

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN**

NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:

“Evaluación de la aceptabilidad de una horchata nutritiva elaborada con cereales, maní, marañón, ajonjolí y girasol en la Universidad de El Salvador para su estandarización”

TÍTULO A OBTENER: Ingeniero Agroindustrial

AUTORES:

Nombres, apellidos y formación académica.	Institución y dirección	Teléfono y correo electrónico	Firma
Br. Debbie Alejandrina Guevara Chávez.	Colonia Santa Juanita, psje. Bonilla, casa 12, San Ramón, Mejicanos, San Salvador.	7512-5703 gc13086@ues.edu.sv	
Br. Stanley Wilfrido Tovar Blanco.	Res. Cumbres de Santa Tecla, pol. H-4, psje. 11, casa 44, Santa Tecla, La Libertad.	7850-5470 tb12005@ues.edu.sv	
Ing. Agr. M.Sc. Sigfredo Ramos Cortez	Departamento de Fitotecnia, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador.	7311-5202 sigfredo.ramos@ues.edu.sv	

Visto bueno:

Coordinador General de Procesos de Graduación del Departamento:

Ing. Agr. Mario Alfredo Pérez Ascencio

Firma:

Director General de Procesos de Graduación de la Facultad:

Ing. Agr. Enrique Alonso Alas García

Firma:

Jefe de Departamento:

Ing. Agr. M.Sc. Fidel Ángel Parada Berríos

Firma:

Sello:

Lugar y fecha: Ciudad Universitaria, julio del 2021.

Nombre de la investigación: “Evaluación de la aceptabilidad de una horchata nutritiva elaborada con cereales, maní, marañón, ajonjolí y girasol en la Universidad de El Salvador para su estandarización”

Guevara-Chávez, D.A¹ Tovar-Blanco, S.W¹ ; Ramos-Cortez,S²

El proyecto de investigación tuvo como objetivo evaluar la aceptabilidad y el aporte nutricional de tres propuestas de horchatas elaboradas con cereales y semillas oleaginosas para los trabajadores de la Universidad de El Salvador; se ejecutó en el periodo de febrero del 2020 a enero del 2021. Inicio con la obtención de las materias primas para su elaboración, utilizando como fórmula general: 55% cereal (maíz, sorgo o arroz), 25% semillas (10% maní, 10% marañón, 4% ajonjolí, 1% girasol), 18% proteína de soya aislada, 1% lecitina de soya y 1% especias (0.7% canela, 0.3% pimienta) realizadas en el Parque Tecnológico en Agroindustria (PTA), desarrollando también los análisis de humedad y de actividad de agua a las tres formulaciones. Se prepararon las bebidas en líquido en la planta de procesamiento de frutas y hortalizas de la Estación Experimental y Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador. Luego se realizó la evaluación sensorial por medio de pruebas afectivas de tipo de escala hedónica verbal a 348 trabajadores con edades entre 20 a 65 años de la Universidad de El Salvador. Los resultados se analizaron estadísticamente a través de pruebas no paramétricas del cuantil y kruskalwallis. Para determinar el aporte nutricional de las horchatas se realizó con los valores nutritivos de los alimentos establecidos por el INCAP.

Los resultados indican que estadísticamente hay aceptación para las tres horchatas ya que más del 75% de la población las califico arriba de 4 puntos y la edad no es un factor que infiere en la aceptación, pero la horchata de maíz es la más preferida además de ser la que mayores beneficios nutritivos aporta.

Palabras claves: horchata, humedad, actividad de agua, evaluación sensorial, pruebas afectivas, escala hedónica verbal.

¹ Estudiantes tesistas del Departamento de Fitotecnia, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador

² Docente asesor del Departamento de Fitotecnia, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador

Research name: "Acceptability Evaluation for a nutritious horchata made with cereals, peanuts, cashew, sesame and sunflower at the University of El Salvador for its standardization"

The research project's objective was to evaluate the acceptability and nutritional report of three proposals for horchatas made with cereals and oilseeds amongst workers of the University of El Salvador; it was executed in a period between February 2020 to January 2021. The starting point was obtaining raw materials for its preparation, using as a general formula: 55% cereal (corn, sorghum, or rice), 25% seeds (10% peanuts, 10 % cashew, 4% sesame, 1% sunflower), 18% isolated soy protein, 1% soy lecithin and 1% spices (0.7% cinnamon, 0.3% pepper) made at the Agroindustry Technology Park (PTA), developing as well the moisture and water activity analyzes of the three formulations. The liquid beverages were prepared at the Fruit and Vegetable Processing Plant in the Experimental and Practical Station of the Faculty of Agronomic Sciences of the University of El Salvador. Thereafter, utilizing an effective test of the verbal hedonic scale type the sensory evaluation was performed on 348 workers with ages between 20 to 65 years of the University of El Salvador. The results were statistically analyzed through non-parametric quantile and Kruskal-Wallis tests. The nutritional values of the foods established by INCAP were applied to determine the nutritional contribution of the horchatas

The statistics reflect acceptance towards the three horchatas with over 75% of the sample population rating them above 4 points. According to the results, demographics such as age do not influence acceptance. Out of the three options, the corn horchata proved to be the preferred choice in addition to be the one with the greatest nutritional benefits.

Keywords: horchata, humidity, water activity, sensory evaluation, affective tests, verbal hedonic scale.

¹ Thesis student of Faculty of Agricultural Sciences, Department of phytotechnics. University of El Salvador.

² Teacher Directors of Faculty of Agricultural Sciences, Department of phytotechnics. University of El Salvador.

1. INTRODUCCIÓN

Según MINSAL (2013), una gran problemática que se vive actualmente a nivel mundial son los padecimientos o enfermedades asociadas a una mala nutrición como: desnutrición, diabetes, hipertensión, anemia, obesidad, problemas cardiacos etc., esto se debe a los métodos de producción masiva de alimentos, que se basan en la elaboración de productos a muy bajo costo, utilizando materias primas de baja calidad y poco nutritivas, además de contener grandes cantidades de grasas, edulcorantes, colorantes y preservantes.

El concepto de alimentos funcionales nació en Japón en la década de los 80 como respuesta a su crecimiento poblacional, estudios indicaban que mejorar la calidad de los alimentos ingeridos disminuirán los gastos de salud. (Oddone 2017).

Es por ello que es de gran importancia concientizar a las empresas del sector alimenticio, que coloquen a disposición productos más nutritivos para la población; elaborados con materias primas de calidad, que aporten nutrientes y beneficios a la salud. Según Delgado (2015), la horchata es una bebida artesanal que ha sido transmitida de generaciones en generaciones; “es una bebida refrescante que puede ser de chufa, morro, cacao y de toda materia prima que brinde una consistencia lechosa, preparada con agua y azúcar, es rica en minerales como el fósforo, calcio, magnesio y hierro, además posee vitaminas”.

Las horchatas son bebidas tradicionales en varios países de Centro América, tales como El Salvador, Honduras y Nicaragua. El proceso consiste en seleccionar los granos, tostarlos separadamente, mezclarlos, molerlos y empacarlos. Esta harina es la base para preparar el refresco al cual se le agrega azúcar y hielo (FAO s.f.).

Según una encuesta realizada por Umaña y Monterrosa (2012), se estima que el 92.94% de los encuestados consumen horchata y la mayoría de ellas están en un rango de edades de 5 a 45 años, debido a que la horchata es considerada una bebida típica por excelencia en El Salvador; además según el Ministerio de Economía se conoce que el porcentaje de la población que consume horchata en polvo es del 67%, con un consumo por familia mensual de 2.2 libras a un precio promedio de \$2.60 la libra.

Se elaboraron tres opciones de horchatas nutritivas a base de un cereal como: maíz, sorgo o arroz y la combinación de semillas: maní, girasol, ajonjolí y marañón; con el fin de ser sometidas a un análisis sensorial de aceptabilidad y poder así ser considerada como un alimento funcional que pueda incluirse en la dieta alimenticia de los consumidores.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Descripción del estudio

El estudio se realizó de febrero del 2020 a enero del 2021 en dos etapas. La primera etapa inicio con la obtención de las materias primas y la elaboración de las formulaciones en estudio que se realizó en el Parque Tecnológico en Agroindustria (PTA) siguiendo las etapas recepción, selección, lavado, desinfección, tostado, pesado, molienda, mezclado y empaçado; como también los análisis de control de calidad de humedad y de actividad de agua a las formulaciones. La segunda etapa consistió en el desarrollo del análisis sensorial, iniciando con la preparación de las bebidas en líquido, esta se realizó en la planta de procesamiento de frutas y hortalizas de la Estación Experimental y Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador siguiendo el proceso de pesaje, mezclado, licuado, esterilización de recipientes, pasteurización de la bebida, filtrado, llenado y almacenamiento de las horchatas; posteriormente se preparó el escenario para el montaje del análisis sensorial, que se llevó a cabo en la Universidad de El Salvador en las 9 facultades y oficinas centrales a una población de 348 trabajadores con edades entre 20 a 65 años, considerados como panelistas no entrenados o tipo consumidor final. Para posteriormente dar

paso a la etapa de ordenamiento y análisis de los datos obtenidos y poder así determinar la fórmula mejor calificada por la población en estudio.

2.2. Metodología de campo

La obtención de materias primas para la elaboración de las formulaciones en estudio se realizó en centros especializados de compra, para adquirir las semillas secas (marañón, maní, girasol y ajonjolí), los cereales (sorgo, maíz y arroz), especias, la proteína de soya aislada, lecitina de soya, empaques, materiales e insumos para el montaje del análisis sensorial entre otros.

2.3. Metodología de laboratorio

2.3.1. Formulaciones en estudio

Como fórmula general se utilizó: 55 % de cereal (maíz, sorgo o arroz), 10% de maní, 10% de marañón, 4% de ajonjolí, 1% de girasol, 18 % de proteína de soya aislada, 1% de lecitina de soya, 0.7 % de canela, 0.3% de pimienta gorda para elaborar 700 g de las tres bebidas en estudio, compuestas en igual proporción de ingredientes variando únicamente los cereales: arroz, sorgo y maíz cuya función principal es brindarle volumen y cuerpo a la bebida, un buen aporte nutricional y ser un agente secuestrante de las grasas que producen las semillas de maní, marañón, ajonjolí y girasol.

2.3.2. Proceso de elaboración de horchata en polvo

Para la elaboración de los tres tratamientos en estudio se llevaron a cabo las siguientes etapas de proceso:

- **Recepción y selección:** Se observó las características de color, olor, textura, empaques etc. para poder observar daños mecánicos, incidencia de plagas etc. de las materias primas. Seleccionando las materias primas que cumplieran con los parámetros de calidad deseados; descartando los granos con manchas, picaduras y daños.
- **Lavado y desinfección:** los granos de arroz, ajonjolí, maíz y sorgo se lavaron con abundante agua para remover las impurezas como piedras, ramas, semillas flotantes etc. Para la desinfección las semillas se sumergieron en una solución al 1% de hipoclorito de sodio durante 5 minutos luego se enjuagó con agua hervida para retirar la solución desinfectante.
- **Tostado:** el tostado se realizó en un horno de ventilación forzada, para eliminar la humedad en el grano que fue lavado, poder así facilitar su molienda y prolongar su vida de anaquel, además de potenciar las características organolépticas; este proceso se realizó con temperaturas de 135°C a 150°C en tiempos de 10 a 35 minutos.
- **Descascarillado:** se elimina la cáscara de las semillas de maní y girasol de forma manual, en el caso del girasol a pesar de que se utilizó girasol descascarillado la semilla poseía una película que se logró eliminar frotando suavemente la semilla con los dedos.
- **Molienda de cereales:** los cereales se molieron por separado con ayuda de un molino para semillas modelo YB2500 por un minuto y medio. Se realizó en total 3 moliendas por cada cereal para lograr la granulometría deseada.
- **Tamizado de cereales:** Se utilizó un tamiz con un mesh de 300 para poder separar las partículas que no podían molerse de la harina fina.
- **Pesado:** Se pesaron las materias primas en base a la fórmula general de trabajo para poder elaborar los tres tratamientos: maíz, sorgo y arroz, elaborando 700 g por cada una.
- **Molienda y mezclado:** todas las materias primas se colocaron en el molino para poder mezclarlas en conjunto, por 1 minuto y medio cada fórmula hasta obtener una harina homogénea, debido a que las semillas oleaginosas como maní, marañón, ajonjolí y girasol no deben molerse por mucho tiempo por la cantidad de grasas que contiene la semilla.

- **Empacado:** Se utilizó un empaque trilaminar aluminizado con resistencia a la humedad y grasas, resellable de 227 g, con las medidas de 22 cm de largo x 15 cm de ancho para poder almacenar las bebidas.

2.3.3. Análisis de control de calidad

2.3.3.1. Análisis de porcentaje de humedad

Realizado en una balanza para determinación de humedad por vía seca por los investigadores, utilizando 5 gramos de muestra, tomando en cuenta como parámetro de humedad el establecido por la Norma Obligatoria Salvadoreña (NSO) para harinas de 14% y para bebidas instantáneas de 5% según NTE (2010).

2.3.3.2. Análisis de actividad de agua (Aw)

Este análisis se realizó con ayuda de un equipo para análisis de actividad de agua modelo HYGROLAB, tomando en cuenta parámetros de actividad de agua de Aqualab para harinas de 0.4 a 0.5 Aw, utilizando 5 gramos de muestra por tratamiento.

2.3.4. Proceso para la elaboración de la bebida en líquido

- **Pesaje de las materias primas:** Utilizando 25 gramos de bebida para 250 ml de agua y 20 gramos de azúcar para 250 ml de horchata. Preparando un total de 2100 g de bebida en 21 litros de agua para las tres formulaciones.
- **Mezclado y licuado:** en una olla de acero inoxidable se colocaron todas las materias primas para ser combinadas con ayuda de una mezcladora de inmersión y para obtener un líquido más homogéneo se colocó en una licuadora por 2 minutos, finalmente se tomaron los grados Brix de la bebida.
- **Esterilización de botes:** Se colocó agua a hervir en una olla y posteriormente se le agregó una pequeña cantidad de esta agua a los botes, luego se agitaron y se dejó reposar por 1 minuto.
- **Pausterizado:** se calentó la horchata hasta llegar a una temperatura de 60°C por 20 minutos, posteriormente se colocó en un choque térmico hasta alcanzar la temperatura de 15 °C.
- **Filtrado y llenado:** con ayuda de un colador se filtró la horchata para poder separar las partículas más grandes y poder mejorar la textura de la bebida. Con un embudo se llenaron los botes con la horchata para posteriormente colocarlos en enfriamiento en un recipiente con agua a temperatura ambiente.
- **Almacenamiento:** las bebidas se almacenaron la mitad a temperatura de refrigeración (0 a 4°C) y la otra se sometió a temperaturas de congelamiento (debajo de 0°C) para ser utilizadas durante todo el análisis sensorial.

2.3.5. Desarrollo del análisis sensorial

El análisis sensorial se llevó a cabo en las 9 facultades y oficinas centrales de la Universidad de El Salvador, durante el mes de marzo de 2020, utilizando una evaluación de pruebas afectivas de tipo escala hedónica verbal realizada a 348 trabajadores con edades entre 20 a 65 años consumidoras de horchatas, sin alergias a las semillas ni diabética, la población del estudio es considerada como un panelista no entrenado o tipo consumidor final, la población se dividió en 9 estratos: (1):20-25, (2):26-30, (3):31-35, (4):36-40, (5) 41-45, (6):46-50, (7):51-55, (8):56-60 y (9):61-65 años.

Para su entrega se colocó 20 ml por cada formulación en su recipiente codificado, es decir en total el catador probó 60 ml de los 3 tratamientos de las horchatas. El catador evaluó las 3 formulaciones por sus características organolépticas: textura, color, sabor y olor en base una

escala hedónica verbal de 5 puntos tomando como me gusta mucho (5) como la puntuación más alta y me disgusta mucho (1) como la puntuación más baja.

1 = Me disgusta mucho

2 = Me disgusta poco

3 = Ni me gusta ni me disgusta

4 = Me gusta poco

5 = Me gusta mucho

2.3.6. Elaboración de tablas nutricionales de las horchatas

Para la elaboración de las tablas nutricionales de las tres formulaciones de horchatas se realizó un cálculo teórico basados en los valores nutricionales establecidos para alimentos de Centroamérica por INCAP y OPS (2012), estos se presentan en ración de 100 g por alimento, para conocer el aporte de cada ingrediente en la fórmula para elaborar 227 g de horchata se realiza una conversión por medio de una regla de tres, se debe tomar en cuenta cada componente nutricional como caloría, proteína, grasa, fibra etc., de manera individual hasta ser sumados en conjunto. Finalmente se hace la conversión para la proporción de 25 g (valor establecido en las pruebas de dilución realizadas previamente) necesarios para preparar un vaso de horchata de 250 ml.

2.4. Metodología estadística

2.4.1. Ordenamiento y tabulación de los datos

Los datos obtenidos en las 348 encuestas de un muestreo aleatorio con el 95% de confianza y el 5% de error, se ordenaron y tabularon haciendo uso del programa Excel, con el fin de poder identificar la cantidad de individuos del sexo masculino y femenino que fueron encuestados, el rango de edades de los catadores, las calificaciones a los atributos de las bebidas y conocer cuál fue la bebida favorita de los catadores, para posteriormente analizarse con el software estadístico Infostat V9.017 (V.2017).

2.4.2. Análisis de datos

Para el análisis de los datos se utilizó el programa Infostat V9.017 (V.2017), por medio del análisis de varianza-no paramétrico se realizó el análisis del primer cuartil, el cual permite conocer el comportamiento del 75% de las calificaciones, finalmente utilizando la prueba de Kruskal Wallis que por medio de las medias y medianas de los datos, se puede medir el nivel de aceptación de la bebida, por dos análisis: el "Análisis de aceptabilidad según atributo" y el "Análisis de aceptabilidad según categoría de edades" para cada uno de los atributos organolépticos (olor, sabor, color, textura) de la bebida. Utilizando un valor de probabilidad del 0.05 %, es decir que si este valor es mayor a 0.05 se rechaza la hipótesis nula (H_0) es decir no hay diferencias significativas y si es menor a 0.05 no se rechaza la hipótesis nula (H_0).

2.5. Metodología socioeconómica

Se utilizó el método de costos parciales en el cual únicamente se toman en cuenta los desembolsos relacionados a la fabricación del producto, realizando un costo aproximado para la producción de 227 g de bebida y 340 g de bebida (ya que son las presentaciones de horchata de morro que más se encuentran en el mercado).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se elaboro tres propuestas de horchatas utilizando como principal materia prima un cereal: maíz, sorgo, arroz y semillas como maní, marañón, ajonjolí y girasol para elaborar la propuesta de 227 g de horchata para conocer el nivel de aceptabilidad del consumidor final y su aporte nutricional.

Los resultados indican que estadísticamente hay aceptación para las tres horchatas ya que más del 75% de la población las califico arriba de 4 puntos y la edad no es un factor que infiere en la aceptación, pero la horchata de maíz es la de mayor preferencia además de ser la que mayores beneficios nutritivos aporta.

Las tres formulaciones en estudio poseen características nutricionales deseables para una bebida funcional sea esta energética, proteica o fibrosa. Pero la horchata que mas destaca en mayor cantidad de componentes nutricionales es la formulación de maíz.

3.1. Tiempo de horneado de los granos

Según FAO (s.f.) establece que el tostado de las materias primas debe ser por separado a una temperatura entre 150 y 175 °C por 15 minutos.

Pero al realizar las pruebas en el horno de convección se obtuvieron datos no deseables por lo que se determinó un rango de temperatura de 135°C a 150°C variando los tiempos de 10 a 35 minutos como lo muestra el Cuadro 1, obteniendo resultados deseables en cuanto a olor, color, sabor y facilidad de molienda.

Se concuerda con Romero (2005) que al tostar a 220 °C se dificulta la molienda debido a que la disponibilidad de lípidos incrementa, sin embargo, el tueste a 139 °C obtuvo un resultado óptimo.

Cuadro 1. Temperaturas y tiempos de tostado

Grupo	Temperatura de tostado	Tiempo	Grano
1	135°C	30 minutos	Girasol
		10 minutos	Ajonjolí
		13 minutos	Sorgo
2	150°C	15 minutos	Maíz
		35 minutos	Arroz
		10 minutos	Marañón
		30 minutos	Maní

3.2. Rendimientos de las harinas de los cereales

Los rendimientos obtenidos para la elaboración de harinas de cereales fueron para arroz 80.78%, para sorgo 77.94% y maíz 76.16% como lo muestra el Cuadro 2, similares a los datos obtenidos por Alfaro et al. (2016) quienes reportan rendimientos en harina de sorgo 76% y arroz 78%, de igual modo en la investigación realizada por House (2006) los promedios que obtuvo fueron de 70% a 75% en cereales trigo y arroz.

Cuadro 2. Rendimientos de harinas de cereales

Cereal	Peso inicial (g)	Tostado (g)	Residuos de molienda (g)	Harina (g)	Merma (g)	Merma (%)	Rendimiento (%)
Arroz	385	340.88	29.85	311.03	73.97	19.21	80.79
Sorgo	385	350.07	49.99	300.08	84.92	22.05	77.94
Maíz	385	343.35	38.55	304.80	80.20	20.83	76.16

3.3. Medición de grados Brix de la horchata con la adición de azúcar

La porción de la horchata instantánea era de 25 gramos para disolver en 250 ml de agua, agregando 20 gramos de azúcar se obtuvo un promedio de 10.26° Brix. como lo muestra el Cuadro 3, se observa que la adición de horchata y azúcar es menor en relación con otras bebidas similares como la obtenida por Alfaro et al. (2016), que obtuvieron su bebida a base de cereales con un Brix de 12° utilizando 23 g de azúcar para 32 g de bebida en 200 ml.

Cuadro 3. Grados Brix obtenidos de la bebida con la azúcar añadida

Fórmula	Grados Brix con azúcar
Fórmula de Arroz	10.3° Brix
Fórmula de Maíz	10.1° Brix
Fórmula de Sorgo	10.4° Brix
Promedio:	10.26° Brix

3.4. Residuos obtenidos de la filtración de la horchata en líquido

Como se observa en el Cuadro 4 la horchata que más sólidos obtuvo fue la fórmula a base de arroz con 81.09 %, seguido de la horchata de maíz 69.76% y la que menos residuos obtuvo fue la horchata de sorgo con 41.23 %.

Cuadro 4. Sólidos obtenidos de la filtración de la horchata en estado líquido.

Fórmula	Peso inicial de horchata en polvo (g)	Sólidos obtenidos después del filtrado (g)	Porcentaje de sólidos filtrados (%)	Porcentaje de bebida que se consume (%)
Arroz	678.3	550.1	81.09	18.91
Maíz	678.1	473.1	69.76	30.24
Sorgo	557.2	299.2	41.13	58.7

3.5. Aporte nutricional por 25 gramos de las tres bebidas.

Según los datos obtenidos de INCAP y OPS (2012), podemos observar en el Cuadro 5, que las tres formulaciones poseen buenas características nutricionales y las diferencias son mínimas, pero la fórmula de maíz es la que destaca en la cantidad de energía, ácidos grasos poli y mono insaturados, sodio, proteína y zinc que aporta.

La formulación de sorgo destaca en la cantidad de fibra, calcio, hierro y potasio, mientras que la fórmula de arroz es la que posee mayor contenido de carbohidratos.

Cuadro 5. Aporte nutricional por 25 gramos de las tres bebidas.

Nutriente	Unidad	Fórmula maíz	Nutriente en mayor cantidad en la fórmula	Fórmula sorgo	Nutriente en mayor cantidad en la fórmula	Fórmula arroz	Nutriente en mayor cantidad en la fórmula
Calorías	kcal	105.97	X	102.81		105.28	
Grasa total	g	4	X	3.79		3.43	
Ácidos grasos monoinsaturados	g	1.72	X	1.69		1.58	

Nutriente	Unidad	Fórmula maíz	Nutriente en mayor cantidad en la fórmula	Fórmula sorgo	Nutriente en mayor cantidad en la fórmula	Fórmula arroz	Nutriente en mayor cantidad en la fórmula
Ácidos grasos poliinsaturados	g	1.37	X	1.26		1.09	
Ácidos grasos saturados	g	0.63	X	0.6		0.56	
Colesterol	mg	0	=	0	=	0	=
Sodio	mg	59.54	X	55.56		54.87	
Carbohidratos	g	12.4		12.68		13.1	X
Fibra dietética	g	0.78		1.65	X	0.78	
Proteína	g	6.55	X	6.47		6.17	
Vitamina A	mcg	0.02	=	0.02	=	0.02	=
Vitamina C	mg	0.09	=	0.09	=	0.09	=
Calcio	mg	23.01		24.66	X	23.28	
Hierro	mg	1.4		1.54	X	1.14	
Zinc	mg	0.89	X	0.59		0.75	
Potasio	mg	92.4		101.07	X	64.77	

Se elaboró la etiqueta nutricional de la fórmula de maíz debido a que fue la que mayores características nutricionales presento, según lo muestra la Figura 1:

Información nutricional	
9 raciones por envase	
Tamaño por ración 1.5 cucharadas aprox. (25 g)	
Cantidad por ración	
Calorías	106
% valor diario *	
Grasa Total 4 g	6 %
Grasa Saturada 0.63 g	3 %
Grasa trans 0 g	
Colesterol 0 mg	0 %
Sodio 59.54 mg	2 %
Carbohidratos Total 12.40 g	4 %
Fibra Dietética 0.78 g	3 %
Azúcares 0 g	
Incluye 0 g de Azúcares añadidos	0%
Proteína 6.55 g	13 %
Calcio 23.01 mg	3%
Hierro 1.4 mg	10%
Potasio 92.4 mg	2%
El% del valor diario recomendado (VDR) le indica la cantidad de nutriente en una porción de comida contribuye a la dieta diaria 2,000 calorías por día se utiliza para consejos nutricionales generales.	

Figura 1. Etiquetado nutricional de la fórmula de maíz

La horchata de maíz en una presentación de 227 g y una ración de 25 g aporta: 6% de grasa, 3% de fibra, 4% de carbohidratos, 13% o 6.55 g de proteína, 0 g de azúcar, 3% de calcio y 10% de hierro, aporte que es muy similar a horchatas de morro que se encuentra en el mercado como lo muestra el Cuadro 6:

Cuadro 6. Horchatas de morro que existen en el mercado y su aporte nutricional

Bebida	Presentación	Ración	Aporte nutricional
Bebida en polvo de la marca Proinca horchata de morro, maní y ajonjolí	340 g	19 g	5% de grasa, 4% de carbohidratos, 2 g de proteína, 6 g de azúcar, 8% de fibra y 10% de hierro.
Horchata de morro de la marca la Canasta	454 g	19 g	1% de grasa, 1% de fibra, 6% de carbohidratos, 1 g de proteína, 5% de calcio, 1% de hierro.
Horchata de morro de la marca casa Bazzini	340 g	30 g	6% de grasa, 0% de fibra, 8% de carbohidratos, 33 g de proteína, 4% de calcio, 10% de hierro.
Horchata morro de la marca Dany	340 g	15 g	2% de grasa, 3% de grasa saturada, 1% de colesterol, 1% de sodio, 4% de carbohidratos, 1% de proteína, 1% de calcio, 2% de hierro.

3.6. Análisis de humedad y actividad de agua en las bebidas

Según la NTE (2010) menciona que lo máximo que debe cumplir una bebida en polvo de humedad es 5% y según Alfaro et al. (2016) en su estudio obtuvieron una humedad de 4.56%.

En las tres formulaciones de la bebida podemos observar que la mayor humedad obtenida fue el maíz con un 3.89%, seguido de la de sorgo con 3.78% y finalmente la de arroz con un 2.60% como lo muestra el Cuadro 7.

Los rangos de actividad de agua establecidos por AQUALAB (s.f.), para harinas es de 0.4 a 0.5; los datos obtenidos fueron para la fórmula de maíz un 0.2606 a_w , seguido de la de sorgo 0.2353 a_w y finalmente la de arroz con un 0.1507 a_w

Cuadro 7. Resultados de humedad y de actividad de agua de las horchatas en polvo

Fórmula	Humedad	Actividad de agua
Fórmula de Arroz	2.60 %	0.1507 a_w
Fórmula de Maíz	3.89%	0.2606 a_w
Fórmula de Sorgo	3.78%	1.2353 a_w

3.7. Costos parciales

La horchata de sorgo es la fórmula más económica \$1.47 la bolsa de 227 g, seguido de la fórmula de maíz con un valor de \$1.51 y finalmente la fórmula de arroz con un \$1.54.

En el mercado nacional encontramos diferentes marcas de horchatas, pero la que más se asemeja a las características de la propuesta es la bebida en polvo de la marca Proinca horchata de morro con arroz, ajonjolí, maní y cacao en una presentación de 340 g con un precio de \$1.59 la cual posee una diferencia con la fórmula de sorgo de \$0.61, con la de maíz de \$0.67 y la de arroz de \$0.72 para la presentación de 340 g. Como lo muestra el Cuadro 8 se observa ambos costos de producción para elaborar 227 g y 340 g de bebida:

Cuadro 8. Costos de producción de las tres formulaciones en estudio

Total para elaborar	Formula de sorgo	Formula de maíz	Formula de arroz
227 g de bebida	\$1.47	\$1.51	\$1.54
340 g de bebida	\$2.20	\$2.26	\$2.31

Se debe considerar que el uso de la semilla de marañón y proteína de soya incrementan el precio de la propuesta, pero estos ingredientes poseen características nutricionales, organolépticas y funcionales.

3.8. Análisis sensorial

3.8.1. Análisis de aceptabilidad según atributo (Prueba de kruskal Wallis)

Como lo muestra el Cuadro 9 el p-valor es inferior a 0.05 para los cuatro atributos por lo tanto se rechaza la hipótesis nula, la cual asegura que al menos una de las bebidas se está comportando de forma distinta que las demás, en este caso se puede asegurar que para el atributo olor, color, sabor y textura la horchata de arroz ha sido la menos aceptada según el valor de las medianas (4.00).

Se puede asegurar que las tres formulaciones de horchata evaluadas por el panel de catadores fueron aceptadas, con la diferencia que las formulaciones de maíz y sorgo obtuvieron calificaciones superiores a la de la horchata de arroz.

De igual forma es importante destacar que el atributo que obtuvo menor calificación fue el “olor” con medianas de 4 esto puede ser evidenciado al revisar las medianas obtenidas por los demás atributos en las que se observa que el 50% de las calificaciones son 4 y 5 para las 3 formulaciones.

Cuadro 9. Análisis de aceptabilidad según atributo para los atributos de las horchatas

Atributo	P-Valor	Medias	Medianas																
Olor	$\frac{p}{<0.0001}$	<table border="0"> <tr><td>Trat. Ranks</td><td></td></tr> <tr><td>arroz 461.39</td><td>A</td></tr> <tr><td>sorgo 553.06</td><td>B</td></tr> <tr><td>maiz 553.06</td><td>B</td></tr> </table>	Trat. Ranks		arroz 461.39	A	sorgo 553.06	B	maiz 553.06	B	<table border="0"> <tr><td>Medianas</td><td></td></tr> <tr><td>4.00</td><td></td></tr> <tr><td>4.00</td><td></td></tr> <tr><td>4.00</td><td></td></tr> </table>	Medianas		4.00		4.00		4.00	
Trat. Ranks																			
arroz 461.39	A																		
sorgo 553.06	B																		
maiz 553.06	B																		
Medianas																			
4.00																			
4.00																			
4.00																			
Color	$\frac{p}{<0.0001}$	<table border="0"> <tr><td>Trat. Ranks</td><td></td></tr> <tr><td>arroz 428.07</td><td>A</td></tr> <tr><td>sorgo 569.71</td><td>B</td></tr> <tr><td>maiz 569.71</td><td>B</td></tr> </table>	Trat. Ranks		arroz 428.07	A	sorgo 569.71	B	maiz 569.71	B	<table border="0"> <tr><td>Medianas</td><td></td></tr> <tr><td>4.00</td><td></td></tr> <tr><td>5.00</td><td></td></tr> <tr><td>5.00</td><td></td></tr> </table>	Medianas		4.00		5.00		5.00	
Trat. Ranks																			
arroz 428.07	A																		
sorgo 569.71	B																		
maiz 569.71	B																		
Medianas																			
4.00																			
5.00																			
5.00																			
Sabor	$\frac{p}{<0.0001}$	<table border="0"> <tr><td>Trat. Ranks</td><td></td></tr> <tr><td>arroz 411.71</td><td>A</td></tr> <tr><td>sorgo 577.90</td><td>B</td></tr> <tr><td>maiz 577.90</td><td>B</td></tr> </table>	Trat. Ranks		arroz 411.71	A	sorgo 577.90	B	maiz 577.90	B	<table border="0"> <tr><td>Medianas</td><td></td></tr> <tr><td>4.00</td><td></td></tr> <tr><td>5.00</td><td></td></tr> <tr><td>5.00</td><td></td></tr> </table>	Medianas		4.00		5.00		5.00	
Trat. Ranks																			
arroz 411.71	A																		
sorgo 577.90	B																		
maiz 577.90	B																		
Medianas																			
4.00																			
5.00																			
5.00																			
Color	$\frac{p}{<0.0001}$	<table border="0"> <tr><td>Trat. Ranks</td><td></td></tr> <tr><td>arroz 443.92</td><td>A</td></tr> <tr><td>sorgo 561.79</td><td>B</td></tr> <tr><td>maiz 561.79</td><td>B</td></tr> </table>	Trat. Ranks		arroz 443.92	A	sorgo 561.79	B	maiz 561.79	B	<table border="0"> <tr><td>Medianas</td><td></td></tr> <tr><td>4.00</td><td></td></tr> <tr><td>5.00</td><td></td></tr> <tr><td>5.00</td><td></td></tr> </table>	Medianas		4.00		5.00		5.00	
Trat. Ranks																			
arroz 443.92	A																		
sorgo 561.79	B																		
maiz 561.79	B																		
Medianas																			
4.00																			
5.00																			
5.00																			

3.8.2. Análisis de aceptabilidad según categorías de edades

Cuadro 10. Análisis de aceptabilidad de los atributos de las horchatas según categorías de edades

Atributo	P-valor	Maíz	Sorgo	Arroz
Sabor	Maíz y Sorgo: 0.8158 Arroz: 0.7789	<u>CATEdad N Medias D.E. Mediana:</u>	<u>N Medias D.E. Mediana:</u>	<u>N Medias D.E. Mediana:</u>
		C1 33 4.45 0.75 5.00	33 4.45 0.75 5.00	33 3.94 1.09 4.00
		C2 40 4.30 0.85 5.00	40 4.30 0.85 5.00	40 3.88 1.02 4.00
		C3 40 4.30 0.99 5.00	40 4.30 0.99 5.00	40 4.00 0.82 4.00
		C4 45 4.51 0.63 5.00	45 4.51 0.63 5.00	45 4.02 0.97 4.00
		C5 39 4.51 0.76 5.00	39 4.51 0.76 5.00	39 4.13 0.92 4.00
		C6 38 4.53 0.65 5.00	38 4.53 0.65 5.00	38 4.13 0.81 4.00
		C7 43 4.56 0.85 5.00	43 4.56 0.85 5.00	43 3.88 0.85 4.00
		C8 36 4.56 0.69 5.00	36 4.56 0.69 5.00	36 3.81 0.98 4.00
		C9 34 4.53 0.66 5.00	34 4.53 0.66 5.00	34 4.06 0.81 4.00
Olor	Maíz y sorgo: 0.8284 Arroz: 0.7477	<u>CATEdad N Medias D.E. Mediana:</u>	<u>Medias D.E. Mediana:</u>	<u>N Medias D.E. Mediana:</u>
		C1 33 4.30 0.68 4.00	4.30 0.68 4.00	33 3.88 0.89 4.00
		C2 40 4.18 0.68 4.00	4.18 0.68 4.00	40 3.83 0.75 4.00
		C3 40 4.00 0.82 4.00	4.00 0.82 4.00	40 3.75 0.93 4.00
		C4 45 4.13 0.73 4.00	4.13 0.73 4.00	45 3.87 0.69 4.00
		C5 39 4.15 0.93 4.00	4.15 0.93 4.00	39 3.77 0.96 4.00
		C6 38 4.11 0.89 4.00	4.11 0.89 4.00	38 4.03 1.03 4.00
		C7 43 4.12 0.85 4.00	4.12 0.85 4.00	43 3.98 0.86 4.00
		C8 36 4.28 0.85 4.50	4.28 0.85 4.50	36 3.86 0.87 4.00
		C9 34 4.26 0.67 4.00	4.26 0.67 4.00	34 3.97 1.00 4.00
Color	Maíz y sorgo: 0.6992 Arroz: 0.6317	<u>CATEdad N Medias D.E. Mediana:</u>	<u>N Medias D.E. Mediana:</u>	<u>N Medias D.E. Mediana:</u>
		C1 33 4.52 0.76 5.00	33 4.52 0.76 5.00	33 4.03 0.88 4.00
		C2 40 4.38 0.59 4.00	40 4.38 0.59 4.00	40 4.10 0.84 4.00
		C3 40 4.23 0.92 4.50	40 4.23 0.92 4.50	40 3.98 0.80 4.00
		C4 45 4.53 0.59 5.00	45 4.53 0.59 5.00	45 4.02 0.84 4.00
		C5 39 4.49 0.68 5.00	39 4.49 0.68 5.00	39 3.90 0.88 4.00
		C6 38 4.53 0.65 5.00	38 4.53 0.65 5.00	38 4.13 0.70 4.00
		C7 43 4.51 0.63 5.00	43 4.51 0.63 5.00	43 4.00 0.79 4.00
		C8 36 4.50 0.65 5.00	36 4.50 0.65 5.00	36 4.19 0.86 4.00
		C9 34 4.53 0.66 5.00	34 4.53 0.66 5.00	34 4.26 0.86 4.50
Textura	Maíz y sorgo: 0.8469 Arroz: 0.2105	<u>CATEdad N Medias D.E. Mediana:</u>	<u>N Medias D.E. Mediana:</u>	<u>N Medias D.E. Mediana:</u>
		C1 33 4.39 0.79 5.00	33 4.39 0.79 5.00	33 4.00 0.94 4.00
		C2 40 4.30 0.79 4.00	40 4.30 0.79 4.00	40 3.93 1.07 4.00
		C3 40 4.28 0.88 4.50	40 4.28 0.88 4.50	40 3.78 1.07 4.00
		C4 45 4.51 0.63 5.00	45 4.51 0.63 5.00	45 4.18 0.78 4.00
		C5 39 4.36 0.81 5.00	39 4.36 0.81 5.00	39 4.00 0.83 4.00
		C6 38 4.50 0.69 5.00	38 4.50 0.69 5.00	38 4.16 0.86 4.00
		C7 43 4.53 0.59 5.00	43 4.53 0.59 5.00	43 3.98 0.86 4.00
		C8 36 4.33 0.76 4.00	36 4.33 0.76 4.00	36 3.92 1.00 4.00
		C9 34 4.32 0.81 4.50	34 4.32 0.81 4.50	34 4.41 0.66 4.50

Como lo muestra el Cuadro 10, el p-valor es mayor a 0.05 para los atributos de: sabor, olor, color y textura; por lo tanto, no se rechaza la hipótesis nula es decir estadísticamente no existen diferencias significativas para el atributo " sabor, olor, color y textura " de la horchata de maíz, arroz y sorgo en las 9 categorías de edades

3.8.3. Prueba de preferencia general

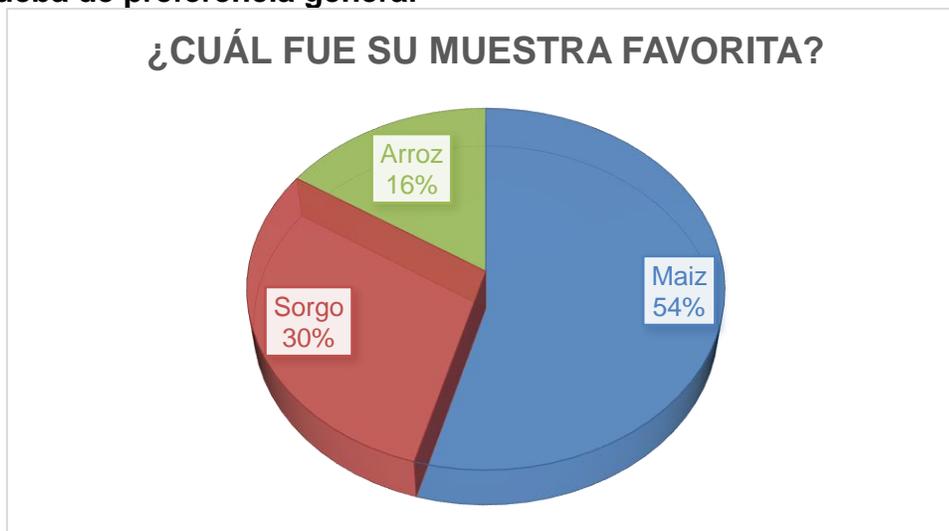


Figura 2. Porcentajes de preferencia de las tres formulaciones en estudio

En el instrumento utilizado para la evaluación sensorial, al finalizar las calificaciones de todos los atributos de las tres muestras se presentaba la interrogante de ¿Cuál era su muestra favorita?, como lo muestra la Figura 2 el 54%, es decir 189 de 348 encuestados aseguro que la horchata de maíz fue su favorita, en segundo lugar se encuentra la formulación que contenía sorgo ya que el 30% aseguro ser su favorita, por último se encuentra la formulación de horchata de arroz ya que únicamente el 16% de los encuestados selecciono la horchata de arroz. Por lo que la formulación preferida por los catadores a nivel general es la fórmula de maíz.

4. CONCLUSIONES

- Se determinó que las tres formulaciones tuvieron aceptación ya que más del 75% de la población encuestada califico las bebidas con una puntuación arriba del 4.
- Estadísticamente hay diferencias significativas según el análisis de aceptabilidad por atributo en la horchata de arroz, aunque no hay diferencias significativas en la formulación de maíz y sorgo; el atributo “olor” con medianas de 4 fue el atributo menos aceptado en las formulaciones.
- Estadísticamente no hay diferencias significativas en el análisis de aceptabilidad según categorías de edades, por lo que la edad de la población en estudio no incide en la aceptabilidad de las horchatas.
- A pesar de que las diferencias de las calificaciones estadísticamente no son significativas entre maíz y sorgo, la población identifico por medio de la prueba de preferencia general a la horchata de maíz como la formulación favorita.
- Las tres formulaciones en estudio poseen características nutricionales deseables para una bebida funcional sea esta energética, proteica o fibrosa.
- La fórmula de sorgo es la que menor costo de producción posee, con un valor de \$1.47, seguido de maíz a \$1.51 y la de arroz con un costo de \$1.54 para la elaboración de 227 g.
- Al comparar los valores de porcentajes de humedad y actividad de agua (A_w) de las tres formulaciones, estas se encuentran dentro de los rangos establecidos por las normativas, lo que permitirá un mejor comportamiento del producto en calidad e inocuidad durante su vida de anaquel.

5. RECOMENDACIONES

- Se recomienda elaborar la horchata de maíz si se desea producir una bebida más energética, rica en proteínas, sodio y zinc; pero si se desea obtener una bebida más fibrosa, rica en calcio, hierro y potasio se recomienda la horchata de sorgo y si se quiere una bebida rica en carbohidratos se deberá considerar la horchata de arroz.
- Desarrollar los estudios físicos-químicos a nivel de laboratorio para poder comprobar el aporte nutricional teórico de las tres formulaciones en estudio.
- Realizar un estudio de vida útil a las horchatas de maíz y sorgo para determinar sus días de vida útil, sometidas bajo diferentes condiciones de estrés y conocer los posibles cambios físicos y químicos que sufre el producto.
- Elaborar estudios microbiológicos a las bebidas respetando el flujo de proceso establecido para poder determinar si la horchata es un producto inocuo y cumple con los requisitos microbiológicos establecidos por NSO 67.45.01:06 “Mezcla para preparar bebida de horchata”.
- Evaluar diferentes empaques y el comportamiento de las características organolépticas de la bebida en ellos.
- Evaluar la factibilidad técnica y económica de la producción industrial de la horchata de maíz o sorgo, como una alternativa de negocio para producir alimentos funcionales.
- Realizar un estudio de aceptabilidad de las horchatas en niños y adolescentes para conocer si existe el mismo grado de aceptación en esta población.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Alfaro, R; García, B; Méndez, M. 2016. Desarrollo de una bebida nutritiva instantánea base de sorgo, arroz y soya en apoyo a los programas de alimentación escolar en El Salvador. Tesis para Ingeniería Agroindustrial. San Salvador, El Salvador, Universidad de El Salvador.
- AQUALAB. s.f. Actividad de agua en alimentos. La actividad de agua (Aw). Consultado: 20 sep. 2020. Disponible en: <https://avdiaz.files.wordpress.com/2008/09/actividad-del-agua.pdf>
- CONACYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, El Salvador). s.f. Norma salvadoreña. Mezcla para preparar bebida de horchata. Especificaciones. NSO 67.45.01:06. El Salvador, Centroamérica. p. 2-4
- Delgado, J. 2015. Elaboración de horchata de arroz con diferentes edulcorantes y las características sensoriales del producto. Tesis Ingeniería En Alimentos. Chone, Ecuador, Universidad Laica Eloy Alfaro De Manabí. p. 3-21
- FAO (Organización de Las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). s.f. Procesados de cereales. Roma, Italia. (En línea). Consultado el 30 jun. 2019. Disponible en <http://www.fao.org/3/a-au166s.pdf>
- House, Frank. 2006. Agricultural programs, terms and laws (En Línea). Consultado 03 abr 2020. Disponible en: <https://goo.gl/6arO8f>
- INCAP (Instituto de nutrición de Centroamérica y Panamá); OPS (Organización Panamericana de la salud). 2012. Tabla de composición de alimentos de Centroamérica. Guatemala. p.31-50

- MINSAL (Ministerio de Salud, El Salvador). 2013. Guía alimentaria para las familias salvadoreñas. (En línea, sitio web). Consultado el 6 de mar. 2019. Disponible en https://www.paho.org/els/index.php?option=com_docman&view=download&category_slug=nutricion&alias=1254-guia-alimentaria-para-las-familias-salvadorena&Itemid=364
- NTE (Norma Técnica Ecuatoriana).2010. Mezclas en polvo para preparar refrescos o bebidas instantáneas. Requisitos. NTE INEN 2471:2010. Primera Edición. 9 p.
- Oddone, N. 2017. Promoción de la Transformación Productiva en el Sector Alimentos y Bebidas en El Salvador. (En línea). Banco Interamericano de Desarrollo. 161 p. 65
- Romero, C. 2005.Evaluación de dos formulaciones de horchata enriquecidas con ácido fólico. Tesis para Ingeniería Agroindustria Alimentaria. Honduras. Zamorano. (En línea, sitio web). Consultado 15 jul. 2019. Disponible en <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/5365/1/AGI-2005-T029.pdf>
- Umaña, K. Monterrosa, K. 2012. Estudio de factibilidad tecno-económica para la elaboración de bebida en polvo tipo horchata, a base de *Amaranthus Cruentus*, para su comercialización. Tesis para Ingeniería en Alimentos San Salvador, El Salvador, Universidad de El Salvador. 13 p.