

Caracterización y formulación de una bebida en polvo a base de suero de leche, mezquite (*Prosopis spp*), cebada y proteína de arroz integral: evaluación fisicoquímica y sensorial

Characterization and formulation of a powdered beverage based on whey, mesquite (*Prosopis spp*), rice protein and barley: Physicochemical and Sensory Evaluation

Gloria Nieves ACEVEDO OSORIO, Paulina Itzel CALVARIO YÁÑEZ, María Elena CAMACHO PARRA, Margarita MONTIEL ROMERO

Departamento de Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán, Ciudad de México, México.

Recibido: 6/octubre/2025. Aceptado: 5/noviembre/2025.

RESUMEN

Introducción: En México el consumo de bebidas endulzadas (85.8%) provocó un aumento en peso y diabetes, Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2018 (ENSANUT). El desarrollo de bebidas saludables y funcionales para la población en general y con padecimientos presentan beneficio si se integra en su dieta: Suero de leche fuente de aminoácidos ramificados y mejora el metabolismo de lípidos; mezquite presenta bajo índice glucémico, bajo contenido de carbohidratos, libre de gluten y alto en fibra dietética; cebada rica en vitaminas, minerales y alta en fibra dietética; proteína de arroz integral contiene algunos aminoácidos esenciales.

Objetivos: Formular y caracterizar una bebida en polvo a base de suero de leche, mezquite (*Prosopis spp*), cebada y proteína de arroz integral, con referencia a los requerimientos de la NOM-015-SSA2-2010.

Material y Métodos: Se evaluaron propiedades fisicoquímicas (humedad, cenizas, proteína, extracto etéreo, fibra dietética y carbohidratos), microbiológicas y caracterización (tamaño de partícula, densidad aparente y compactada, ángulo de reposo, fluidez, índice de humectabilidad, de solubilidad e

insolubilidad y pH) a materias primas y producto terminado. Se propusieron 4 formulaciones tomando como referencia los requerimientos en la NOM-015-SSA2-2010. Se realizaron evaluaciones sensoriales de nivel de agrado.

Resultados y discusión: De las 4 formulaciones se seleccionó la formulación 1, por los resultados de su caracterización y características fisicoquímicas: menor índice de insolubilidad 5mL/50mL muestra, mayor índice de solubilidad 90% y menor tiempo de humectabilidad 126s. La evaluación sensorial final (nivel de agrado) con 120 sujetos voluntarios, de 3 sabores evaluados, vainilla fue el de mayor agrado.

Conclusiones: La integración de las materias primas propuestas permitió la obtención de una bebida con aporte calórico de 198.37 kcal por ración de 52g, puede integrarse en una dieta habitual, al incluirla como colación, será un apoyo para evitar ayunos prolongados y el consumo de productos azucarados.

PALABRAS CLAVE

Formulación; bebida; polvo; funcional.

ABSTRACT

Introduction: In Mexico, the consumption of sweetened beverages (85.8%) led to weight gain and diabetes, according to the 2018 National Health and Nutrition Survey (ENSANUT). The development of healthy and functional beverages for the general population and for individuals

Correspondencia:
Acevedo Osorio Gloria Nieves
gloria.acevedoo@incmnsz.mx

with specific health conditions presents benefits if integrated into their diet: Whey is a source of branched-chain amino acids and improves lipid metabolism; mesquite has a low glycemic index, low carbohydrate content, is gluten-free, and high in dietary fiber; barley is rich in vitamins and minerals and high in dietary fiber; Brown rice protein contains some essential amino acids

Objectives: Objectives: To formulate and characterize a powdered beverage based on whey, mesquite (*Prosopis spp*), barley, and brown rice protein, using the requirements of NOM-015-SSA2-2010 as a reference.

Materials and Methods: Physicochemical properties (moisture, ash, protein, ether extract, dietary fiber, and carbohydrates), microbiological parameters, and characterization (particle size, bulk and tapped density, angle of repose, flowability, wettability index, solubility and insolubility index, and pH) were evaluated for both raw materials and the final product. Four formulations were proposed according to the requirements established in NOM-015-SSA2-2010. Sensory evaluations of acceptability levels were carried out.

Results and Discussion: Among the four formulations, formulation 1 was selected due to its physicochemical characteristics and performance: lower insolubility index (5mL/50mL sample), higher solubility index (90%), and shorter wettability time (126s). The final sensory evaluation (acceptability level) with 120 volunteers showed that, among the three flavors tested, vanilla was the most preferred.

Conclusions: The integration of the proposed raw materials allowed for the production of a beverage with a caloric content of 198.37 kcal per 52g serving. It can be integrated into a regular diet, and by including it as a snack, it will help to avoid prolonged fasting and the consumption of sugary products.

KEYWORDS

Formulation; beverage; powder; functional.

ABREVIATURAS

ENSANUT: Encuesta Nacional de Salud y Nutrición.

UNAM: Universidad Nacional Autónoma de México.

INCMNSZ: Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán.

ANOVA: Análisis de varianza.

NOM: Norma Oficial Mexicana.

NMX: Norma Mexicana.

INTRODUCCIÓN

En México, con base en la ENSANUT 2018, hasta el momento vigente, en la categoría de los alimentos no recomen-

dables para una población de edad de más de 20 años, el consumo de bebidas endulzadas fue de un 85.8 % y en bebidas lácteas endulzadas el 16.8 %¹. Este consumo conlleva a un aumento excesivo de peso corporal, que es un proceso gradual, y que puede iniciar desde la infancia y adolescencia, a partir de un desequilibrio entre la ingesta de alimentos y el gasto energético que se tenga de estos, entre otros factores².

Por otra parte, presentar obesidad o sobrepeso aumenta el riesgo de padecer otras afecciones como enfermedades coronarias, diabetes tipo 2, cáncer, hipertensión arterial, dislipidemia, accidente cerebrovascular, enfermedad de hígado y vesícula, apnea del sueño, problemas respiratorios, problemas ginecológicos, entre otros^{1,3}.

En 2018, se reportó que del 12 al 14 % de la población mayor de 20 años fueron diagnosticados con diabetes, y los estados donde hubo mayor prevalencia según la ENSANUT fueron: Campeche, Tamaulipas, Hidalgo, Ciudad de México y Nuevo León. Para las personas con sobrepeso y obesidad los resultados obtenidos corresponden al 75.2 % (39.1 % sobrepeso y 36.1 % obesidad), en 2012 se reportó el 71.3 %¹. De acuerdo con estas estadísticas, estos grupos poblacionales son a los que se deben poner atención para el desarrollo de productos que, además de garantizar un buen estado nutricional, permita mantener un equilibrio metabólico normal, evitando de primera instancia variaciones glucémicas⁴; por lo que se requiere desarrollar alimentos y bebidas que sean adecuados para personas que viven con diabetes y con obesidad, caracterizados por un bajo aporte energético, libres de hidratos de carbono simples o bien formulados con materias primas que no produzcan un efecto rápido hiperglucémico. Por ejemplo, bebidas instantáneas como alternativa para cubrir las necesidades de la población por ser de consumo rápido, así como, utilizar diferentes ingredientes que contengan componentes y nutrimentos como: carbohidratos, lípidos, proteínas y que cumpla con los requerimientos nutricionales de personas con diabetes y con obesidad para consumir como colación y evitar ayunos prolongados.

Con base en lo anterior se propone el desarrollo de una bebida en polvo con las siguientes materias primas innovadoras por su funcionalidad:

- Proteína de arroz integral: Fuente de aminoácidos esenciales con presencia limitante de lisina, es una opción adecuada para personas que sufren alergias o intolerancias alimentarias al gluten, soja, huevo o a los lácteos, puede ayudar a la pérdida de peso y al control de este, reduce el colesterol en conjunto con una dieta balanceada^{6,7}.
- Mezquite en polvo: Es una leguminosa libre de gluten con bajo índice glucémico. La proteína contiene 8 aminoácidos esenciales, es una harina baja en carbohidratos, lípidos y alta en fibra dietética⁸.

- Harina de cebada: Contiene 10 % de proteína, es rica en vitaminas, minerales, ácidos grasos esenciales y es una buena fuente de fibra dietética, la integración de este en una dieta balanceada en conjunto con actividad física podría beneficiar a un buen mantenimiento de la salud, debido al porcentaje de esta que se va a utilizar para formular, no se tendrá impacto significativo en el contenido de hidratos de carbono⁶.
- Suero de leche: Presenta aminoácidos ramificados, los cuales tienen un efecto en el funcionamiento del sistema inmune, aporta minerales y oligoelementos de los cuales destacan calcio, potasio, fósforo, magnesio, sodio, zinc, hierro y cobre. Su integración en una alimentación balanceada y alta en fibra puede ayudar a normalizar el funcionamiento del sistema digestivo promoviendo una correcta estimulación de movimientos intestinales, además de promover una mejora en el metabolismo de los lípidos⁹.

Basada en los requerimientos establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-015-SSA2-2010, Para la prevención, tratamiento y control de la diabetes mellitus⁵, para su consumo como colación, conocer el nivel de agrado de la bebida y el sabor de preferencia de acuerdo con sus atributos.

OBJETIVOS

Formular y caracterizar una bebida en polvo a base de suero de leche, mezquite (*Prosopis spp*), cebada y proteína de arroz integral, tomando como referencia los requerimientos de la NOM-015-SSA2-2010.

MATERIALES Y MÉTODOS

La normatividad utilizada como referencia para el desarrollo del proyecto corresponden a Normas Oficiales Mexicanas (NOM) y Normas Mexicanas (NMX).

Materias primas y acondicionamiento de la bebida

Se realizó una búsqueda de proveedores de las materias primas (Proteína de arroz integral, mezquite, cebada y suero de leche) para el desarrollo de la bebida, que estuvieran disponibles en el mercado nacional y que contaran con las características de calidad para la elaboración de la mezcla en polvo.

Se utilizó un secador atmosférico de charolas marca APEX, modelo SSE17M, para obtener una humedad máxima de 5 % en las materias primas de acuerdo con la NOM-218-SSA1-2011¹⁰, con una temperatura máxima de 55 °C.

Elaboración de la mezcla para la bebida en polvo

La mezcla para la bebida en polvo se basó en los requerimientos de personas con diabetes y obesidad tomando como referencia la NOM-015-SSA2-2010⁵, donde se mencionan los valores calóricos totales por día para pacientes con diabetes.

En la Figura 1 se muestra el diagrama de proceso utilizado para la elaboración de la bebida.

Análisis Químico

Se realizaron las siguientes determinaciones: humedad y sólidos (NOM-116-SSA1-1994¹¹), cenizas (NMX-F-607-NORMEX-2020¹²), proteína (NMX-F-608-NORMEX-2011¹³), extracto etéreo (NMX-F-615-NORMEX-2018¹⁴), fibra dietética (NOM-086-SSA1-1994¹⁵), hidratos de carbono (cálculo por diferencia) llevados a cabo en el Laboratorio de Nutrición Animal y Bioquímica de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

Análisis Físico

Se realizó la caracterización de polvos con las siguientes pruebas: índice de insolubilidad (NMX-F-734-COFOCALEC-2009¹⁶), índice de humectabilidad¹⁷, índice de solubilidad¹⁸, tamaño de partícula (granulometría) con el tamizador Ro-Tap marca Tyler Industrial Products, modelo B (NMX-F-303-SCFI-2011¹⁹), pH (NMX-F-317-NORMEX-2013²⁰), densidad aparente²¹, densidad compactada²², ángulo de reposo²³, fluidez²³ y mezclado con una mezcladora de pantalón marca MICRON modelo RVVTLTS (MPO-PP-20²⁴). Todas las pruebas se realizaron por triplicado en la Planta Piloto del Departamento de Ciencia y Tecnología de los Alimentos de Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán (INCMNSZ).

Análisis microbiológico

Se realizó el análisis microbiológico con las siguientes determinaciones: Cuenta de bacterias mesófilas (NOM-092-SSA1-1994²⁵), *Salmonella* en alimentos (NOM-114-SSA1-1994²⁶), bacterias coliformes totales. Técnica del número más probable (NOM-210-SSA1-2014²⁷) y *Escherichia coli*, número más probable (NOM-210-SSA1-2014²⁷) llevados a cabo en el Laboratorio de Microbiología, del Departamento de Ciencia y Tecnología de los Alimentos del INCMNSZ.

Evaluación Sensorial

La evaluación sensorial se realizó en un período de tres días en un horario de 10:00 a 14:00 h con 120 sujetos voluntarios entre 18 y 60 años, que fueran de preferencia consumidores de bebidas proteicas, con cereales o leguminosas. Se invitó a personal y público en general que se encontraban dentro del INCMNSZ, evaluaron 3 muestras de bebida, con la misma formulación y diferente sabor (vainilla, café y chocolate) mediante la prueba de nivel de agrado con una escala hedónica de 5 puntos. Se descartaron aquellos sujetos voluntarios que presentaran alergias o intolerancias alimentarias, haber consumido alimentos antes de la prueba, fumado, tomado café o haber mascado chicle al menos una hora antes de la evaluación. Los resultados se analizaron con el programa JAMOV²⁸, utilizando

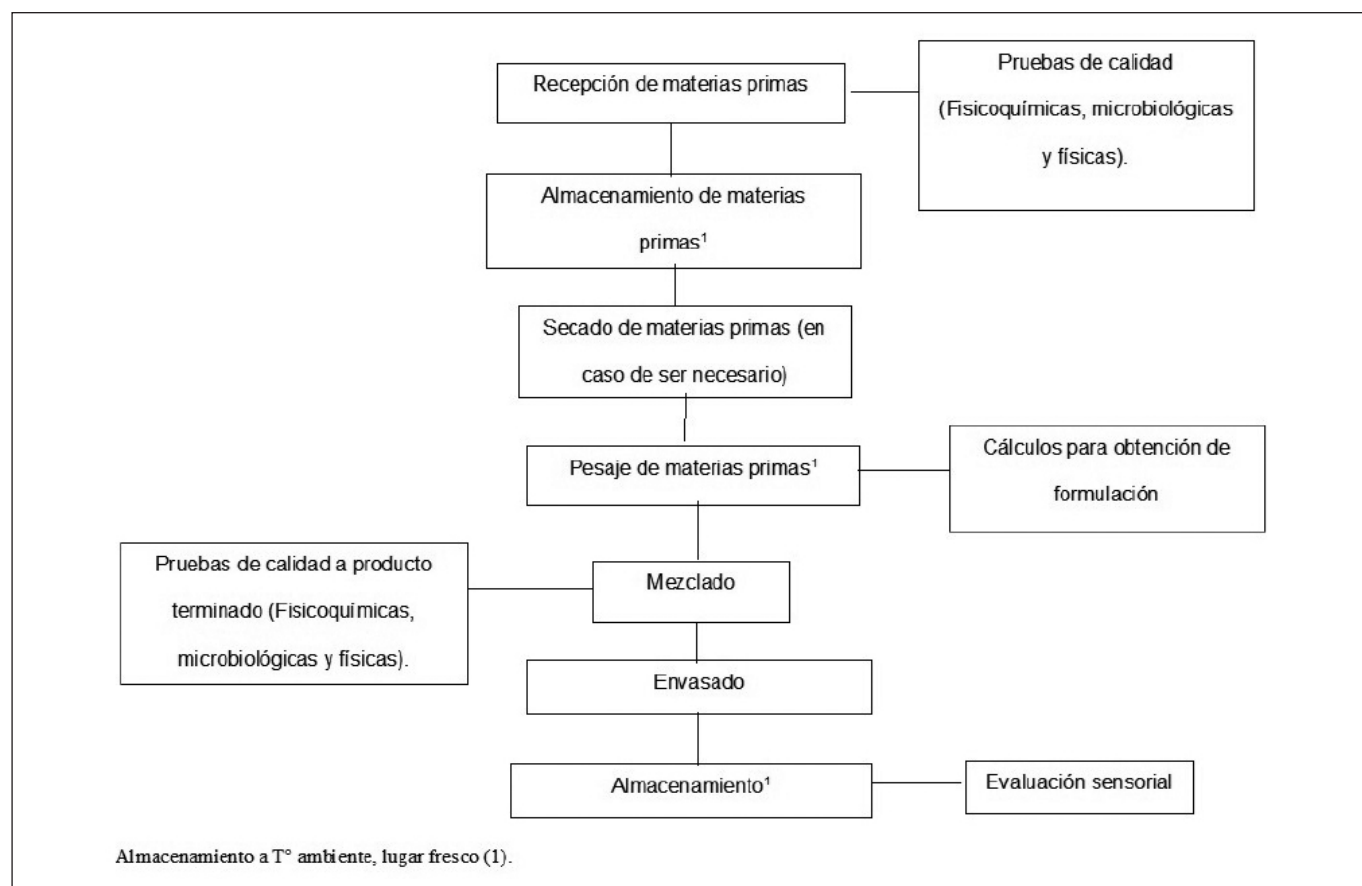


Figura 1. Diagrama de proceso

análisis de varianza (ANOVA) de medidas repetidas, prueba no paramétrica de Friedman. Esta Evaluación Sensorial se realizó en el Laboratorio de Evaluación Sensorial del Departamento de Ciencia y Tecnología de los Alimentos del INCMNSZ.

RESULTADOS

En la Tabla 1 se presenta el análisis fisicoquímico para determinar la composición química de las materias primas y las determinaciones físicas, que permiten la caracterización de los polvos con la finalidad de conocer su comportamiento durante la integración de la mezcla de polvos, como su solubilidad, dispersión, entre otras que permitieron el cálculo de las 4 formulaciones (Tabla 2) para la bebida en polvo, la cual se basó en los requerimientos de la NOM-015-SSA2-2010⁵ antes mencionada.

En cuanto a los resultados microbiológicos a las materias primas, se encuentran dentro de los límites permitidos de acuerdo con la normatividad vigente (ver sección de materiales y métodos).

A partir de los resultados (Tabla 2) se seleccionaron las formulaciones 1 y 2, a las cuales se les realizó una prueba de

Evaluación Sensorial de aceptación con 10 sujetos voluntarios para seleccionar una formulación, con una aceptación del 70 % para la formulación 1.

En la Tabla 3 se muestran los resultados del análisis fisicoquímico de la formulación 1, así como los valores energéticos y nutricionales de una ración de 52 g de la bebida, la cual aporta 198.37 kcal y 4.98 g de fibra, que se compara de acuerdo con los requerimientos diarios de una dieta de 1600 kcal en función de lo mencionado en el punto 8.4.4 y el apéndice normativo B² de la norma mexicana NOM-015-SSA2-2010. En la Tabla 4 están las escalas utilizadas para la prueba de nivel de agrado que se realizó a 120 sujetos (dulzor, sabor y amargor). Para la preparación de la bebida se adicionaron 52 g de polvo en 200 mL de agua.

Los resultados obtenidos de la prueba de la Evaluación Sensorial se analizaron estadísticamente con el programa JAMOV²⁸.

DISCUSIÓN

De acuerdo con los resultados físicos que se muestran en la Tabla 1, se observa que el tamaño de partícula de las ma-

Tabla 1. Análisis Fisicoquímicos de las materias primas

Determinación Química	Proteína de arroz	Harina de cebada	Suero de leche	Mezquite en polvo
Materia seca (%)	97.04	86.94	98.33	93.47
Humedad (%)	2.96	13.06	1.67	6.53
Proteína cruda (%)	78.95	11.52	9.03	12.14
Extracto etéreo (%)	5.41	2.85	0.69	15.58
Cenizas (%)	1.40	2.31	7.80	7.19
Fibra cruda (%)	1.03	4.93	0.00	5.55
Extracto libre de Nitrógeno (%)	10.25	65.34	80.81	53.00
Determinación Física				
Tamaño de partícula (mm)	< 0.074	0.074	< 0.074	< 0.074
pH	5	4	5	4
Densidad aparente (g/mL) *	0.38	0.49	0.68	0.51
Densidad compactada (g/mL) *	0.52	0.75	0.87	0.68
Voluminosidad (2)	2.66	2.04	1.48	1.98
Porosidad (2)	28	35	22	25
Índice de Hausner (2)	1.38	1.53	1.29	1.34
Índice de Carr (2)	28	35	22	25
Ángulo de reposo (°)	45	45	49	46
Fluidez (s/100 g muestra)	292.6	219.5	156.23	126.1

* Los valores de estas determinaciones se utilizaron para calcular.

Tabla 2. Formulaciones y valores de índice de insolubilidad, Índice de solubilidad y Humectabilidad de formulaciones propuestas

Ingredientes	F1	F2	F3	F4
	(%)			
Mezquite	15	30	15	30
Suero de leche	50	35	20	20
Maltodextrina	5	5	19.8	19.8
Harina de Cebada	15	15	15	15
Proteína de arroz	14.8	14.8	30	15
Monk Fruit	0.2	0.2	0.2	0.2
Determinaciones				
Índice de insolubilidad (mL/50 mL muestra)	5	5	7.1	7.5
Índice de solubilidad (%)	90	90	85.8	85
Humectabilidad (s)	126	165	249	300

Tabla 3. Datos Fisicoquímicos, información nutritiva y energética de la formulación 1

Determinación Fisicoquímica			
Materia seca (%)	96.76	Densidad compactada * (g/mL)	0.84
Humedad (%)	3.24	Voluminosidad (3)	1.68
Proteína cruda (%)	20.11	Porosidad (3)	29.13
Extracto etéreo (%)	1.44	Índice de Hausner (3)	1.41
Cenizas (%)	4.85	Índice de Carr (3)	29.13
Fibra cruda (%)	3.13	Ángulo de reposo (°)	48
Fibra dietética (%)	9.58	Fluidez (s/100 g muestra)	105.2
Extracto libre de Nitrógeno (%)	67.23	Índice de solubilidad (%)	90
Tamaño de partícula (mm)	< 0.074	Índice de insolubilidad (mL/50 mL)	5
pH	4	Humectabilidad (s)	126
Densidad aparente* (g/mL)	0.59	Tiempo de mezclado (min)	14
Información nutritiva y energética			
Macronutrientes	Aporte Calórico por ración 52 g (kcal)	Aporte calórico (kcal/día) requerido para una dieta de 1600 kcal	Porcentaje que cubre la ración de bebida en el aporte diario de 1600 kcal (%)
Carbohidratos	139.84	800	17.48
Proteínas	41.83	400	10.46
Lípidos	6.74	400	1.68
Fibra dietaria	9.96	—	—
Total	198.37	1600	12.4
Fibra que se aporta por porción de 52 g	4.98 g	Fibra requerida para una dieta de 1600 kcal/día	22.4 g

* Los valores de estas determinaciones se utilizaron para calcular.

Tabla 4. Escalas utilizadas para la Evaluación Sensorial

Puntaje	Dulzor	Sabor	Amargor
	Categoría	Categoría	Categoría
1	Nada dulce	No me gusta	Demasiado débil
2	Poco dulce	Me disgusta un poco	Un poco débil
3	Justo como me gusta	Ni me gusta ni me disgusta	Justo como me gusta
4	Muy dulce	Me gusta	Un poco fuerte
5	Extremadamente dulce	Me gusta muchísimo	Demasiado fuerte

terias primas es ≤ 0.074 mm, para la determinación de la fluidez (Índice de Hausner y Carr), la proteína de arroz y harina de cebada presentan baja fluidez (292.6 s y 219.5 s respectivamente), mientras que el suero de leche y el mezquite fueron aceptables (156.23 s y 126.1 s respectivamente); por otro lado, en la determinación de cohesividad (ángulo de reposo), todas las materias primas son cohesivas (45° - 49°), de acuerdo con estos resultados, es necesario agitarlas o someterlas a vibración al momento de mezclarlas²².

A partir del análisis químico de las materias primas reportados en la Tabla 1, se calcularon 4 formulaciones basadas en los parámetros de la NOM-015-SSA2-2010⁵. A estas formulaciones se le realizaron las pruebas de Índice de insolubilidad, índice de solubilidad y humectabilidad, por los resultados obtenidos se seleccionaron las formulaciones 1 y 2, ya que el índice de insolubilidad indica el volumen en mililitros de sedimento, es decir, residuo insoluble, que se obtiene cuando un producto sólido es reconstituido con agua²⁹. Las formulaciones 1 y 2, presentaron el menor índice de insolubilidad (5 mL / 50 mL de muestra), el mayor índice de solubilidad (90 %), en cuanto a los resultados de humectabilidad fueron las formulaciones con el menor tiempo (126-165 s), lo cual es relevante ya que esta determinación depende del tamaño de las partículas, su porosidad y valores del ángulo de contacto entre la superficie del poro y la de penetración en el agua, lo que contribuye a mejorar la humectabilidad de la mezcla de polvos²⁹.

Las formulaciones 3 y 4, presentaron índices de insolubilidad mayores (7.1 - 7.5 mL / 50 mL de muestra), indicando que no se humedecen de manera homogénea, lo que provoca que se formen aglomerados al momento de hidratarse, esto reduce la velocidad con la que el agua se introduce entre las partículas del grumo. Por lo anterior, se descartaron estas formulaciones²⁹.

De acuerdo con los resultados de la evaluación sensorial con 10 sujetos voluntarios, se descartó la formulación 2 por tener una aceptación del 30 % comparada con la formulación 1 que fue del 70 %³⁰.

A la formulación 1 seleccionada por sus atributos fisicoquímicos y sensoriales, se le determinó el tiempo de mezclado para obtener una mezcla en polvo homogénea (14 min), así mismo, se observó que los parámetros de fluidez no cambiaron al momento de integrarse las materias primas, es necesario agitar vigorosamente para disolver la bebida antes de consumirla. La ración de 52 g de bebida aporta 198.37 kcal cubriendo el 12.40 % del total energético en una dieta de 1600 kcal tomada como ejemplo del apéndice normativo B, la cual distribuye su valor calórico total para un peso recomendable en 50 % de carbohidratos, 25 % de proteínas, 25 % de lípidos y 22.4 g de fibra considerando los rangos indicados en el punto 8.4.4 de la norma mexicana NOM-015-SSA2-2010. Con base en lo anterior la ración de 52 g de bebida cubre al

día 17.48 % de carbohidratos, 10.46 % de proteínas, 1.68 % de lípidos y 4.98 g de fibra (Tabla 3)⁵.

Para la Evaluación sensorial con 120 sujetos voluntarios, se probaron tres sabores para elegir la de mayor nivel de agrado, de acuerdo con los resultados del análisis estadístico en el atributo de dulzor, los tres sabores evaluados no tuvieron diferencia significativa ($p < 0.001$), fueron considerados "poco dulce" con un puntaje de 2.0. En cuanto al sabor los tres sabores evaluados agradaron con un puntaje de 4 = Me gusta ($p < 0.001$). En el atributo amargo el sabor de la bebida vainilla obtuvo un puntaje de 3 = justo como me gusta. Con base en estos resultados, se seleccionó el sabor vainilla en la bebida preparada.

CONCLUSIONES

En cuanto a la caracterización de polvos con los parámetros evaluados se puede decir que la formulación 1 cumple con las características adecuadas para que a través de una agitación vigorosa se pueda reconstituir 52 g de la formulación en 200 mL de agua. Por otro lado, la integración de las materias primas (suero de leche, mezquite (*Prosopis spp*), cebada y proteína de arroz integral) y la adición de sabor vainilla logró ser del agrado de los sujetos evaluadores de acuerdo con la evaluación sensorial realizada, por lo que la bebida podría considerarse un producto potencial de consumo dentro del mercado, que aporte 198.37 kcal por cada 52 g de ración, la cual representa un 12.40 % del aporte requerido en una dieta de 1600 kcal por día, así como un 22.23 % de aporte de fibra diaria, que puede integrarse a su dieta como colación para evitar ayunos prolongados, ayudar a disminuir el consumo de bebidas azucaradas, mantenerse saludable y sentir saciedad en función de la composición de la bebida.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Dr. Carlos Alberto Aguilar Salinas por su invaluable contribución al inicio de este proyecto, a la Dra. Lilia Castillo Martínez por el apoyo en el análisis estadístico, a la Q.B.P. Claudia Angélica Gutiérrez Leyte y la Q.B.P. Ana Lucia Rebollar Luna por los análisis microbiológicos, así como al Dr. Israel García Cano por el préstamo de instalaciones de la Planta Piloto y Evaluación Sensorial.

BIBLIOGRAFÍA

1. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). Encuesta nacional de salud y nutrición 2018. Presentación de resultados [Internet]. México: INEGI; 2018 [citado 2023 Nov 29]. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/programas/ensanut/2018/default.html>
2. Dávila-Torres J, González-Izquierdo JD, Barrera-Cruz A. Panorama de la obesidad en México. Rev Med Inst Mex Seguro Soc [Internet]. 2015 [citado 2023 Dic 15];53(2):241-9. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=457744936020>

3. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Los efectos del sobrepeso y la obesidad en la salud [Internet]. USA: CDC; c2023 [citado 2023 Nov 29]. Disponible en: <https://www.cdc.gov/healthyweight/spanish/effects.html>
4. Calle J. Desarrollo de alimentos para diabéticos: Development of suitable foods for diabetics. RCTA [Internet]. 2015 Sep [citado 2023 Dic 15];25(3):71-80. Disponible en: <https://revcitecal.iiia.edu.cu/revista/index.php/RCTA/article/view/261>
5. México. Secretaría de Salud. Norma Oficial Mexicana NOM-015-SSA2-2010, Para la prevención, tratamiento y control de la diabetes mellitus. Diario Oficial de la Federación, 23 de noviembre de 2010 [citado 2023 Oct 16]. Disponible en: <https://platiica.economia.gob.mx/normalizacion/nom-015-ssa2-2010/>
6. Ruiz F. Hidrolizado de proteínas de chícharo (*Pisum sativum*) y arroz (*Oryza sativa*) y su efecto antiadipogénico in silico. [Tesis de Maestría]. México: Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Salud Pública y Nutrición; 2020.
7. Herrera C. Separación y cuantificación de proteínas del salvado de arroz. [Tesis de Especialidad]. México: Instituto Politécnico Nacional, Centro de desarrollo de Productos Bióticos; 2019.
8. Alzate L, Arteaga D, Jaramillo Y. Propiedades farmacológicas del Algarrobo (*Hymenaea courbaril* Linneaus) de interés para la industria de alimentos. Rev Lasallista Investig [Internet]. 2008 Jul [citado 2023 Dic 19];5(2):100-111. Disponible en: http://scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-44492008000200013
9. Parra R. Lactosuero: Importancia en la industria de alimentos. Rev Fac Nac Agron Medellín [Internet]. 2009 [citado 2023 Dic 18]; 62:4967-82. Disponible en: http://scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0304-28472009000100021
10. México. Secretaría de Salud. 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, 10 de febrero de 2012 [citado 2024 Ene 31]. Disponible en: <https://platiica.economia.gob.mx/normalizacion/nom-218-ssa1-2011/>
11. México. Secretaría de Salud. Norma Oficial Mexicana NOM-116-SSA1-1994, Bienes y servicios. Determinación de humedad en alimentos por tratamiento térmico. Método por arena o gasa. Diario Oficial de la Federación, 10 de agosto de 1995 [citado 2024 Ene 31]. Disponible en: <https://platiica.economia.gob.mx/normalizacion/nom-116-ssa1-1994/>
12. México. Secretaría de Economía. Norma Mexicana NMX-F-607-NORMEX-2020. Determinación de cenizas totales en alimentos en general y bebidas no alcohólicas – Método de prueba. Diario Oficial de la Federación, 01 de febrero de 2022 [citado 2024 Ene 31]. Disponible en: <https://platiica.economia.gob.mx/normalizacion/nmx-f-607-normex-2020/>
13. México. Secretaría de Economía. Norma Mexicana NMX-F-608-NORMEX-2011. Alimentos - Determinación de Proteínas en alimentos - Método de ensayo (prueba). Diario Oficial de la Federación, 12 de septiembre de 2011 [citado 2024 Ene 31]. Disponible en: <https://platiica.economia.gob.mx/normalizacion/nmx-f-608-normex-2011/>
14. México. Secretaría de Economía. Norma Mexicana NMX-F-615-NORMEX-2018. Alimentos - Determinación de extracto etéreo (Método Soxhlet) en alimentos. - Método de prueba. Diario Oficial de la Federación, 05 de julio de 2019 [citado 2024 Ene 31]. Disponible en: <https://platiica.economia.gob.mx/normalizacion/nmx-f-615-normex-2018/>
15. México. Secretaría de Salud. Norma Oficial Mexicana NOM-086-SSA1-1994. Bienes y servicios. Alimentos y Bebidas No Alcohólicas Con Modificaciones en Su Composición. Especificaciones Nutrimientales. Diario Oficial de la Federación, 26 de junio de 1996 [citado 2024 Ene 31]. Disponible en: <https://platiica.economia.gob.mx/normalizacion/nom-086-ssa1-1994/>
16. México. Secretaría de Economía. Norma Mexicana NMX-F-734-COFALEC-2009. Sistema producto leche-Alimentos-Lácteos-Determinación del índice de insolubilidad en leche en polvo y productos de leche en polvo. Método de prueba. Diario Oficial de la Federación, 20 de noviembre de 2009 [citado 2024 Ene 31]. Disponible en: <https://platiica.economia.gob.mx/normalizacion/NMX-F-734-COFOCALEC-2009/>
17. Ji J, Fitzpatrick J, Cronin K, Crean A, Miao S. Assessment of measurement characteristics for rehydration of milk protein based powders. Food Hyd [Internet]. 2016 Mar [citado 2024 Mar 13];54 (part A):151-61. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2015.09.027>
18. Cano-Chauca M, Stringheta PC, Ramos AM, Cal-Vidal J. Effect of the carriers on the microstructure of mango powder obtained by spray drying and its functional characterization. IFSET [Internet]. 2005 [citado 2024 May 28];6(4):420-8. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2005.05.003>
19. México. Secretaría de Economía. Norma Mexicana NMX-F-303-SCFI-2011. Industria Azucarera y Alcoholera - Determinación De La Granulometría En Muestras De Azúcares Cristalizados. Diario Oficial de la Federación, 23 de noviembre de 2011 [citado 2024 Ene 31]. Disponible en: <https://platiica.economia.gob.mx/normalizacion/nmx-f-303-scfi-2011/>
20. México. Secretaría de Economía. Norma Mexicana NMX-F-317-NORMEX-2013. Alimentos- determinación de pH en alimentos y bebidas no alcohólicas – método potenciométrico – método de prueba. Diario Oficial de la Federación, 27 de agosto de 2013 [citado 2024 Ene 31]. Disponible en: <https://platiica.economia.gob.mx/normalizacion/nmx-f-317-normex-2013/>
21. Bansal V, Premi M, Sharma HK, Nanda V. Compositional, physical, functional attributes and flow characterization of spray-dried skim milk powder enriched with honey. Food Measure [Internet]. 2017 [citado 2023 Dic 20];11:1474-85. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11694-017-9526-1#citeas>
22. Secretaría de Salud. Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos. 11a ed. México: Secretaría de Salud; 2014.
23. Seerangurayar T, Manickavasagan A, Al-Ismaili AM, Al-Mulla YA. Effect of carrier agents on flowability and microstructural properties of foam-mat freeze dried date powder. J Food Eng [Internet]. 2017 [citado 2024 May 21]; 215:33-43. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2017.07.016>

24. INCMNSZ, Departamento de Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Método interno. MPO-PP-20. Procedimiento de operación de la mezcladora de pantalón. INCMNSZ 2021.
25. México. Secretaría de Salud. Norma Oficial Mexicana NOM-092-SSA1-1994, Bienes y Servicios. Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa. Diario Oficial de la Federación, 12 de diciembre de 1995 [citado 2024 Ene 31]. Disponible en: <https://platiica.economia.gob.mx/normalizacion/nom-092-ssa1-1994/>
26. México. Secretaría de Salud. Norma Oficial Mexicana NOM-114-SSA1-1994. Bienes y servicios. Método para la determinación de Salmonella en alimentos. Diario Oficial de la Federación, 22 de septiembre de 1995 [citado 2024 Ene 31]. Disponible en: <https://salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/114ssa14.html>
27. México. Secretaría de Salud. Norma Oficial Mexicana NOM-210-SSA1-2014. Productos y Servicios. Métodos de prueba microbiológicos. Determinación de microorganismos indicadores. Determinación de microorganismos patógenos. Diario Oficial de la Federación, 26 de junio de 2015 [citado 2024 Ene 31]. Disponible en: <https://platiica.economia.gob.mx/normalizacion/nom-210-ssa1-2014/>
28. JAMOVİ: The jamovi project. Versión 2.5 [Software]. 02 Abril 2017 [citado 28 Oct 2024]. Disponible en: <https://www.jamovi.org>
29. García-Gutiérrez C, González-Maldonado MB, Ochoa-Martínez LA, Medrano-Roldán H. Microencapsulación de jugo de cebada verde mediante secado por aspersión. CYTA [Internet]. 2004 [citado 2024 Ago 20];4(4):262-6. <https://doi.org/10.1080/11358120409487769>
30. Ramírez J. Análisis sensorial: Pruebas orientadas al consumidor. Volumen 12. Colombia: ReCiTeIA; 2012.