz se localizan principalmente en zonas montañosas, donde las condiciones de altitud, temperatura y humedad favorecen al desarrollo del cultivo. Municipios como Coatepec, Córdoba, Huatusco y Xalapa, quienes destacan por tener las mayores producciones de café de alta calidad. Además, las cualidades del café Veracruzano lo hacen un producto con atributos sensoriales característicos (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2022).

Producción de café en la comunidad La Sombra

El municipio de Chiconquiaco, Veracruz se ubica con las coordenadas de 19° 42' y 19° 49' latitud norte; 96° 39' y 96° 52' longitud oeste, el cual tiene una superficie aproximada de 133.9 km² y representa 0.2% del territorio estatal, dentro de este municipio se encuentra la comunidad de La Sombra, entre las cuales se encuentran la agricultura con 3 478.7 ha (café cereza, maíz y frijol) que generan un 70.5% del total de los empleos. El café de La Sombra es un café tostado y molido de las variedades tradicionales como: borbón, típica, geisha y de las variedades tolerantes como oro azteca, Colombia y Sarchimor, las cuales son semillas certificadas por el

Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS) en México, cabe mencionar que es el principal sustento de la región (Islas Pelcastre & Pérez Soto, 2020).

Propiedades del café y su composición química.

El café es obtenido de especies del género *Coffea*, es una de las bebidas más consumidas a nivel mundial y en el cual se ha estudiado para analizar su compleja composición química, así como sus efectos fisiológicos en el organismo humano. Desde una perspectiva científica, se ha considerado a este grano como una matriz química altamente compleja que contiene cientos de compuestos bioactivos, los cuales influyen tanto en sus propiedades sensoriales como en sus efectos sobre la salud. Los compuestos con mayor importancia son la cafeína, los ácidos clorogénicos, fenólicos, los ácidos diterpenos y algunos minerales. En cuanto a la cafeína es el alcaloide más estudiado en el café y actúa como un estimulante del sistema nervioso central mediante el bloqueo de los receptores de adenosina, lo que ocasiona diversos efectos en el cuerpo humano como el aumento del estado de alerta, la disminución de la fatiga y la mejora del rendimiento cognitivo. La cafeína también presenta una alta biodisponibilidad y rápida absorción en el organismo, lo que explica sus efectos fisiológicos casi inmediatos tras su consumo (Marin Garza, et al., 2020).

En cuanto al aporte nutricional del café se define por tener un bajo contenido calórico cuando se consume sin adición de azúcares o grasas. Sin embargo, la importancia nutricional se encuentra en sus compuestos bioactivos y micronutrientes, como potasio, magnesio y vitaminas del complejo B. Aunque estos nutrientes se encuentran en pequeñas cantidades, contribuyen al valor funcional del café, además

de ser considerado una de las principales fuentes de antioxidantes en la alimentación moderna, aun superando a algunas frutas y verduras (Chavez Ulate & Esquivel Rodriguez, 2019).

Características fisicoquímicas del café

El grano de café contiene diversos ácidos orgánicos (cítrico, málico y acético), los cuales influyen considerablemente en las características sensoriales y pueden ser modificados durante la etapa de tostado del café, por lo que repercute directamente en las propiedades finales del café (Rune JBirke, et al., 2023).

Asimismo, los sólidos solubles presentes en el café son un parámetro importante que representa la fracción de compuestos que se extraen del café durante su preparación y está relacionado con la intensidad, el cuerpo y la concentración de la bebida elaborada. Los sólidos solubles incluyen azúcares, ácidos, cafeína, compuestos fenólicos y minerales, la concentración puede variar, en función del método de extracción, el tamaño de la partícula del café molido y las condiciones de preparación. En cuanto a los parámetros como la humedad, la actividad de agua y la densidad del grano son primordiales para la evaluación de la calidad del café, la humedad influye en la estabilidad del grano durante el almacenamiento, mientras que la actividad de agua está relacionada con el crecimiento microbiano y la conservación del producto, estos parámetros son esenciales en el control de calidad y en la estandarización del café en la industria alimentaria (Júarez Gonzalez, et al., 2021).

Por otro lado, el tostado del café llega a provocar la degradación de ciertos compuestos originales (ácidos clorogénicos) y también forman nuevos compuestos

como melanoidinas, las cuales contribuyen al color oscuro y al cuerpo de la bebida (Osorio Perez, Pabón Usaquén, Gallego Agudelo, & Echeverri Giraldo, 2021).

Proceso de transformación del grano de café a café tostado molido

El proceso para la obtención del café tostado molido, tiene un conjunto de etapas industriales que transforman el fruto del cafeto en un producto listo para su consumo. El proceso inicia con la cosecha del fruto cuando alcanza su madurez óptima (identificada por un color rojo intenso), conocido como cereza de café. Después, se lleva a cabo una recolección la cual puede ser manual o mecanizada. Sin embargo, es conveniente realizar la cosecha manual, ya que permite elegir únicamente los frutos maduros, evitando defectos en el producto final (Araujo Guerrero, Villanueva Carbajal, & Estrada Campuzano, 2020).

Luego de realizar la recolección, se efectúa la etapa del beneficio húmedo o seco, el cual consiste en despulpar el fruto, retirando la pulpa externa, seguido de una etapa de fermentación, donde los mucílagos que recubren al grano son degradados por acción microbiana. Este proceso es fundamental, ya que influye en el desarrollo de compuestos precursores del aroma y sabor del café. Posteriormente, se lavan los granos para eliminar mayor contenido de residuos y se somete a un proceso de secado, para disminuir el contenido de humedad (10-12%), para garantizar la estabilidad durante el almacenamiento (Bermudez Mendez, 2024).

El secado es una etapa crítica, ya que si no se realiza adecuadamente puede generar defectos como la fermentación excesiva o desarrollo de mohos, afectando la calidad del café. Una vez seco, el café se obtiene en forma de café verde (grano

descascarado), el cual ya puede ser almacenado o apartado para una siguiente transformación. El secado se puede realizar de manera natural (radiación solar) o mediante secadores mecánicos, dependiendo de las condiciones climáticas y la escala de producción. (Araujo Guerrero, Villanueva Carbajal, & Estrada Campuzano, 2020).

La siguiente etapa es el tostado, es el proceso más importante en la transformación del café, ya que en él se desarrollan las características sensoriales del producto. Durante el tostado, los granos son sometidos a temperaturas superiores a 150°C, donde se llevan a cabo reacciones químicas (Maillard, caramelización y degradación térmica de compuestos), las cuales generan sustancias responsables del aroma, sabor y color del café tostado. Además, en esta etapa se produce una pérdida de peso del grano (10-24%), debido a la evaporación del agua y la liberación de compuestos volátiles. Posteriormente, el café pasa por una etapa de enfriamiento, con el propósito de detener las reacciones térmicas y evitar la sobre exposición del calor. Después sigue la etapa de la molienda, la cual consiste en la reducción del tamaño de la partícula del café tostado (menor a 6 mm) y puede realizarse por medio de equipos especializados que pueden operar bajo principios de compresión, impacto o fricción. Entre los equipos más utilizados se encuentran los molinos de rodillos y molinos de cuchillas (Feria Morales, 2020). Finalmente, el café molido es envasado y almacenado, protegiendo el producto final de factores como la humedad, el oxígeno y la luz, que pueden provocar la pérdida de compuestos aromáticos y la degradación de su calidad (Puerta Quintero, 2023).

Definición de piloncillo

El piloncillo, conocido como “La panela” (azúcar de caña no centrifugada), como se denominada en México, es un endulzante tradicional obtenido por concentración del jugo de caña, de mucha importancia económica y cultural en América Latina (Zidan & Azlan, 2022).

Producción de piloncillo en México

Los principales estados productores de piloncillo son Veracruz, Nayarit, Colima y siendo el mayor productor el estado de San Luis Potosí (Baca del Moral, Cuevas Reyes, Rosales Nieto, & Rivera Martinez, 2018). La producción de piloncillo en México se lleva a cabo de forma tradicional con el jugo de caña y se somete a procesos térmicos de clarificación, concentración y cocción (etapas en las que el control de temperatura, tiempo y limpieza determinan el color, la composición y la inocuidad del piloncillo). Luego de conseguir una consistencia adecuada, el producto se moldea en conos o se granula. Finalmente, el producto es distribuido e impacta socialmente al competir con azúcares refinados (Hernandez, Soto Estrada, & Pérez Hernández, 2025).

Propiedades del piloncillo

El piloncillo es un sólido compacto cuya matriz está dominada por carbohidratos solubles principalmente la sacarosa y fracciones de azúcares reductores como glucosa y fructosa, teniendo un contenido de humedad relativamente bajo que favorece su conservación en forma de cono o bloque (Martínez González,

et al., 2019). La concentración de sólidos solubles (60-70°Brix) es obtenida durante la cocción y en esta se determina la textura final (más vítrea o más cristalina 94°Brix) y afecta principalmente las propiedades sensoriales como color y aroma. Se han reportado datos exactos de la composición del piloncillo como sólidos solubles (73.39%), humedad (9.15%), cenizas (8.12%), proteína (3.94%) y lípidos o grasa (5.4%), por otro lado, la proporción de azúcares varía según el método de evaporación y el control térmico empleado (Alvarez Diaz, Wong Paz, Muñiz Marquez, & Aguilar Zarate, 2019).

El piloncillo presenta beneficios potenciales para la salud por sus compuestos fenólicos, esto podría exhibir la actividad antioxidante y algunos de sus efectos metabólicos favorables, los cuales son observados en modelos experimentales (por ejemplo: efectos hipolipemiantes o moduladores de sensibilidad a la insulina en estudios preclínicos), lo que incide a que varios autores lo consideren como candidato a un “alimento funcional” o nutracéutico (Zidan & Azlan, 2022).

Diferencia entre un jarabe y una base de saborizante en productos lácteos

Los jarabes son soluciones de azúcares en agua, mayormente viscosos, adicionados con zumos de fruta, infusiones o decocciones vegetales, los cuales deben cumplir con una concentración mínima de 62 °Brix, garantizando su estabilidad y calidad microbiológica (Boletín Oficial del Estado, 1984). Además, puede contener diversos ingredientes y aditivos autorizados por la autoridad sanitaria, incluyendo saborizantes, colorantes y conservadores, siempre y cuando se respeten los límites permisibles establecidos (Secretaría de Salud, 2012).

Por otro lado, una base (saborizante alimentario) es una sustancia o una mezcla de sustancias que tiene propiedades odoríferas (cualidades olfativas) y/o sápidas (cualidades gustativas), su principal finalidad es proporcionar o intensificar el sabor y/o aroma de un alimento y no necesariamente aporta en su volumen, dulzor o textura (Codex Alimentarius Commission, 2018). Según las definiciones analizadas en los acuerdos normalizados de aditivos alimentarios, los saborizantes y/o azúcares son clasificados según su origen (naturales o artificiales) y en cuanto a su función deben de añadir características organolépticas deseadas al producto final (Codex Alimentarius Commission, 2008).

Después de analizar la diferencia entre un jarabe y una base (saborizante alimentario), se denominó al producto como un jarabe de azúcar, tratándose de una mezcla fluida y viscosa con agua significativa. En la elaboración del jarabe de café es primordial la extracción del café por medio de una infusión, al que se le añade azúcar o endulzantes para crear una mezcla viscosa que se incorpora al yogur, dándole un sabor distintivo sin alterar excesivamente la textura del producto (Pereira, 2017).

Normas que regulan jarabes y saborizantes en productos alimentarios México:

La Norma Oficial Mexicana NOM-218-SSA1-2011 (Secretaría de Salud, 2012), Productos y servicios, Bebidas no alcohólicas define jarabe como producto con concentración de azúcares suficiente para lograr una consistencia viscosa y sometido a tratamiento térmico para su conservación, lo cual es útil para comprender legalmente qué constituye un jarabe en alimentos y bebidas.

Por otro lado, la NMX-F-169-1984 (Dirección General de Normas, 1984), establece las especificaciones de calidad para los jarabes alimentarios en México, exige un mínimo de 59.1°Brix, un pH superior a 3 y límites microbiológicos estrictos (cuenta total: máximo 1000 UFC/g, hongos y levaduras: máximo 10 UFC/g y coliformes: negativo).

La Norma Oficial Mexicana NOM-185-SSA1-2012 (Secretaría de Salud, 2012), Productos lácteos fermentados y acidificados, regula la elaboración de productos lácteos aromatizados, permitiendo saborizantes, incluidos los naturales, siempre de acuerdo con buenas prácticas de fabricación y acuerdos regulatorios específicos. Esto indica que los saborizantes en productos lácteos deben cumplir criterios técnicos (los jarabes utilizados deben cumplir con la definición de azúcares como mono y disacáridos presentes en alimentos y deben incorporarse conforme a las buenas prácticas de fabricación) y de inocuidad (establece que todos los jarabes, deben estar libres de materia extraña, contaminantes y microorganismos que representen riesgo a la salud) que difieren del uso general de jarabes en que se imponen controles más estrictos su calidad, cantidad, trazabilidad, etiquetado y condiciones de manejo, buscando asegurar que la incorporación de jarabes no comprometa la seguridad sanitaria ni las características del producto final.

Clasificación de jarabes alimenticios

Se describen a los jarabes alimenticios como soluciones concentradas de azúcares en agua y de acuerdo con la formulación, se incorporan saborizantes, colorantes o extractos naturales (Damodaran, Parkin, & Fennema, 2017). La clasificación de los jarabes se debe principalmente a la combinación de los

parámetros fisicoquímicos, los cuales determinan su comportamiento y la estabilidad del producto (Food and Agriculture Organization, 2001).

En el Cuadro 1 se presenta la clasificación de jarabes alimenticios de acuerdo a sus parámetros fisicoquímicos y su composición.

Esta clasificación se relaciona principalmente con la elevada concentración de sólidos solubles (79-83 °Brix), rango que corresponde a jarabes concentrados utilizados en la industria alimentaria. De igual manera, el pH obtenido es de 5-6, indicando que se trata de un jarabe de baja acidez (Codex Alimentarius Commission, 2019). Por otro lado, la viscosidad de 2 Pa·s, muestra que el jarabe de café conserva una consistencia fluida, aun cuando presenta una alta concentración de azúcares (comportamiento típico de los jarabes concentrados), (Vicentini Polette, Belé, Borges, Spoto, & Verruma Bernardi, 2019).

Además, la adición de café aporta características sensoriales como, color, aroma y sabor característico, por lo que el producto también puede considerarse un jarabe saborizado, dentro de las clasificaciones de productos alimenticios (Quintero, Velásquez, Zapata, López, & Cisneros Zevallos, 2021).

Cuadro 1. Clasificación de jarabes alimenticios.

Tipo de jarabe	Definición	Parámetros fisicoquímicos	Citas bibliográficas
Jarabe diluido	Solución azucarada con baja concentración de sólidos, caracterizada por tener mayor proporción de agua disponible	< 65 °Brix, alta actividad de agua, baja viscosidad, mayor riesgo microbiológico	(Codex Alimentarius Commission, 2019) y (Food and Agriculture Organization, 2001)
Jarabe concentrado	Solución concentrada de azúcares, que reduce la actividad de agua, favoreciendo su estabilidad y conservación	≥ 65 °Brix, menor actividad de agua, viscosidad media-alta	(Codex Alimentarius Commission, 2019) y (Food and Agriculture Organization, 2001)
Jarabe de alta densidad	Jarabe altamente concentrado que eleva la proporción de sólidos solubles y mejora la estabilidad (puede inducir cristalización durante el almacenamiento)	≥ 80 °Brix, baja actividad de agua, alta viscosidad, riesgo de cristalización	(Codex Alimentarius Commission, 2019) y (Food and Agriculture Organization, 2001)
Jarabe simple (sacarosa)	Solución acuosa de sacarosa utilizada como base	60-85 °Brix y pH de 5-7	(Damodaran, Parkin, & Fennema, 2017)
Jarabe invertido	Producto obtenido por hidrólisis de la sacarosa en glucosa y fructosa	Mayor poder edulcorante, menor tendencia a la cristalización y alta solubilidad	(Damodaran, Parkin, & Fennema, 2017)
Jarabe de glucosa	Jarabe derivado de la hidrólisis de almidón, cuya composición depende del grado de conversión (Equivalente de Dextrosa)	Menor dulzor que sacarosa y propiedades dependientes de la Equivalente de Dextrosa	(Damodaran, Parkin, & Fennema, 2017)
Jarabe saborizado	Jarabe base al que se añaden compuestos aromáticos o extractos naturales (café y frutas)	°Brix variable (> 60), propiedades sensoriales específicas, estabilidad dependiente a la formulación	(Damodaran, Parkin, & Fennema, 2017)
Jarabe de baja acidez	Jarabe con pH relativamente alto, donde la estabilidad depende principalmente de la concentración de azúcares	pH > 4.6, riesgo microbiológico moderado	(Codex Alimentarius Commission, 2019)
Jarabe ácido	Jarabe con pH bajo que presenta mayor estabilidad microbiológica	pH ≤ 4.6, mayor estabilidad microbiológica	(Codex Alimentarius Commission, 2019)

Fuente: (Codex Alimentarius Commission, 2019), (Damodaran, Parkin, & Fennema, 2017), (Food and Agriculture Organization, 2001).

Comparación entre formulaciones de jarabes y bases de café

(Valenzuela Romero, 2010) realizó un jarabe de sacarosa con pulpa de café, usando el extracto de café cereza y café instantáneo (Ilustración 1), donde muestra su estructuración de contenido y la funcionalidad del producto mediante el uso de aditivos funcionales y reguladores de acidez.

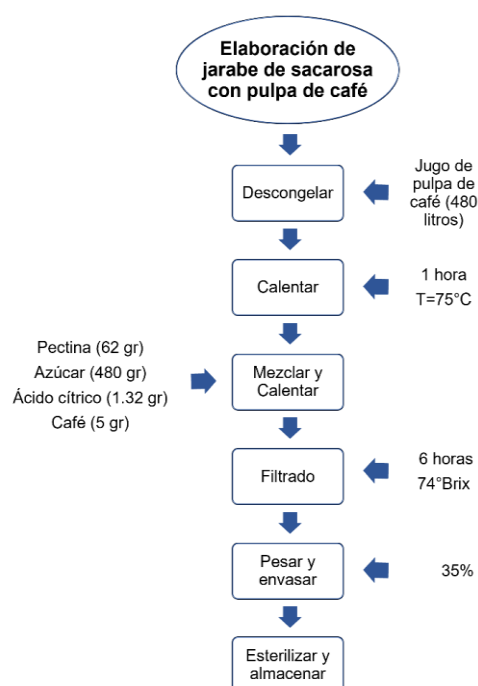


Ilustración 1. Flujo de proceso del jarabe de sacarosa con pulpa de café saborizado (*Coffea arabica*).

Fuente: (Valenzuela Romero, 2010).

Por otro lado, en la Tabla 1 se presenta la formulación de la base utilizada para yogur, caracterizada por una concentración menor al 50% de sacarosa y la adición de extracto de café de “La Sombra” y pectina de bajo metoxilo (Islas Pelcastre & Pérez Soto, 2020).

Tabla 1. Formulación de la base para yogur de "La Sombra".

Ingredientes	Peso (g)	%
Azúcar	500	34.78
Extracto de café	930	64.67
Pectina de bajo metoxilo	8	0.55

Fuente: (Islas Pelcastre & Pérez Soto, 2020).

Pruebas sensoriales en jarabes de grado alimenticio

Los análisis sensoriales se enfocan en atributos como el color, olor, sabor, dulzor, acidez, viscosidad y aceptación global, los cuales son determinantes en la calidad del producto. Estos atributos se evalúan comúnmente mediante escalas hedónicas de 7 y 9 puntos, donde los panelistas expresan su nivel de agrado o desagrado hacia cada muestra (Sauna Aguilar, Osorio Paredes, Moreno Ramos, & Estarada Gonzales, 2025). Asimismo, en el desarrollo de productos alimenticios líquidos, como néctares, bebidas funcionales y jarabes, se emplean paneles de consumidores no entrenados cuando el principal objetivo es evaluar la aceptación de la población, mientras que los paneles entrenados se utilizan en casos para describir con mayor precisión los atributos sensoriales del producto (International Organization for Standardization, 2012). La evaluación sensorial no solo permite determinar la preferencia, sino también identificar atributos específicos que influyen en la percepción del consumidor (Gonzalez, 2025).

En el Cuadro 2 se muestra una evaluación sensorial de dos formulaciones de jarabe de uvilla, una endulzada con sacarosa y otra con miel, utilizando una escala hedónica de 5 puntos. La prueba sensorial se basó en una evaluación afectiva de aceptación, donde se evaluaron los atributos de apariencia, consistencia, color, olor

y sabor, con el propósito de determinar la aceptabilidad de las formulaciones. Las muestras fueron presentadas de manera codificada y en orden aleatorio para evitar sesgos durante la evaluación. Asimismo, se distribuyeron de forma homogénea 30 mL de cada muestra en vasos de polipropileno (PP) con capacidad de 60 mL y fueron servidas a una temperatura de 20°C (Naula Pérez, 2022).

Cuadro 2. Esquema del análisis sensorial aplicado a las dos formulaciones de jarabe de uvilla.

Puntaje	Descripción				
	Apariencia	Consistencia	Color	Olor	Sabor
5	Muy buena	Muy viscosa	Me gusta mucho	Intenso característico	Muy bueno característico
4	Buena	Ligeramente viscosa	Me gusta	Normal característico	Bueno característico
3	Ligeramente buena	Moderadamente fluida	No me gusta ni me disgusta	Perceptible	Ligeramente bueno
2	Regular	Fluida	Me disgusta	Ligeramente perceptible	Regular
1	No atractiva	Muy fluida	Me disgusta mucho	Ausencia	Pobre

Fuente: (Naula Pérez, 2022).

Definición de yogur

El yogur es un alimento producido por cultivos bacterianos como *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* y *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* en la leche, en el cual puede contener otros cultivos, edulcorantes y aditivos, es importante considerar que debe alcanzar ≥ 3.25 % de grasa láctea, ≥ 8.25 % de sólidos no grasos, una acidez titulable ≥ 0.7 % y un pH ≤ 4.6 (Olson, 2022). El yogur es un producto lácteo fermentado muy cotizado por su alto contenido nutricional, su importante e indispensable actividad bacteriana y su amplia gama de sabores y texturas, el cual

tiene diversas ventajas sensoriales gracias a las sencillas variaciones en su formulación que favorecen la aceptación del sabor (Aktar, 2022).

En México, la elaboración de yogur está regulada principalmente por la NOM-181-SCFI/SAGARPA-2018 (Secretaría de Economía & Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2019), la cual establece las especificaciones fisicoquímicas mínimas que garantizan la calidad del yogur (proteína: mínimo 2.1%, grasa butírica: máximo 7%, acidez titulable: máximo 0.5 como ácido láctico, sólidos lácteos no grasos: mínimo 8.25%) y microbiológicas (como mínimo 107 UFC/g de la suma de *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus*), incluyendo natural, batido, bebible y con fruta. En la (Ilustración 2) se muestra el proceso de elaboración del yogur batido natural (Navas Bayona, 2008), donde se presenta un enfoque práctico en etapas como la fermentación, el batido y el enfriamiento, así como la adición de ingredientes específicos (azúcar y extractos) según la formulación del producto.

Consumo per cápita de yogur en México

El consumo per cápita del yogur en México ha mostrado importantes cambios en los últimos años. Según el informe de (IndexBox., 2025), en 2024 México registró un consumo de yogur de 1.1 millones de toneladas, lo que equivale aproximadamente a 8.5 kg por persona por año y por su parte, datos de Statista estiman que el consumo por persona en 2024 fue de 11.6 kg, con proyectos de crecimiento moderado hasta 2029. Aunque las cifras oficiales directas de producción total de yogur en 2025 son limitadas, Statista proyecta una producción per cápita de aproximadamente 11.5 kg,

lo que para una población estimada de 126 millones implica un volumen nacional cercano a 1.45 millones de toneladas en 2025.

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESAMIENTO DEL YOGURT BATIDO

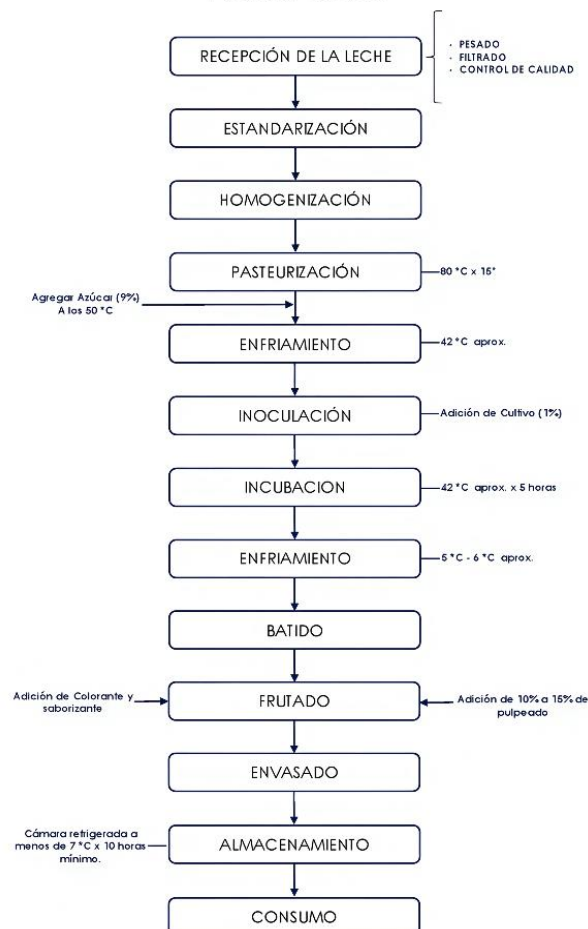


Ilustración 2. Diagrama de elaboración de yogurt batido.

Fuente: (Navas Bayona, 2008).

Producción de yogur en México

El informe de (Statista Market Insights, 2025) menciona que en 2025 el volumen estimado del mercado de yogur en México se acerca a 1 600 millones de kilogramos (1.6 millones de toneladas), con una tendencia constante de incremento desde 2024. México se posiciona como el segundo mayor productor de yogur, con aproximadamente 1.1 millones de toneladas anuales en 2024 sólo detrás de Brasil y

manteniendo ese rango en el periodo 2022–2024 (Group., 2025). En 2024 se produjeron mensualmente más de 39 000 toneladas de yogur bebible y 20 900 toneladas de yogur con fruta o cereales en mayo de ese año.

Producción de yogur en el estado de Veracruz 2024-2025

El estado de Veracruz es el sexto estado productor de leche bovina en México, con aproximadamente 233 productores y una captación diaria de 100 000 L a través de plantas como Liconsa y Segalmex, distribuidos en 10 centros estatales y 600 lecherías, lo cual sirve de base para la elaboración de yogur local y nacional. La producción láctea supera los 100 000 litros diarios, con centros de acopio locales que abastecen tanto a productos lácteos regionales como industriales (Gobierno del Estado de Veracruz, 2025).

Análisis sensorial del yogur

El análisis sensorial es una herramienta fundamental en el estudio de la calidad organoléptica de los productos lácteos, en particular del yogur. Este proceso permite evaluar cómo los parámetros físicos y químicos del producto se traducen en percepciones sensoriales humanas, como sabor, aroma, textura y apariencia. En la industria alimentaria, donde actualmente existe una creciente demanda por productos saludables, funcionales y personalizados, el análisis sensorial se ha consolidado como un elemento esencial para el desarrollo, mejora y aceptación de nuevos productos (Gyawali, 2022).

Los parámetros sensoriales evaluados en el yogur se agrupan comúnmente en cuatro categorías: apariencia, textura, aroma y sabor. La apariencia incluye características como el color, la presencia de sinéresis y la homogeneidad del producto. La textura, uno de los atributos más críticos en la aceptación del yogur, se relaciona con propiedades como la firmeza, la viscosidad, la adhesividad y la cohesión, que pueden evaluarse sensorialmente o mediante análisis instrumentales como el Perfil de Textura (TPA) (Zhang X. L., 2024). El sabor y el aroma abarcan la percepción de acidez, dulzor, notas lácticas o frutales, así como el retrogusto. Estas dimensiones también se han empezado a analizar con herramientas tecnológicas como narices electrónicas y cromatografía de gases (Mokoonlall, 2021).

La integración de métodos cualitativos y cuantitativos ha incrementado la confiabilidad del análisis sensorial, permitiendo una caracterización más completa del perfil del yogur, en particular en productos modificados como los bajos en grasa, sin azúcar o enriquecidos con probióticos y fibras (Cadena, et al., 2014). Existen diferentes tipos de paneles sensoriales empleados en la evaluación del yogur y son clave en estudios de investigación, ya que permiten una evaluación precisa y repetible de variables como viscosidad, firmeza, cremosidad, acidez, dulzor y aroma (Dias, 2020). Estudios recientes revelan que las pruebas de nivel de agrado en yogur se realizan con jueces no entrenados y han trabajado con entre 80-120 consumidores para obtener resultados representativos (Ramón, Curti, Lotufo Haddad, & Vinderola, 2023). En la Cuadro 3 se muestra la comparación de los principales tipos de yogur, destacando sus características, parámetros evaluados y atributos sensoriales, con referencia a estudios recientes realizados por diferentes autores entre 2020 y 2023

Cuadro 3. Comparación de los principales tipos de yogur, definición, características, parámetros evaluados y atributos sensoriales, basada en artículos científicos recientes (2020–2023).

Tipo de yogur	Definición y características	Parámetros evaluados	Atributos sensoriales				Citas bibliográficas
			Visuales	Olfativos	Gustativos	Textura	
Tradicional	Yogur incubado y enfriado dentro del envase; textura firme tipo gel, mínima sinéresis.	pH, acidez, sólidos totales, grasa (~3.3 %), proteína (≥2.7 %), viscosidad, sinéresis, WHC, recuento de bacterias lácticas (~10 ⁷ UFC/g).	Color blanco	Aroma láctico	Ligeramente ácido	Firme y gel uniforme	(Arab, 2021)
Batido	Fermentado en tanque, luego agitado y envasado; más suave y homogéneo.	Mismos parámetros que el set; además, evolución de pH durante fermentación, sinéresis post-batido, viscosidad con viscometría.	-----	-----	-----	Cremosa, homogeneidad, viscosidad media, menor firmeza	(Aktar, 2022)
Griego	Yogur concentrado por colado o centrifugado para eliminar suero; alto contenido proteico (~5.6 %), muy espeso.	pH, acidez, sólidos totales, proteína (≥5.6 %), grasa, sinéresis, viscosidad, recuento bacteriano.	Color blanco opaco	-----	Más ácido concentrado	Muy cremosa/densa	(Korkmaz, Li, & Rashwan, 2022)
Bebible	Yogur fluido, homogeneizado a alta mezcla post-fermentación; es líquido.	pH, acidez, sólidos totales, viscosidad baja, recuento bacteriano, estabilidad del emulsionante.	-----	-----	Refrescante	Ligera, fácil de beber, suavidad en boca	(Zhu, 2023)
Plant-Based	Alternativas fermentadas a base de soja, coco o nueces; con gelificantes para simular textura.	pH, acidez, sólidos totales, recuento bacteriano, estabilidad del gel, sinéresis, viscosidad.	-----.	-----	Vegetal fermentado	Cremosa (dependiendo de aditivos)	(Pappa, 2023)

Fuente: (Aktar, 2022), (Arab, 2021), (Korkmaz, Li, & Rashwan, 2022), (Pappa, 2023), (Zhu, 2023).

Pruebas sensoriales

Las pruebas sensoriales se clasifican en discriminativas y analíticas, cuyo objetivo es identificar diferencias o describir atributos específicos entre muestras. Para ello se emplean paneles entrenados o semi entrenados integrados por jueces con experiencia, quienes utilizan metodologías descriptivas cuantitativas para identificar y calificar atributos específicos. Por otro lado, los paneles no entrenados, conformados por consumidores, se emplean principalmente para evaluar la aceptabilidad general o preferencia del consumidor, (Severiano Pérez, 2019). La información obtenida a partir de estas evaluaciones resulta de gran utilidad para conocer la percepción del público objetivo y orientar decisiones relacionada con la formulación y comercialización del producto (Zhang X. L., 2024).

Dentro de las pruebas afectivas se encuentra la prueba de nivel de agrado, la cual permite conocer que tanto gusta un producto y si el consumidor está dispuesto a consumirlo o comprarlo. Generalmente se utiliza una escala hedónica de 5, 7 o 9 puntos para medir en nivel de aceptación (Ramos, Barazarte, & Pernalet, 2019).

En las pruebas afectivas o de nivel de agrado, es importante considerar las características sociodemográficas de los jueces consumidores, tales como edad, género, nivel socioeconómico y su procedencia, ya que estas variables pueden influir en la percepción y evaluación sensorial del producto (Severiano Pérez, 2019).

Efectos fisicoquímicos al añadir jarabe de sacarosa a un yogur.

Al añadir un jarabe de sacarosa al yogur, se incrementa la cantidad de sólidos solubles (azúcares) en la fase acuosa del producto. Esto modifica la concentración osmótica

del medio, y potencialmente afecta la textura, viscosidad y estabilidad del gel lácteo. Por ejemplo, en estudios con yogures endulzados se ha observado que los azúcares añadidos se disuelven en la fase líquida, incrementando los sólidos solubles sin necesariamente alterar drásticamente el pH (Pazmiño, 2021).

Por otra parte, se ha reportado que el pH del yogur tiende a aumentar ligeramente conforme se incrementa la concentración de sacarosa añadida, lo cual indica una disminución relativa de la acidez inicial. Este comportamiento se atribuye a que la sacarosa no es fermentada directamente de forma inmediata por las bacterias ácido lácticas, por lo que diluye el efecto ácido del sistema en el momento de su agregación (Mori Nuñez, 2017).

La presencia de sacarosa puede afectar la retención de agua del yogur. En un estudio que evaluó la adición de sacarosa (0, 5 y 10 %) combinada con carragenina (estabilizante) al yogur, estudios han reportado que en la capacidad de retención de agua aumentó conforme se incrementó la concentración de sacarosa, lo que sugiere que la sacarosa favorece la unión del agua con los constituyentes proteicos del yogur (Núñez, 2019).

Interacción del jarabe de café con yogur batido

La incorporación de jarabe de café en yogur batido implica una serie de interacciones fisicoquímicas que pueden influir tanto en la estructura del yogur como en sus características sensoriales y estabilidad durante el almacenamiento. Los componentes del café pueden interactuar con la matriz proteica del yogur mediante enlaces débiles como puentes de hidrogeno e interacciones hidrofóbicas, lo que puede modificar ligeramente la viscosidad, la estabilidad del gel y la sinéresis del producto (Granato, Barba, Lorenzo, Cruz, & Putnik, 2021). Los principales desafíos en la creación de un jarabe de café como saborizante para

yogur es mantener el equilibrio entre el sabor a café y las características lácteas del yogur, sin que el sabor del café predomine demasiado sobre las propiedades cremosas del producto lácteo. Es crucial ajustar la cantidad de café para lograr un sabor suave que complementa las bacterias probióticas del yogur (Pereira, 2017). También es fundamental controlar el pH, ya que el café, al ser un ingrediente ácido, puede modificar el equilibrio de acidez del yogur. Además, el jarabe debe ser mezclado de forma homogénea para asegurar que el sabor sea consistente en todo el producto final (Cabrera, 2015).

Es importante considerar la cantidad de cafeína en el producto final, ya que, aunque el café es conocido por sus efectos estimulantes, su exceso puede tener efectos secundarios indeseables, como nerviosismo o insomnio (Huang, 2017). Por otro lado, la tendencia hacia la diversificación de sabores en la industria láctea ha impulsado la creación de yogur batido saborizado. Entre los sabores más comunes se encuentran los de frutas, especias y, más recientemente, sabores gourmet como el café (Granato, Branco, Cruz, Faria, & Shah, 2010). La combinación del yogur batido con un jarabe saborizado a café ofrece una opción novedosa para los consumidores que buscan una experiencia sensorial diferente sin sacrificar los beneficios nutricionales del yogur (International Coffee Organization, 2022).

MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología del presente trabajo se desarrolló en tres etapas, la primera consistió en la elaboración de tres formulaciones de jarabe con distintas concentraciones de café, la segunda fue la elaboración del yogur batido adicionado con el jarabe de café. Se trabajó con tres muestras experimentales, que fueron evaluadas por triplicado. Por último, se realizó una prueba sensorial de nivel de agrado para evaluar las tres muestras, con la participación de 200 consumidores. A continuación, se describe el procedimiento correspondiente a cada etapa.

Etapas 1. Jarabe de café

La elaboración de jarabe de café se realizó en el Laboratorio de Análisis Sensorial (ubicado dentro del Instituto de Ciencias Agropecuarias, Tulancingo de Bravo, Hidalgo, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo). Las materias primas utilizadas para la elaboración del jarabe de café fueron: Agua potable (Bonafont), piloncillo (Don Zabor), café (La Sombra). Los materiales y utensilios utilizados fueron: Olla de acero inoxidable (5 litros), coladera de acero inoxidable (malla 304 #30), cucharas de acero inoxidable, moldes de plástico (500 mL), frascos de vidrio con tapa de aluminio (1 litro), probeta (100 mL), manta de cielo (10x15 cm), báscula digital y termómetro digital.

Elaboración de infusión de café

Se realizaron tres muestras de infusión con diferentes concentraciones de café para elaborar el jarabe, a continuación, en la Tabla 2 se presenta la cantidad utilizada de café por muestra.

Tabla 2. Concentración de las tres infusiones de café.

Muestra y su codificación	Cantidad de café (g)	Cantidad de agua potable (mL)
M1	50	1000
M2	100	1000
M3	200	1000

Fuente: Elaboración propia.

Las infusiones de café fueron realizadas de la siguiente manera: Se midieron 1000 mL de agua potable (para cada muestra), se calentó el agua correspondiente hasta alcanzar una temperatura de 90°C. Después se pesó y se agregó al agua caliente (50, 100 y 200 gramos de café) y se mezcló tres veces por 5 minutos. Pasado el tiempo correspondiente, se filtró la infusión con ayuda de una coladera de acero inoxidable y manta de cielo. Las infusiones filtradas se reservaron individualmente en un recipiente de plástico previamente codificado y se dejó enfriar a temperatura ambiente durante 10 minutos (Ilustración 3). En la Ilustración 4 se muestra el diagrama de flujo del procedimiento completo de la elaboración de la infusión de café.



Ilustración 3. Infusión de café filtrada.

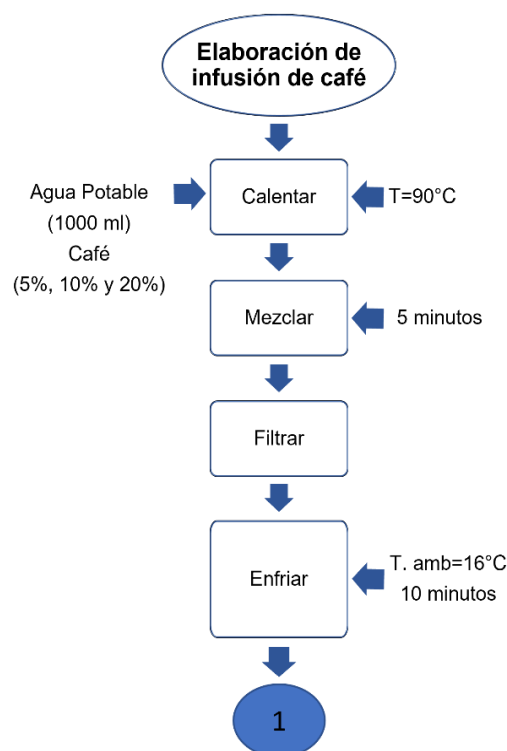


Ilustración 4. Diagrama de flujo elaboración de infusión de café.

Elaboración del jarabe de café

Posteriormente, las tres muestras de infusión fueron sometidas a una segunda filtración utilizando una coladera de acero inoxidable y manta de cielo. Se midieron 400 mL de infusión y se dejó calentar hasta alcanzar una temperatura de 90°C (para cada concentración de café). Después, se pesó 450 gr de piloncillo y una vez alcanzada la temperatura de 90°C de la infusión, se agregó el piloncillo (por 17 minutos a una temperatura constante de 98°C, únicamente mezclando dos veces durante este tiempo, como se muestra en la Ilustración 5. Pasado el tiempo, se filtró el jarabe de café en caliente con una coladera de acero inoxidable y manta de cielo y se colocó en un frasco de vidrio codificado y se reservó (Ilustración 6). Por otro lado, en la Ilustración 7 se muestra el diagrama de flujo de la elaboración de jarabe de café.



Ilustración 5. Temperatura constante de 98°C en jarabe de café.



Ilustración 6. Jarabe de café (M1, M2 Y M3).

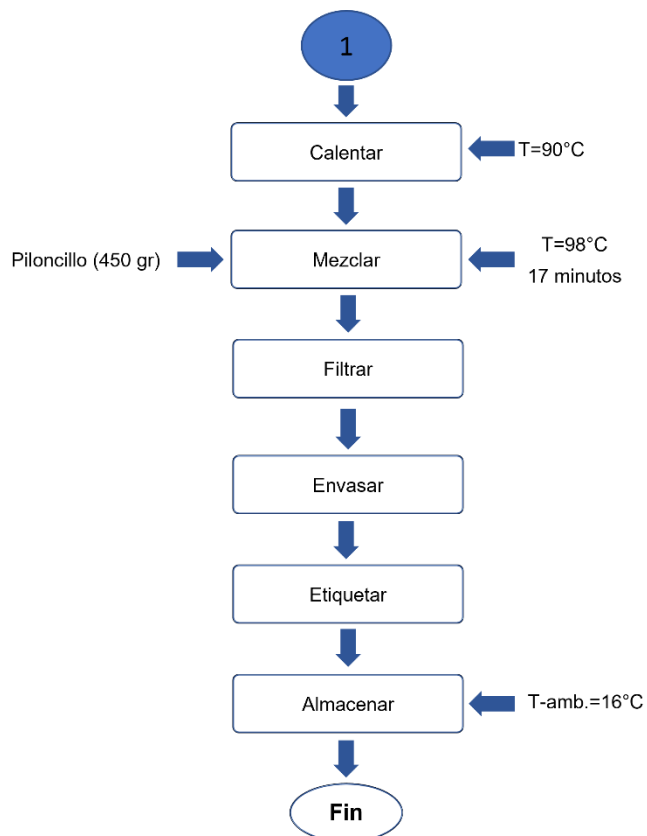


Ilustración 7. Diagrama de flujo elaboración de jarabe de café.

Etapas 2. Yogur batido adicionado con el jarabe de café

La elaboración de yogur batido natural se realizó en el Taller de Lácteos (ubicado dentro del Instituto de Ciencias Agropecuarias, Tulancingo de Bravo, Hidalgo, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo). Las materias primas utilizadas fueron: leche entera fresca (Prounilac), leche en polvo, azúcar (Zulka) y yogur batido natural (Yoplait). Los materiales y utensilios utilizados fueron: Olla de acero inoxidable (10 litros), cucharas, tina y agitador de acero inoxidable, probeta (500 mL), pipeta graduada (9 mL), bureta, báscula digital, termómetro digital y cubeta de plástico con tapa (20 litros).

Elaboración de yogur batido natural

Se calentó 10 litros de leche entera fresca a 45°C (mezclando constantemente). Una vez alcanzados los 45°C, se pesó 500 gramos de leche en polvo y se agregó de poco a poco (mezclando constantemente evitando grumos en la leche). Después de alcanzar una temperatura de 65°C, se pesó y se agregó 500 gramos de azúcar. Posteriormente se continuó calentando hasta alcanzar una temperatura de 90°C por 10 minutos (mezclando constantemente la leche).

Pasado el tiempo correspondiente, se colocó la leche en una tina de acero inoxidable con agua fría dentro de la cámara de refrigeración, hasta que la temperatura de la leche bajó a 42°C y se sometió a baño maría para mantener la misma temperatura. Se agregó 300 mL de yogur batido natural comercial (Yoplait) en la leche (agitando constantemente por 10 minutos).

Posteriormente, se mantuvo la temperatura de 42°C a baño maría durante 3 horas y se tomaron los grados Dornic (tomando 9 mL de la muestra del yogur, agregando 3 gotas de fenolftaleína al 1% y titulándolo con NAOH al 1%, hasta que la muestra alcanzó los 70° Dornic), se dejó reposar el yogur en una tina de acero inoxidable dentro de la cámara de refrigeración (a 3°C durante 20 horas).

Pasado de las 20 horas (Ilustración 8a), se retiró de la cámara de refrigeración y se desnató el yogur, así mismo, se colocó el yogur en una cubeta de plástico con capacidad de 20 litros (previamente esterilizada) y se batió con un agitador de acero inoxidable por 8 minutos hasta disolver los grumos formados (Ilustración 8b). Finalmente se selló la cubeta y se trasladó al Laboratorio de Evaluación Sensorial. En la Ilustración 9 se muestra el diagrama de flujo de la elaboración del yogur batido natural.

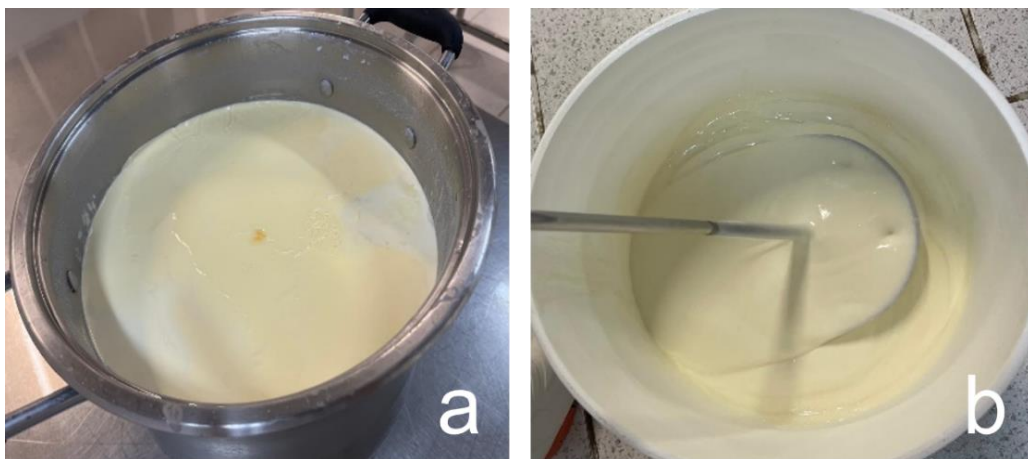


Ilustración 8. Yogur batido natural reposado 20 horas en refrigeración (a) y como producto final (b).

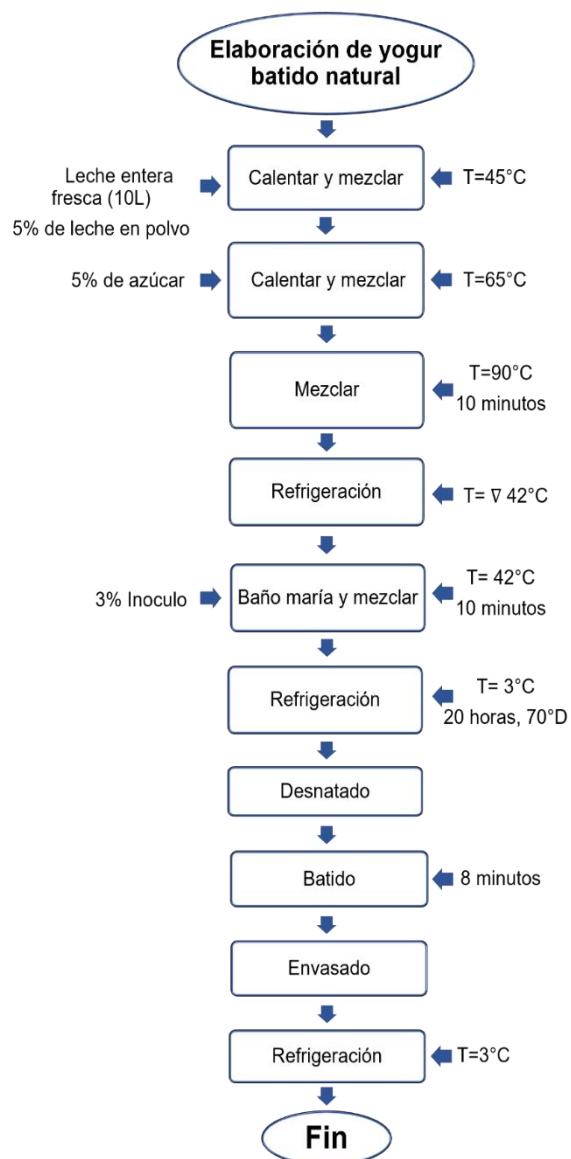


Ilustración 9. Elaboración de yogur batido natural.

La adición de jarabe de café en yogur batido natural se realizó en el Laboratorio de Análisis Sensorial (ubicado dentro del Instituto de Ciencias Agropecuarias, Tulancingo de Bravo, Hidalgo, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo). Los materiales y utensilios utilizados fueron: olla de acero inoxidable (5 litros), cucharas de acero inoxidable, probeta (100 mL), espátula de silicón, báscula digital, termómetro digital y moldes de plástico con tapa (1 litro).

Adición de jarabe de café en yogur batido natural:

Del yogur batido natural (previamente elaborado), se pesaron 3 litros de yogur (tomando la temperatura), se pesó 270 gramos de jarabe de café (previamente elaborado), se adicionó al yogur batido natural (Ilustración 10a) y se mezcló (Ilustración 10b) hasta que el jarabe de café se incorporó al yogur (por 5 minutos). Una vez incorporado, se reservó en moldes de plástico de 1 litro (codificados) y se llevó a refrigeración (a una temperatura de 3°C, durante 1 hora).

La Ilustración 11 muestra el diagrama de flujo de la adición del jarabe de café en yogur batido natural. Posteriormente, se pesó 15 gramos de yogur batido con jarabe de café de cada muestra y se colocó en vasos de plástico de 1 onza codificados, se selló y se acomodaron en charolas de plástico. Finalmente, se llevaron a refrigeración (a una temperatura de 3°C por un día) las muestras respectivamente codificadas.



Ilustración 10. Adición de jarabe de café en yogur batido natural (a) y su mezclado (b).

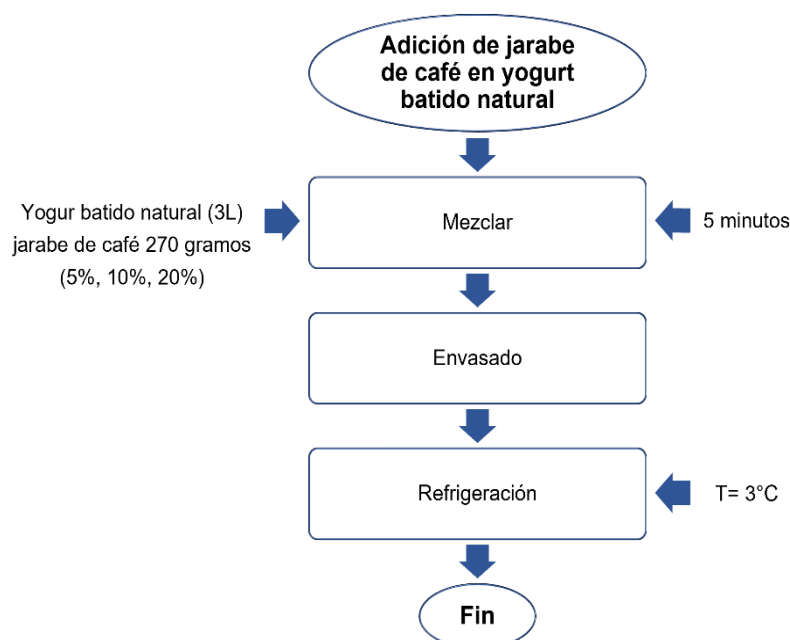


Ilustración 11. Diagrama de adición de jarabe de café en yogurt batido natural.

Parámetros fisicoquímicos del jarabe de café y de yogurt batido con jarabe de café

Los siguientes parámetros fisicoquímicos se realizaron en el Laboratorio Multidisciplinario, Laboratorio de Análisis Sensorial y el Taller de Lácteos, ubicado en el Instituto de Ciencias Agropecuarias, Tulancingo de Bravo, Hidalgo, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo; los materiales, equipos y reactivos utilizados fueron proporcionados por dicha institución. Considerando las propiedades fisicoquímicas obtenidas durante la caracterización del producto realizado en el presente trabajo, puede identificarse como un jarabe alimenticio concentrado y saborizado con café elaborado a base de sacarosa.

Determinación de acidez titulable

El análisis se realizó con la técnica mencionada en la NOM-185-SSA1-2002 (Secretaría de Salud, 2002), tomando 9 mL de la muestra (yogur batido natural con jarabe de café), se añadieron 3 gotas de fenolftaleína y se tituló con NaOH al 1% hasta que las muestras presentarán un color rosa (el análisis se realizó por triplicado en cada muestra). La

relación entre los °Dornic y el contenido de ácido láctico es la siguiente: ($1^{\circ}\text{D} = 0.01\%$ ácido láctico), es así como se calculó el porcentaje de ácido láctico (Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, 2025).

Determinación de pH

El análisis se realizó con la técnica mencionada en la ISO 5546:1979 (International Organization for Standardization, 1979), el pH se determinó con un potenciómetro de la marca (HINOTEK), el cual se calibro con soluciones buffer de pH 4 y 7. Las muestras de jarabe de café (Ilustración 12a) y de yogur batido con jarabe de café (Ilustración 12b) se colocaron en moldes de plástico de 500 mL etiquetados y se introdujo un electrodo (el análisis se realizó por triplicado en cada muestra).



Ilustración 10. Determinación de pH en jarabe de café (a) y en yogur batido con jarabe de café (b).

Determinación de °Brix

Los °Brix se midieron con un refractómetro digital de la marca (ATAGO-AUTOMATIC), mediante la técnica de la AOAC 932.12 (AOAC International, 2019), en el cual se calibro el refractómetro añadiendo una gota de agua destilada con una piseta, una vez calibrado se limpió la gota de agua con una sanita, se colocó una gota de cada muestra de jarabe de café (Ilustración 13a) y de yogur batido con jarabe de café (Ilustración 13b) y se dio inicio a la lectura (el análisis se realizó por triplicado en cada muestra).



Ilustración 11. Determinación de °Brix en jarabe de café (a) y en yogur batido con jarabe de café (b).

Medición de viscosidad

La viscosidad se determinó con un viscosímetro Brookfield con base a la técnica de la ASTM D2196 (ASTM International, 2021), se colocaron 450 mL de las muestras de jarabe de café (Ilustración 14a) y de yogur batido con jarabe de café (Ilustración 14b) en un vaso de precipitado de 600 mL, se armó cuidadosamente el viscosímetro Brookfield, se utilizó una aguja S04 a 100 RPM, se introdujo cuidadosamente en vaso de precipitado con la muestra a una temperatura de 4°C y se dejó tomar la lectura durante 40 segundos (el análisis se realizó por triplicado en cada muestra).



Ilustración 12. Medición de viscosidad de jarabe de café (a) y en yogur batido con jarabe de café (b).

Medición de color

La técnica se llevó mediante el procedimiento de la ISO 7724 (International Organization for Standardization, 1984), para la determinación de color se utilizó un colorímetro NR60CP-3nh. Las mediciones que se analizaron fueron (L^* = luminosidad, a^* = rojo/verde y b^* = amarillo/azulado), primeramente, se calibro el equipo utilizando una hoja blanca, después se colocaron las muestras en moldes de plástico de 500 mL y se realizaron las mediciones en tres diferentes puntos de cada muestra (parte inferior, centro y parte superior), el análisis se realizó por triplicado en cada muestra, como se muestra en la Ilustración 15.



Ilustración 13.
Medición de color en
yogur batido con jarabe
de café.

Etapas 3. Prueba sensorial de yogur batido con jarabe de café:

La evaluación se realizó en el Laboratorio de Análisis Sensorial, se aplicó una prueba de nivel de agrado con una escala hedónica de 5 puntos (5= me gustó mucho, 4= me gustó, 3= me es indiferente, 2= no me gustó y 1= me disgustó) con la participación de 200 jueces consumidores, estudiantes del Instituto de Ciencias Agropecuarias-Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (128 mujeres y 72 hombres), con un rango de edades de 18-30 años.

Se codificaron las muestras **M1 (117)**, **M2 (896)** y **M3 (584)**, con la finalidad de garantizar la objetividad, evitar sesgos de expectativa y garantizar la validez de los resultados.

Procedimiento:

Se acondicionaron las 12 cabinas de evaluación con, manteles blancos, servilletas, un vaso lleno de agua potable, servilleta, y las muestras codificadas con sus respectivas cucharas (Ilustración 16a), así como el formato de respuestas (Anexo 1) y lápiz en cada cabina (Ilustración 16b).

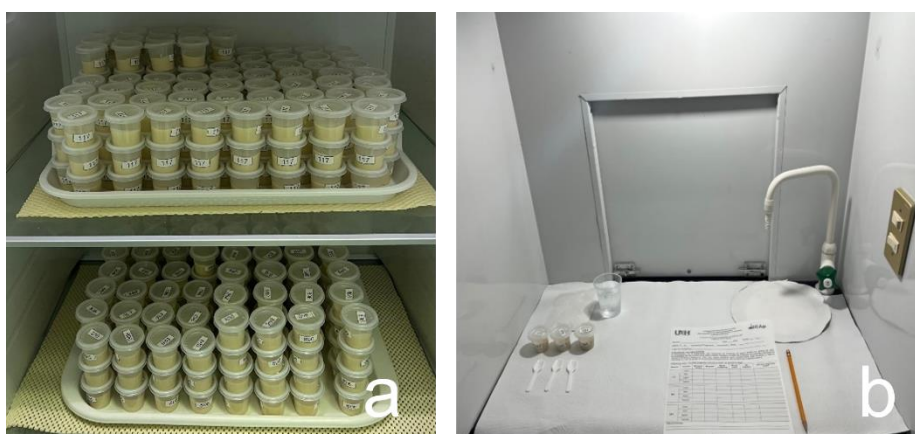


Ilustración 14. Muestras codificadas de yogur batido con jarabe de café (a) y montaje de cabina para prueba de nivel de agrado (b).

Se dieron indicaciones a los jueces consumidores antes de entrar al Laboratorio de Análisis Sensorial, se les leyó y se dio a firmar un formato de consentimiento para poder realizar la prueba sensorial del yogur batido con jarabe de café (Anexo 2). Una vez que firmaron el formato de consentimiento, se les asignó una cabina y se realizó la prueba sensorial (donde evaluaron los siguientes atributos: color, olor, sabor y textura, por medio de una prueba de nivel de agrado), la cual tuvo una duración por sesión de 15 minutos. A continuación, se presenta la prueba de nivel de agrado en la Ilustración 17.



Ilustración 15. Prueba sensorial de yogur con jarabe de café.

Análisis estadístico de los datos.

El diseño experimental del presente trabajo se realizó mediante un diseño completamente al azar, evaluando tres muestras de jarabe de café (M1:5%, M2:10% y M3:20%) adicionadas a yogur batido natural. Los datos obtenidos de las pruebas fisicoquímicas se analizaron mediante herramientas estadísticas utilizando el complemento Real Statistics Resource Pack integrado en el paquete de Microsoft Excel. Los resultados derivados de las pruebas sensoriales se realizaron con el software XLSTAT 2025, específico para la evaluación de datos sensoriales.

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados obtenidos en las pruebas fisicoquímicas (pH, °Brix y color) de las muestras M1, M2 y M3 de jarabe de café y de yogur batido con jarabe de café indicaron, mediante el análisis estadístico ANOVA y la prueba de comparación múltiple de Tukey, que si existieron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los tratamientos evaluados.

pH en jarabe de café

Los valores obtenidos de las medias de cuadrados LS y error estándar en el pH de las muestras M1, M2 y M3 presentados en la Tabla 3, muestran una ligera variación, lo cual indica diferencias mínimas significativas. Estas diferencias se atribuyen a la formulación del jarabe de café, lo cual genera cambios en parámetros fisicoquímicos como el pH, aun cuando las variaciones entre las muestras son relativamente pequeñas (Martinez Chiluisa, 2015).

°Brix en jarabe de café

Se observó en los valores obtenidos (Tabla 3), que en los sólidos solubles refleja diferencias más significativas entre las muestras, indicando que las muestras M2 y M3 presentan mayor concentración de azúcares y compuestos solubles, lo cual puede estar asociado a una mayor concentración de sólidos en los jarabes, influyendo directamente en características como el dulzor y la densidad del producto. Además, se ha documentado que, en pequeñas variaciones en la concentración de café, refleja cambios mínimos en los °Brix (Kappes, Schmidt, & Lee, 2011), lo cual coincide con los valores observados.

Tabla 3. Medias LS y Error Std obtenidas en las tres repeticiones realizadas de pH y °Brix de jarabe de café.

Muestra	pH	°Brix
M1	5.36±0.0002 ^a	79.92±0.0080 ^a
M2	5.40±0.0000 ^c	83.22±0.1208 ^b
M3	5.40±0.0000 ^b	83.34±0.0000 ^c

Medias LS: Medias de mínimos cuadrados, **Error Std:** Error estándar.

Fuente: Elaboración propia.

pH en yogur batido con jarabe de café

Los valores de pH presentados en la Tabla 4, muestran las medias de cuadrados mínimos (LS) y el error estándar, que muestran similitud en las muestras M1, M2 y M3, indicando que la incorporación de jarabe de café no altero el pH del yogur adicionado con jarabe de café, lo que demuestra que se mantiene dentro del rango característico de productos lácteos fermentados, que oscilan entre 4.0 y 4.6 de pH del yogur, lo cual garantiza la estabilidad microbiológica y la formación adecuada del gel lácteo (Balthazar, et al., 2021).

°Brix en yogur batido con jarabe de café

En cuanto a los valores de °Brix (Tabla 4), se observaron valores cercanos entre las muestras M1, M2 y M3, aunque la M1 presentó ligeramente una mayor concentración de sólidos solubles. Estos sólidos están relacionados principalmente con la presencia de azúcares, proteínas y otros compuestos disueltos, los cuales pueden variar dependiendo de la formulación, pero tienden a mantenerse estables cuando se emplean concentraciones similares de ingredientes (Secretaría de Economía & Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2019).

Tabla 4. Medias LS y Error Std obtenidas en las tres repeticiones realizadas de pH y °Brix de yogur batido con jarabe de café.

Muestra	pH	°Brix
M1	4.51±0.00046 ^a	21.49±0.0000 ^a
M2	4.45±0.00046 ^c	20.56±0.0002 ^b
M3	4.50±0.00006 ^b	20.55±0.0002 ^c

Medias LS: Medias de mínimos cuadrados, **Error Std:** Error estándar.

Fuente: Elaboración propia.

Color en yogur batido con jarabe de café

Respecto a los parámetros cromáticos L^* , a^* y b^* , presentados en la Tabla 5, se observaron variaciones moderadas entre las muestras. Los valores de luminosidad (L^*) obtenidos fueron bajos en las tres muestras, indicando tonalidades oscuras en el yogur batido con jarabe de café. Aunque la muestra M3 presento un valor de luminosidad ligeramente mayor, las tres muestras mantuvieron valores por debajo de 10, lo que indica que las tres formulaciones presentaron tonalidades oscuras (HunterLab, 2022). Respecto al parámetro a^* , las tres muestras presentaron valores negativos, siendo la muestra M3 la que registro el valor más bajo, lo que indica una menor tendencia hacia tonalidades rojizas y una mayor intensidad en el color oscuro. En cuanto al parámetro b^* , la muestra M3 presento el valor positivo más alto, indicando una mayor tendencia hacia tonalidades amarillentas, característica común en productos con coloración café (Lawless & Haymann, 2010).

Cabe destacar que las mediciones fueron realizadas utilizando un colorímetro portátil que opero bajo el modo SCI (Specular Component Included), el cual incluye la reflexión de la luz o brillo superficial de la muestra. Este modo puede influir en los valores de luminosidad obtenidos, especialmente en alimentos con superficies húmedas o brillantes como el yogur, generando variaciones en la medición instrumental del color. Por lo tanto, las diferencias observadas en los valores de L^* pueden estar relacionadas no solo con la concentración del jarabe de café, sino también con las características superficiales del producto, como la reflectancia y textura del yogur (Pathare, Opara, & Al-Said, 2013). Por otro lado, los cambios de color en productos lácteos fermentados pueden ser leves cuando se utilizan concentraciones moderadas de ingredientes saborizantes, manteniendo la aceptabilidad visual del producto. (Zhang, Li, Luo, & Chen, 2020).

Tabla 5. Medias LS y Error Std obtenidas en las tres repeticiones realizadas del parámetro cromático (L*, a* y b*) de yogur batido con jarabe de café.

Muestra	L*	a*	b*
M1	1.83±0.00 ^c	-3.76±0.00 ^a	-1.7±0.00 ^c
M2	2.03±0.00 ^b	-4.34±0.00 ^b	2.05±0.00 ^b
M3	7.32±0.00 ^a	-19.71±0.00 ^c	11.18±0.00 ^a

Medias LS: Medias de mínimos cuadrados, **Error Std:** Error estándar, **L*:** Luminosidad, **a*:** Eje rojo-verde, **b*:** Eje amarillo-azul.

Fuente: Elaboración propia.

Viscosidad en jarabe de café

En cambio, los resultados obtenidos de viscosidad del jarabe de café de las muestras M1, M2 y M3 (Tabla 6), no se encontraron diferencias significativas, debido a que no existió variabilidad en los datos obtenidos, lo que permite deducir que las muestras evaluadas presentaron comportamientos semejantes.

Tabla 6. Medias obtenidas en las tres repeticiones realizadas de la viscosidad en jarabe de café.

Muestra	Viscosidad (Pa·s)
M1	2.000
M2	2.105
M3	2.105

Pa: Pascal, **S:** Segundos.

Fuente: Elaboración propia.

Este resultado indica que, a pesar de las diferencias en la concentración de café, la viscosidad se mantuvo constante. Este comportamiento puede explicarse considerando que la viscosidad no depende únicamente de los sólidos solubles presentes, sino también de factores como el tamaño de partículas, las interacciones intermoleculares y la composición del producto (Genovese, Lozano, & Rao, 2007). Asimismo, en productos alimenticios con

extractos de café la viscosidad permanece relativamente estable dentro de ciertos rangos de concentración debido a la interacción de múltiples compuestos (Vlachos, 2002).

Los resultados obtenidos muestran que en la formulación con diferentes concentraciones de café influyó principalmente en el contenido de sólidos solubles y en menor medida, en el pH, mientras que en la viscosidad se mantuvo sin cambios significativos. Por lo cual, el jarabe de café mantuvo una textura uniforme y estable, aun cuando existieron diferencias en la concentración de sólidos solubles.

Acidez titulable y viscosidad en yogur batido con jarabe de café

Los resultados obtenidos de las pruebas fisicoquímicas: acidez titulable, viscosidad (Tabla 7) de las muestras de yogur batido con jarabe de café M1, M2 y M3, no se encontraron diferencias, debido a que no existió variabilidad en los datos obtenidos, lo que permite deducir que las muestras evaluadas presentaron comportamientos semejantes en las propiedades fisicoquímicas analizadas.

Tabla 7. Medias obtenidas en las tres repeticiones realizadas de la acidez titulable y viscosidad en las muestras de yogur batido con jarabe de café.

Muestra	Acidez titulable (°D)	Viscosidad (Pa·s)
M1	120	1.97
M2	105	2.39
M3	105	2.39

°D: Grados Dornic, Pa: Pascal, S: Segundos.

Fuente: Elaboración propia.

Para la acidez titulable (Tabla 7), muestran valores similares de las medias entre las muestras M1, M2 y M3, lo que indica que la adición de jarabe de café no modificó la producción ácido láctico durante la fermentación. La estabilidad observada puede atribuirse a que la acidez del yogur depende principalmente de la actividad de las bacterias ácido

lácticas y de las condiciones de fermentación empleadas (Ranadheera, Evans, Adams, & Baines, 2021).

Viscosidad en yogur batido con jarabe de café

Las lecturas de viscosidad expresadas en (Pa·s) mostradas en la Tabla 7, indican que la muestra M1 presentó una ligera variación en su composición en comparación con las muestras M2 y M3. Las cuales pueden estar influenciadas por factores como la concentración de sólidos solubles, proteínas y el desarrollo del gel durante la fermentación, los cuales determinan la textura final del producto (Aryana & Olson, 2020). Este comportamiento coincide con lo reportado por (Rocha Mendoza, et al., 2022), quienes mencionan que la adición de ingredientes saborizantes en yogur batido puede generar cambios mínimos en la viscosidad sin alterar la estabilidad estructural del producto.

Resultados de la prueba sensorial en yogur con jarabe de café

El análisis de varianza indicó diferencias significativas ($p < 0.05$) entre las muestras evaluadas M1, M2 y M3 en los parámetros: color, olor, sabor y textura. En la Tabla 8, se muestran los resultados correspondientes a los siguientes parámetros, donde se muestran las medias ajustadas de cuadrados mínimos (LS) y el error estándar, permitieron identificar la tendencia de aceptación por nivel de agrado de cada muestra por parte de los jueces consumidores.

Tabla 8. Comparación de Medias ajustadas (LS) y Error Std de atributos de color, olor, sabor y textura en muestras evaluadas mediante una prueba de nivel de agrado.

Muestra	Color	Olor	Sabor	Textura
M1	-0.211±0.054 ^c	-0.298±0.058 ^c	-0.040±0.066 ^c	-0.015±0.058 ^b
M2	0.010±0.054 ^b	-0.052±0.058 ^b	0.003±0.066 ^b	-0.046±0.058 ^c
M3	0.202±0.054 ^a	0.349±0.058 ^a	0.036±0.066 ^a	0.061±0.058 ^a

Medias ajustadas LS: Medias mínimas cuadráticas, **Error Std:** Error estándar.

Fuente: Elaboración propia.

En el parámetro de color, se observa que la muestra M1 presento el valor más bajo, mostró una menor aceptación visual por parte de los jueces. Esto indica que la muestra M1 presento una tonalidad menos atractiva o menos asociada con las características esperadas del yogur batido con jarabe de café. Por otro lado, la muestra M2 presentó un valor cercano a cero, indico una aceptación neutra en la percepción visual. La muestra M3 mostró el valor más alto en este parámetro, indico mayor nivel de agrado, lo que puede estar asociado a una coloración brillante y uniforme.

Respecto al parámetro del olor, la muestra M1 nuevamente presentó el valor más bajo, indico que su perfil aromático fue el menos aceptado, lo que puede estar asociado con menor intensidad del jarabe de café o una baja percepción de este mismo. La muestra M2 presentó un valor menos negativo al mostrar una mejora de percepción. Por su parte, la muestra M3 mostró un valor más alto, evidenciando una mayor aceptación del olor, lo que indica que esta última muestra logró una mejor integración del perfil aromático del jarabe de café junto con las propias características del yogur batido.

En cuanto al parámetro de sabor, fueron menores las diferencias entre las muestras M1, M2 y M3, manteniendo la misma tendencia observada en los anteriores atributos. La muestra M1 presentó el valor más bajo, seguido de la muestra M2 y nuevamente la muestra

M3 mostró la mayor aceptación por nivel de agrado por parte de los jueces consumidores, lo que indico una mayor percepción en términos de dulzor, acidez y sabor característico del café. Aunque las tres muestras fueron aceptables, la muestra M3 logró una percepción sensorial más favorable.

Por último, en el atributo de textura la muestra M2 presentó el valor más bajo, la menos aceptada por los jueces consumidores. Por otro lado, la muestra M3 mostró nuevamente el valor más alto, presentó una mayor aceptación en cuanto a su consistencia y la cremosidad. Esto indica que la muestra M3 alcanzó la viscosidad más adecuada y una mayor homogeneidad en la estructura del yogur batido con jarabe de café.

De manera general, estos resultados indicaron que la muestra M3 fue la formulación con mayor aceptación por nivel de agrado, lo cual sugiere que la concentración de café utilizada en esta muestra favoreció significativamente la percepción sensorial del yogur. En contraste de la muestra M1, mostrando un menor nivel de agrado por parte de los jueces consumidores.

El resultado del nivel de agrado global que se muestra en la Ilustración 18, en el análisis de los componentes principales (F1 y F2), mostró una clara distancia entre las tres muestras evaluadas. El componente F1 explica que el 56.39% de la variabilidad total y el componente F2 el 43.61%, acumulando el 100% de la varianza. La muestra M3 se diferenció principalmente a lo largo del componente F1, al presentar todos los valores positivos en los atributos de color (agradable, café y llamativo), olor (café), sabor (café y ácido) y textura (agradable y cremoso), mientras que la muestra M2 se distinguió por el componente F2, debido a que mostró valores positivos en los atributos de color (atractivo y claro) y sabor (agradable, dulce y rico), así como valores negativos en los atributos de olor (no café) y

textura (espeso). La muestra M1 presentó un comportamiento opuesto en ambos componentes, influido por presentar valores negativos en los atributos de color (bueno), olor (no huele), sabor (bueno) y textura (normal), evidenciando los atributos sensoriales claramente diferenciados. Por lo tanto, esto indica que la muestra M3 presentó la mayor aceptabilidad por nivel de agrado en los atributos sensoriales (color, olor, sabor y textura), mientras que la muestra M2 ubicada en el cuadrante superior, indica una aceptabilidad intermedia, posiblemente relacionada con algunos atributos positivos, pero no con todos los evaluados. Por otro lado, la muestra M1 localizada en el cuadrante inferior izquierdo (valores negativos en ambos componentes), sugiere una menor aceptabilidad sensorial en comparación con las otras muestras.

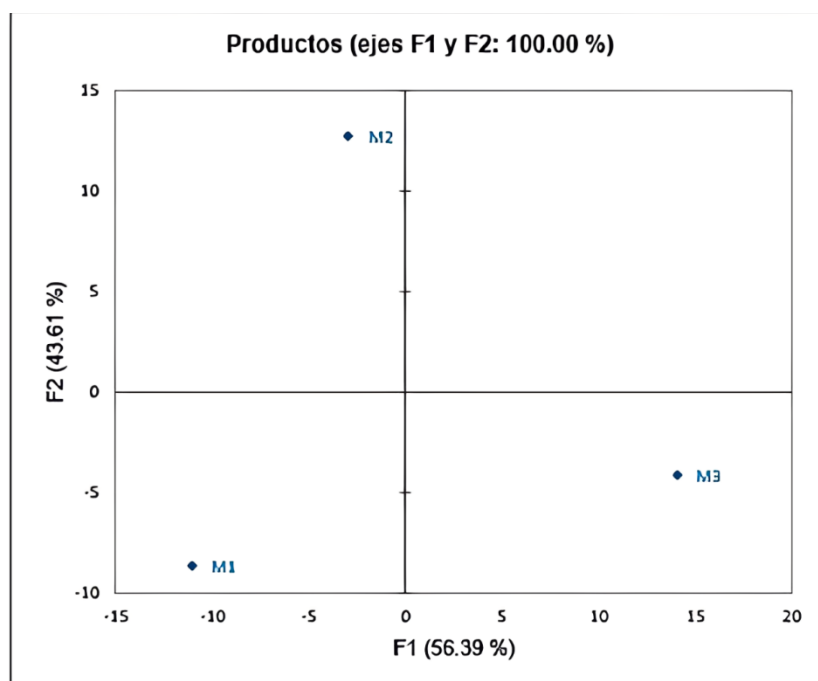


Ilustración 16. Nivel de agrado global de yogur batido con jarabe de café en el plano factorial F1-F2 del análisis de componentes principales.

Determinación de la aceptabilidad de los atributos sensoriales a partir del nivel de agrado

Se realizó un análisis de distribución porcentual de los evaluadores que participaron en la prueba sensorial. por el estado de procedencia, donde se evidenció que provinieron mayormente del estado de Hidalgo (70%), seguido del Estado de México (13%) y de otros estados en menor proporción como Puebla (7%), Guanajuato (5%), Veracruz (2%), Guerrero (1%), Tlaxcala (1%), lo que refleja la diversidad de los jueces en la evaluación sensorial.

También se incluyó un apartado adicional en el que se solicitó a los participantes que justificaran la puntuación asignada en la escala hedónica para cada uno de los parámetros evaluados (color, olor, sabor y textura). Este apartado permitió recopilar información cualitativa sobre las percepciones sensoriales de los evaluadores y comprender las razones que influyeron en su elección. En la Ilustración 19, se presentan las respuestas proporcionadas por los jueces, las cuales fueron registradas de manera textual y posteriormente analizadas para identificar las principales razones asociadas a la aceptabilidad de cada atributo evaluado.

Atributo color

La Ilustración 19 muestra la frecuencia de las razones de aceptabilidad del atributo color en las muestras M1, M2 y M3, de acuerdo con las respuestas proporcionadas por los jueces consumidores. Para la muestra M1, se observó una variabilidad moderada en las respuestas, destacando las descripciones “café (32)”, y “atractivo (16)”, además de un número considerable de jueces que no emitieron una respuesta (65). Estos resultados indican que los evaluadores presentaron diferentes percepciones respecto al color de la muestra. Por su parte, la muestra M2, presentó mayor frecuencia en las descripciones

“agradable (100)”, “llamativo (24)” y “gusto (15)”, entre otras, lo que sugiere que los jueces asociaron el color de esta muestra con características visuales atractivas y acordes al producto. En cuanto a la muestra M3, presentó mayor frecuencia en las descripciones “bueno (56)” y “claro (35)”, lo que refleja una percepción heterogénea del atributo color en esta muestra.

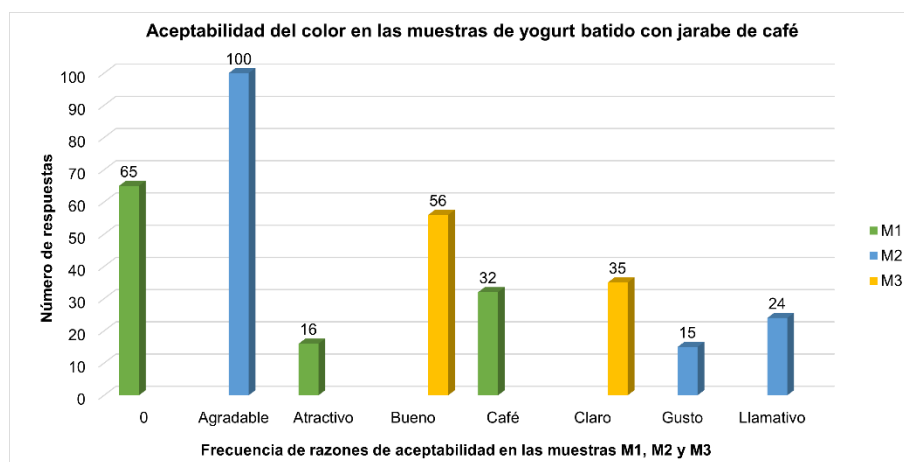


Ilustración 17. Atributo color.

Atributo olor

En la evaluación del atributo de olor, se observa en la Ilustración 20 la frecuencia de las razones de su aceptabilidad en las muestras M1, M2 y M3. En general, se muestra una amplia dispersión en las respuestas de los jueces, lo que indica una mayor variabilidad en la percepción olfativa. Para la muestra M1, se observó una variabilidad moderada en las respuestas, destacando las descripciones, “bueno (33)”, “no huele (20)”, “fuerte (11)” y “suave (11)”, además de un número considerable de jueces que no emitieron respuesta (54), lo que indica una percepción desfavorable del aroma. Mientras que, la muestra M2 presentó mayor frecuencia en las descripciones, “café (100)”, “no percibió (16)”, “ácido (15)” y “ligero (11)”, lo que indica pequeñas deficiencias en la percepción. Por otro lado, la muestra M3, se observó una alta variabilidad en las respuestas, teniendo descripciones, “agradable (52)”,

“no café (43)”, “rico (24)” y “dulce (13)”, indicando que el aroma fue percibido y mayormente definido, asimismo destacando sobre las otras muestras.

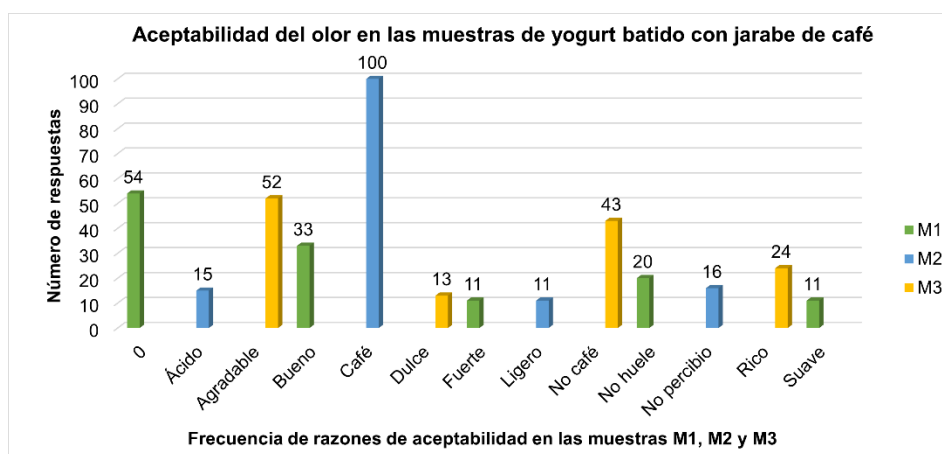


Ilustración 18. Atributo olor.

Atributo sabor

La Ilustración 21 muestra la frecuencia de las razones de aceptabilidad del atributo del sabor en las muestras M1, M2 y M3, de acuerdo con las respuestas proporcionadas por los jueces consumidores. En la muestra M1, se observó una menor variabilidad en las respuestas, destacando la descripción “bueno (58)” y “gusto (25)”, además de un número considerable de jueces que no emitieron respuesta (42), indicando una aceptación baja. Por otro lado, la muestra M2 mostró una variabilidad moderada en la descripción “café (67)”, “no café (40)” y “ácido (34)” lo que sugiere una aceptación moderada por parte de los jueces. La muestra M3 mostró una alta variabilidad en las respuestas, entre las descripciones más mencionadas se encontraron “agradable (38)”, “dulce (38)” y “rico (31)”, lo que refleja una buena aceptación, pero con menor impacto relativo.

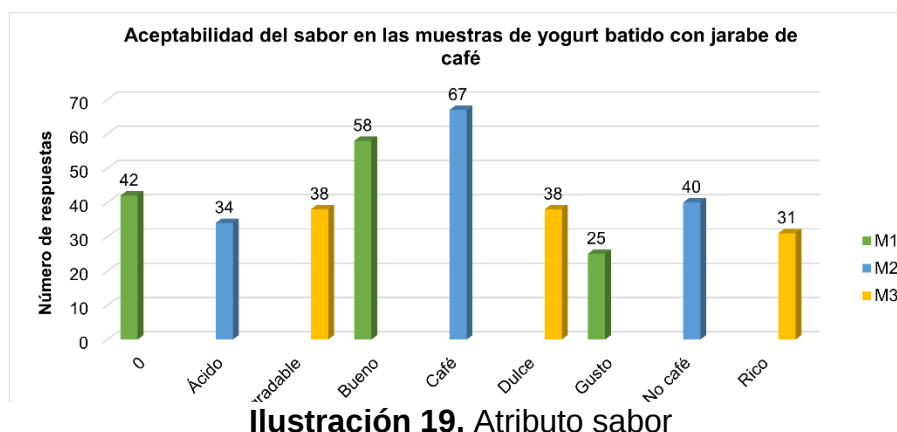


Ilustración 19. Atributo sabor

Atributo textura

En la evaluación del atributo de la textura, la Ilustración 22 muestra la frecuencia de las razones de aceptabilidad en las muestras M1, M2 y M3, de acuerdo con las respuestas proporcionadas por los jueces consumidores. Para la muestra M1, se observó una menor variabilidad en las respuestas, destacando las descripciones, “normal (27)”, “consistente (15)”, “cremoso (15)” y “yogur (11)”, además de un número considerable de jueces que no emitieron respuesta (58). Por su parte, la muestra M2 también mostró una menor variabilidad en las descripciones “agradable (55)”, “cremoso (52)”, “suave (22)” y “grumoso (11)”. Estos resultados indican que en las muestras M1 y M2 los evaluadores mostraron diferentes percepciones con respecto a la textura de esta muestra. Mientras que, en la muestra M3, se observó una alta variabilidad en las respuestas, en las descripciones más mencionadas como “bueno (80)”, “espeso (39)”, “líquido (27)” y “yogur (15)”. Por lo que refleja, una percepción más heterogénea entre muestras.

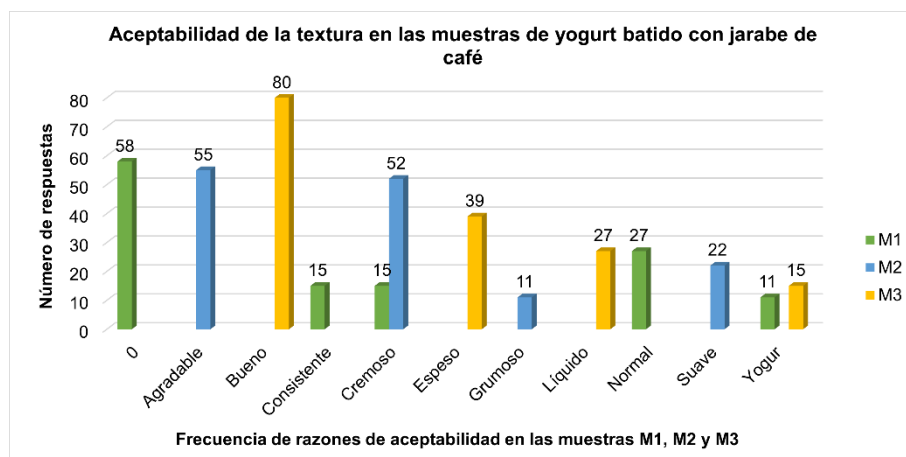


Ilustración 20. Atributo de la textura.

Estos resultados indican que, aunque las características fisicoquímicas fueron similares, la percepción sensorial permitió identificar diferencias en la aceptación por nivel de agrado del yogurt batido con jarabe de café. Este comportamiento puede explicarse debido a que la evaluación sensorial es más sensible a pequeños cambios en la formulación del producto. Las pruebas sensoriales son capaces de detectar variaciones mínimas en sabor, aroma y textura que no siempre se reflejan en la determinación de los análisis fisicoquímicos, lo cual explica las diferencias observadas entre las muestras M1, M2 y M3 (Jaeger, Hort, Porcherot, Ares, & Delarue, 2022).

CONCLUSIONES

Se logró formular un jarabe de café con piloncillo adecuado para ser incorporado en yogur batido, estableciendo las condiciones de preparación que permitieron obtener un producto con características sensoriales aceptables, permitiendo desarrollar una alternativa innovadora de saborizante en productos lácteos fermentados para la comunidad de La Sombra, sin modificar las características propias del producto.

La evaluación de las propiedades fisicoquímicas del yogur batido con jarabe de café: acidez titulable (105-120°D) y viscosidad (1.97-2.39 Pa·s) no mostraron diferencias significativas entre las muestras M1(5%), M2(10%) y M3(20%) evaluadas, lo que indica que la incorporación del jarabe de café no afectó la estabilidad fisicoquímica del producto.

Las propiedades fisicoquímicas: pH (4.45-4.51), °Brix (20.55-21.49) y color, así como en los atributos de color, olor, sabor y textura si mostraron diferencias significativas ($p < 0.05$), lo que demuestra que la concentración del jarabe de café influye en las características del producto. La muestra M3(20%) presentó el mayor nivel de aceptación sensorial, lo que indica que esta formulación logró un equilibrio adecuado entre las características propias del yogur batido y el jarabe de café.

Los resultados obtenidos permiten concluir que la incorporación del jarabe de café con piloncillo es viable como saborizante en productos lácteos fermentados, ya que no modifica las propiedades fisicoquímicas propias del producto y mejora su aceptación sensorial.

REFERENCIAS

- Aktar, T. (2022). Caracterización fisicoquímica y sensorial de diferentes métodos de producción de yogur. *Revista Internacional de Productos Lácteos*.
- Alvarez Diaz, N. G., Wong Paz, J. E., Muñiz Marquez, D. B., & Aguilar Zarate, P. (2019). Análisis nutricional del piloncillo de caña de azúcar. *Revista de divulgación científica y tecnológica*, 5(1).
- AOAC International. (2019). *AOAC Official Method 932.12: Solids (Total) in Milk. In Official Methods of Analysis AOAC International (21st ed.)*. AOAC International.
- Arab, A. G. (2021). *Classification and characteristics of set-type, stirred-type, and drinking yogurt*.
- Araujo Guerrero, J. G., Villanueva Carbajal, A., & Estrada Campuzano, G. (2020). Evaluación y análisis del proceso de tostado y molido de café en la cooperativa “Café Gourmet Sierra Azul S.C.”, Chiapas, México.
- Aryana, K. J., & Olson, D. W. (2020). Una revisión de 100 años: El yogur y otros productos lácteos fermentados. *Revista de Ciencia Láctea*, 9987–10013.
- ASTM International. (2021). *ASTM D2196-20: Standard Test Methods for Rheological Properties of Non-Newtonian Materials by Rotational Viscometer*. ASTM International.
- Baca del Moral, J., Cuevas Reyes, V., Rosales Nieto, A. C., & Rivera Martinez, G. (2018). Producción y comercialización de piloncillo: Caso de la comunidad de Aldzulup Poytzen, San Luis Potosí. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*.
- Balthazar, C. F., Silva, H. L., Viera, A. H., Neto, R. P., Cappato, L. P., Morales, J., & Cruz, A. G. (2021). Tendencias y perspectivas en productos lácteos funcionales. *Investigación Alimentaria Internacional*, 150.
- Bermudez Mendez, J. S. (2024). Diagramación del proceso productivo del café.
- Boletín Oficial del Estado. (27 de Febrero de 1984). Real Decreto 380/1984, Reglamento técnico-sanitario para la elaboración y venta de jarabes. España.
- Bustos, A. Y., Torres Quinteros, L., Gerez, C. L., & Iturriaga, L. B. (2019). Yogur, alimento de base láctea ancestral de gran vigencia actual. Principales aspectos nutricionales, funcionales y tecnológicos. *IDITEC*, 30–40.
- Cabrera, C. A. (2015). Beneficios del café y su relación con la salud: Revisión de los efectos del consumo moderado.
- Cadena, R. S., Caimi, D., Jaunarena, I., Lorezo, I., Vidal, L., Ares, G., . . . Giménez, A. (2014). Comparación de metodologías de caracterización sensorial rápida para el desarrollo de yogures funcionales. *Investigación alimentaria internacional*, 446–455.
- Chavez Ulate, E. C., & Esquivel Rodriguez, P. (2019). Ácidos clorogénicos presentes en el café: capacidad antimicrobiana y antioxidante. *Agronomía Mesoamericana*, 30(1), 299–311.

- Chicharro, M. C. (2023). Preguntas y respuestas sobre el café. FOM, Universidad Complutense de Madrid.
- Codex Alimentarius Commission. (2008). *Guidelines for the Use of Flavourings (CAC/GL 66-2008)*.
- Codex Alimentarius Commission. (2018). *General Standard for Food Additives (GSFA)*.
- Codex Alimentarius Commission. (2019). *General Standard for Food Additives (CODEX STAN 192-1995)*.
- Damodaran, S., Parkin, K. L., & Fennema, O. R. (2017). *Química de los alimentos de Fennema*. 5th ed.
- Dias, P. J. (2020). Percepción del consumidor y perfil sensorial del yogur probiótico con azúcar añadido y bajo contenido en grasa láctea. Heliyon.
- Dirección General de Normas. (1984). *NMX-F-169-1984. Alimentos para humanos—Jarabes (Foods for humans—Syrups)*. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.
- Farah, A. (2012). *Café: Efectos emergentes en la salud y prevención de enfermedades*. Wiley-Blackwell.
- Feria Morales, A. (2020). Examinar el caso del café verde para ilustrar las limitaciones de los sistemas de clasificación/catadores expertos en la evaluación sensorial para el control de calidad. *Calidad y preferencia alimentaria*, 80, 103801.
- Food and Agriculture Organization. (2001). *Sugar and sugar products (FAO Food and Nutrition Paper No. 69)*.
- Galeana Sánchez, O. A. (2025). *El mundo del café*. Obtenido de <https://elmundodelcafe.mx/?p=9199>
- Genovese, D. B., Lozano, J. E., & Rao, M. A. (2007). La reología de las dispersiones alimentarias coloidales y no coloidales. *Revista de Ciencia de los Alimentos*, 72(2), R11–R20.
- Gobierno del Estado de Veracruz. (6 de Enero de 2025). *Veracruz avanza como líder en producción alimentaria bajo un enfoque humanista y equitativo*.
- Gonzalez, C. G. (15 de julio de 2025). Evaluación sensorial de alimentos: desafíos y proyecciones.
- Granato, D., Barba, F., Lorenzo, J., Cruz, A., & Putnik, J. (2021). Alimentos funcionales: desarrollo de productos, tendencias tecnológicas, pruebas de eficacia y seguridad. *Revista anual de ciencia y tecnología de los alimentos*.
- Granato, D., Branco, G. F., Cruz, A. G., Faria, J. d., & Shah, N. P. (2010). Productos lácteos probióticos como alimentos funcionales. *Revisiones exhaustivas en ciencia y seguridad alimentaria.*, 455–470.
- Group, I. (2025). Mexico yogurt market size is projected to exhibit growth rate 5.80% CAGR during 2025–2033. IMARC Group.
- Guerra, M. J., & Mujica, M. V. (2010). Propiedades físicas y químicas de las “panelas” de azúcar de caña granulada. *Ciencia y tecnología de los alimentos*, 30(1), 250–257.

- Gyawali, R. F. (2022). Revisión de los factores que influyen en la calidad y las técnicas de evaluación sensorial aplicadas al yogur griego. *Revista de Investigación Láctea*.
- Hernandez, S., Soto Estrada, E., & Pérez Hernández, C. (Julio de 2025). Producción de azúcar sin centrifugación en tres estados mexicanos: una revisión teórica y observaciones in situ.
- Huang, T. X. (2017). Propiedades antioxidantes y antiinflamatorias del café: una revisión sistemática.
- HunterLab. (2022). *CIELAB Color Scale*. Obtenido de <https://www.hunterlab.com>
- IndexBox. (13 de Junio de 2025). Latin America and the Caribbean yoghurt market – consumption, volumes and trends. IndexBox.
- International Coffee Organization. (2022). *Informe del mercado del café*.
- International Organization for Standardization. (1979). *ISO 5546:1979. Caseins and caseinates — Determination of pH (Reference method)*. ISO.
- International Organization for Standardization. (1984). *ISO 7724. Paints and varnishes Colorimetry*. ISO.
- International Organization for Standardization. (2012). *ISO 8586: Sensory analysis — General guidelines for the selection, training and monitoring of selected assessors and expert sensory assessors*. ISO.
- Islas Pelcastre, M., & Pérez Soto, E. (Febrero de 2020). Aprovechamiento sustentable y valor agregado de café, sierra cafetera de La Sombra Chiconquiaco Veracruz.
- Jaeger, S. R., Hort, J., Porcherot, C., Ares, G., & Delarue, J. (2022). Evaluación sensorial de productos alimenticios por parte del consumidor: métodos y aplicaciones.
- Jaffé, W. R. (2015). Nutritional and functional components of non-centrifugal cane sugar: A compilation of the data from the analytical literature. *Journal of Food Composition and Analysis*, 43, 194–202.
- Júarez Gonzalez, T., Maldonado Astudillo, Y. I., Gonzalez Mateos, R., Ramirez Sucre, M. O., Alvarez Fitz, P., & Salazar, R. (2021). Caracterización fisicoquímica y sensorial de café de la montaña de Guerrero. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 12(6), 1057–1070.
- Kappes, S., Schmidt, S., & Lee, S. (2011). Relación entre las propiedades físicas y los atributos sensoriales de las bebidas carbonatadas. *Revista de Ciencia de los Alimentos*.
- Konfío. (6 de Noviembre de 2025). Obtenido de Konfío: https://konfio.mx/blog/panorama-pyme/produccion-de-cafe-en-mexico-los-estados-que-impulsan-el-crecimiento-del-sector/?srltid=AfmBOorVQVGNBUqRbXE7s8IkbtKBdMGWf0EDqVnH0ukw5ilcCu1gTrfT&utm_source=.com
- Korkmaz, S., Li, Y., & Rashwan, S. (2022). *Types of yogurt: production techniques and functional properties*.
- Lawless, H. T., & Haymann, H. (2010). *Evaluación sensorial de los alimentos*. Springer.

- Marin Garza, T., Gomez Merino, F. C., Aguilar Rivera, N., Murguía González, J., Trejo Tellez, L. T., Pastelín Solano, M. C., . . . Marin Garza, T. (2020). Composición bioactiva de hojas de café durante un ciclo anual. *Revista Fitotecnica Mexicana*, 41(4), 365–372.
- Martinez Chiluisa, A. B. (2015). Estudio del efecto de la hidrólisis enzimática en la obtención de un jarabe de glucosa y fructosa a partir del plátano maduro (*Musa paradisiaca*).
- Martínez González, E., Muñiz-Márquez, D. B., De la Rosa Hernández, M., Aguilar Zárate, P., Reyes Luna, C., Ramírez Cathí, H., & Wong Paz, J. E. (2019). Estudio de factores que influyen en la producción de piloncillo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) empleando un diseño de Plackett Burman. *Acta Universitaria*, 1–13.
- Mokoonlall, S. N. (2021). Caracterización fisicoquímica y sensorial de diferentes métodos de producción de yogur. *Revista internacional de productos lácteos*.
- Mori Nuñez, C. L. (2017). Efecto de la carragenina y sacarosa en la actividad de agua, pH, sinéresis y acidez del yogurt.
- Naula Pérez, D. M. (Septiembre de 2022). Aprovechamiento de la uvilla (*Physalis peruviana* L.), para la elaboración de jarabe de repostería y su caracterización. Ambato, Ecuador.
- Navas Bayona, I. D. (2008). Estudio del proceso de elaboración del yogurt batido con extracto natural de albahaca (*Ocimum basilicum* L).
- Núñez, C. L. (Junio de 2019). Efecto de la carragenina y sacarosa en la capacidad de retención de agua y sinéresis de yogurt.
- Olson, M. J. (2022). Incorporación de probióticos al yogurt y a diversos productos novedosos a base de yogurt. *Ciencias Aplicadas*.
- Ordoñez, J. (2016). *Tecnología de alimentos. Volumen II: Alimentos de origen animal*. 2.^a ed.
- Osorio Perez, V., Pabón Usaquén, J. P., Gallego Agudelo, C. P., & Echeverri Giraldo, L. F. (2021). Efecto de las temperaturas y tiempos de tueste en la composición química del café. *Revista Cenicafé*, 72(1), e72103.
- Pappa, E. a. (2023). *Características fisicoquímicas de los yogures griegos disponibles comercialmente*.
- Pathare, P. B., Opara, U. L., & Al-Said, F. A. (2013). Medición y análisis del color en alimentos frescos y procesados: una revisión. *Tecnología alimentaria y de bioprocesos*, 36-60.
- Pazmiño, M. D. (Noviembre de 2021). Efecto del uso de endulzantes en las características fisicoquímicas y. Honduras.
- Pereira, R. M. (2017). Interacción de los componentes del café en productos lácteos fermentados: Sabor y texturización en el yogurt.
- Puerta Quintero, G. I. (2023). El proceso de café paso a paso. *Café Gourmet Ensoñación*.
- Quintero, M., Velásquez, S., Zapata, J., López, C., & Cisneros Zevallos, L. (2021). Evaluación de la aceptación del café líquido concentrado durante el almacenamiento: perspectiva sensorial y fisicoquímica. *Moléculas*, 26(12), 3545.

- Ramón, A., Curti, C. A., Lotufo Haddad, A. M., & Vinderola, C. G. (2023). Evaluación sensorial y propiedades fisicoquímicas de yogur firme fortificado con proteínas de lupino andino (*Lupinus mutabilis*). *Investigación en salud y nutrición de MLS*, 2.
- Ramos, J., Barazarte, H., & Pernaletе, M. (2019). Evaluación sensorial de un yogurt probiótico aplicando pruebas de consumidores. *Agroindustria, Sociedad y Ambiente*, 48-67.
- Ranadheera, C. S., Evans, C. A., Adams, M. C., & Baines, S. K. (2021). Administración de probióticos a través de alimentos lácteos fermentados: situación actual y tendencias futuras.
- Reyes, J., & Ludeña, F. (2015). Evaluación de las características físico-químicas, microbiológicas y sensoriales de un yogur elaborado con sucralosa y estevia. *Revista Politécnica*, 36 (2).
- Rocha Mendoza, D., Kosmerl, E., Zhang, A., Badiger, L., Miyagusuku Cruzado, G., & Jimenez Flores, R. (2022). Revisión por invitación: Tendencias del suero ácido y beneficios para la salud.
- Rune JBirke, C., Giacalone, D., Steen, I., Duelund, L., Munchow, M., & Clausen, M. P. (2023, Marzo 22). Ácidos en el café preparado: composición química y umbral sensorial.
- Sauna Aguilar, B. J., Osorio Paredes, L., Moreno Ramos, J. A., & Estarada Gonzales, H. L. (2025). Evaluación sensorial de néctar de maracuyá y arándano: Análisis de la percepción del consumidor sobre atributos organolépticos. *Nutr Clin Diet Hosp*, 45(4).
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2022). *Con buenas perspectivas, inicia cosecha de café en Veracruz y otros estados productores*. Gobierno de México.
- Secretaría de Economía & Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2019). *Norma Oficial Mexicana NOM-181-SCFI/SAGARPA-2018, Yogurt-Denominación, especificaciones fisicoquímicas y microbiológicas, información comercial y métodos de prueba (cancela a la NOM-181-SCFI-2010)*. Diario Oficial de la Federación.
- Secretaría de Salud. (2002). *NORMA Oficial Mexicana NOM-185-SSA1-2002, Productos y servicios. Mantequilla, cremas, producto lácteo combinado y derivados lácteos. Especificaciones sanitarias*. Diario Oficial de la Federación.
- Secretaría de Salud. (2012, Julio 16). Acuerdo por el que se determinan los aditivos y coadyuvantes en alimentos, bebidas y suplementos alimenticios, su uso y disposiciones sanitarias.
- Secretaría de Salud. (2012). *NORMA Oficial Mexicana NOM-185-SSA1-2012, Productos y servicios. Mantequilla, cremas, producto lácteo combinado y derivados lácteos. Disposiciones y especificaciones sanitarias. Métodos de prueba*. Diario Oficial de la Federación.
- Secretaría de Salud. (2012). *NORMA Oficial Mexicana NOM-218-SSA1-2011, Productos y servicios. Bebidas saborizadas no alcohólicas, sus congelados, productos concentrados para prepararlas y bebidas adicionadas con cafeína. Especificaciones y disposiciones sanitarias. Métodos de prueba*. Diario Oficial de la Federación.

- Severiano Pérez, P. (2019). ¿Qué es y cómo se utiliza la evaluación sensorial? Mundo Nano. *Revista Interdisciplinaria en Nanociencias y Nanotecnología*, 22.
- Smith, L. (2020). Historia y globalización del café.
- Statista Market Insights. (2025). Yogurt – Mexico (Perspectivas del mercado).
- Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. (2025). Métodos de determinación de acidez y pH en leche. *Repositorio Institucional UNSCH*.
- Valenzuela Romero, M. A. (Diciembre de 2010). Desarrollo y evaluación física, química y sensorial de un jarabe de sacarosa con pulpa de café saborizado (*Coffea arabica*). Zamorano, Honduras.
- Vargas, M., & Ramirez, J. (2019). Evaluación sensorial y fisicoquímica de yogurt saborizado con extracto de café. *Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales*, 6(2), 45–53.
- Vicentini Polette, C. M., Belé, J. S., Borges, M. T., Spoto, M. H., & Verruma Bernardi, M. R. (2019). Caracterización fisicoquímica y sensorial de jarabes de caña de azúcar comerciales. *Revista de Ciencias Agrárias*, 42(3), 808–816.
- Vlachos, N. (2002). Viscosidad y conductividad eléctrica de soluciones concentradas de café soluble. *Revista de Ingeniería Alimentaria*, 51(2), 93–98.
- Wang, Y. L. (2019). Antioxidantes en el café: Un estudio de sus propiedades y beneficios para la salud.
- Zhang, X. L. (2024). Análisis sensorial sistemático del yogur basado en un analizador de textura y la aceptación del consumidor. *Revista de Ciencia Láctea*.
- Zhang, Z., Li, G., Luo, Y., & Chen, Y. (2020). Efectos de los ingredientes aromatizantes sobre las propiedades fisicoquímicas y sensoriales del yogurt.
- Zhu, Y. e. (2023). *Physicochemical, sensory, and antioxidant characteristics of stirred-type yogurt fortified with Lentinula edodes stipe powder*.
- Zidan, D., & Azlan, A. (2022). Non-Centrifugal Sugar (NCS) and Health: A Review on Functional Components and Health Benefits. *Applied Sciences*, 12(1), 460.

ANEXOS

Anexos 1. Formato prueba de nivel de agrado



Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo
Instituto de Ciencias Agropecuarias
Área Académica de Ingeniería Agroindustrial y en Alimentos
Ingeniería en Alimentos



Evaluación sensorial de yogurt batido con jarabe de café
Prueba de nivel de agrado

Nombre: _____ Edad: _____ años Fecha: _____

Género: F ___ M ___ Escolaridad: Preparatoria ___ Universidad ___ Otros _____

Lugar de procedencia: _____

Indicaciones: Lea detenidamente

A continuación, se le presentarán tres recipientes de muestras de yogurt batido con jarabe de café, acompañados de una cuchara para cada muestra. Destape y pruebe las muestras de izquierda a derecha de manera individual y evalúe su color, olor, sabor (tomando agua potable entre cada muestra) y textura, marcando su nivel de agrado en el apartado correspondiente. No compare las muestras entre sí.

Indique con una ✓ su nivel de agrado y escriba la razón del porque lo eligió

Muestra	Atributo	Me gustó mucho	Me gustó	Me es Indiferente	No me gustó	Me disgustó	¿Porque eligió este nivel?
117	Color						
	Olor						
	Sabor						
	Textura						
896	Color						
	Olor						
	Sabor						
	Textura						
584	Color						
	Olor						
	Sabor						
	Textura						

Observaciones:

¡Gracias por su participación!

Anexos 2. Formato de consentimiento para la prueba de nivel de agrado



Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo
Instituto de Ciencias Agropecuarias
Área Académica de Ingeniería Agroindustrial y en Alimentos
Ingeniería en Alimentos
Evaluación sensorial de yogurt batido con jarabe de café



Consentimiento informado

Título de la Investigación: Evaluación sensorial de yogurt con jarabe de café.

Nombre de los investigadores: Dra. Rosa Hayde Alfaro Rodríguez

Nombre del estudiante: Arleth Guadalupe Vera Pérez

Información previa:

El propósito de este consentimiento informado es proveer a los participantes en esta investigación una clara explicación de la naturaleza de la misma, así como el rol que desempeña en esta.

La presente investigación es conducida por la estudiante Arleth Guadalupe Vera Pérez de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo y asesorado por la Dra. Rosa Hayde Alfaro Rodríguez de la misma institución. El objetivo general de esta investigación es evaluar sensorialmente un yogurt con jarabe de café, mediante una prueba de consumidores para determinar la viabilidad como alternativa de saborizante en productos lácteos fermentados.

Si usted accede a participar en este estudio, se le pedirá probar muestras de yogurt con distintos porcentajes de café realizados en esta investigación y se evaluará la percepción sensorial que tiene de estos por medio de prueba de nivel de agrado. Los ingredientes empleados para la elaboración de los productos a evaluar se encuentran listados a continuación:

Ingredientes/Componentes

Leche entera de vaca

Leche en polvo

Café

Piloncillo

La actividad consiste en el desarrollo de una prueba de nivel de agrado. Esto tomará aproximadamente 15 minutos de su tiempo. Todo dato personal recolectado que permita identificarlo será tomado de forma anónima y estos no serán utilizados en ninguna circunstancia para el desarrollo de la investigación, guardando completa confidencialidad de usted. Asimismo, los datos recolectados en la encuesta serán utilizados para completar los objetivos de esta investigación y estos serán incluidos en el documento de tesis al cual la comunidad de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo tendrá acceso.

Tenga presente que los productos que usted va a probar son aptos para el consumo humano y se han desarrollado garantizando su higiene e inocuidad. Durante el desarrollo de este estudio cabe la posibilidad que incurra en daños físicos leves como malestar en caso de que usted ingiera incorrectamente los productos. Si dichos síntomas se producen durante la evaluación sensorial, coménteles de inmediato al responsable de la investigación. Si, por el contrario, los síntomas se presentan en las horas (3-4 h) posteriores a la prueba sensorial comuníquese con el Servicio Médico de la Institución y ponga en conocimiento al médico que lo atienda, de su participación en la evaluación sensorial.

Por otro lado, tenga presente que durante todo el estudio se va a respetar su bienestar, reconocimiento, dignidad e integridad corporal con la finalidad de que no sufra ningún daño moral o psicológico.

Asimismo, usted es libre de participar o no en este estudio, en caso de hacerlo también tiene la posibilidad de abandonar el estudio durante cualquier momento en el caso que usted lo desee.

Firme en caso de estar de acuerdo con este consentimiento informado y desee participar durante el desarrollo del estudio.

Fecha: _____

Nombre de la persona que participará en la Investigación	Firma	¿Tiene algún tipo de alergia a los ingredientes del producto que probará en el ensayo?
		() SI () NO
		() SI () NO
		() SI () NO

1/2