

Desarrollo de una bebida elaborada con harina de arroz y ajonjolí (*Sesamum Indicum*) y fermentada con cultivos probióticos

*Develop of a drink elaborated with rice flour and toasted sesame and ground (*Sesamum Indicum*) and fermented with cultures probiotics*

Dr.C. Aldo Hernández-Monzón^I, Lic. Daymí Madernás-Sánchez^{II},
Lic. Raquel Pérez-Argüelles^{II}, Téc. Graciela Trujillo-Pérez^I, MSc. Iván González-Góngora^I,
Dr.C. Julio Díaz-Abreu^I

aldohm@ifal.uh.cu

^IInstituto de Farmacia y Alimentos, Universidad de La Habana, Cuba, ^{II}Instituto de investigación de Granos, Artemisa, Cuba

Resumen

El objetivo de este trabajo fue desarrollar una bebida elaborada con harina de arroz con la adición de ajonjolí tostado y molido y fermentada con cultivos probióticos con buena aceptabilidad y características nutricionales. Las formulaciones fueron obtenidas a partir de mezclas diseñadas con el programa Desing Expert 6.01, las variables independientes fueron harina de arroz (2,5 a 5 %), ajonjolí tostado y molido (5 a 8 %) y agua (80 a 85,5 %), se edulcoró con azúcar al 8 % y estabilizador carboximetil celulosa al 0,1 %. Las variables de respuesta fueron estabilidad a la sedimentación y la aceptabilidad. Para la fermentación de la bebida se utilizó glucosa como sustrato y cultivos *Lactobacillus acidophilus* y *Lactobacillus casei* inoculados de 2 a 5 %; las variables de respuesta fueron el tiempo de fermentación y aceptabilidad. A las bebidas seleccionadas se le evaluaron la aceptabilidad, composición nutricional, acidez, pH, viscosidad, calidad microbiológica, viabilidad de los probióticos y estabilidad durante el almacenamiento. Las mejores variantes seleccionadas fueron: bebida de arroz sin fermentar con composición de 3,6 % de harina de arroz; 7,6 % de ajonjolí molido y agua 81,7 % y la bebida fermentada con adición de 1,6 % de glucosa y 4 % de cultivo con una viabilidad de log (ufc/g) de 8,7; la aceptabilidad de ambas bebidas fue de me gusta. La estabilidad de las bebidas durante el almacenamiento a temperatura entre 4 ± 1 °C fue para la bebida sin fermentar hasta 20 días y la fermentada hasta 15 días.

Palabras clave: bebida de arroz, bebida fermentada, ajonjolí, cultivos probióticos.

Abstract

The objective of this work was to develop a drink elaborated with flour of rice with the addition of toasted sesame and ground and fermented with probiotics culture with good acceptability and characteristic nutritional. The formulations were obtained starting from mixtures designed with the program Desing Expert 6,01, the independent variables were flour of rice (2,5 to 5 %), toasted sesame and ground (5 to 8 %) and water (80 to 85,5 %), it was sweetened with sugar to 8 % and stabilizer carboximetilcelulose to 0,1 %. The answer variables were stability to the sedimentation and the acceptability. For the fermentation of the drink it was used glucose like substrate and cultures *Lactobacillus acidophilus* and *Lactobacillus casei* inoculated from 2 to 5 %; the answer variables were the fermentation time and acceptability. In the selected drink

were evaluated the acceptability, nutritional composition, acidity, pH, viscosity, quality microbiological, viability of the probióticos and stability during the storage. The best selected variants were: drink of rice without fermenting with composition of 3,6 % of flour of rice; 7,6 % of ground sesame and water 81,7 % and the drink fermented with addition of 1,6 % of glucose and 4 % cultures reached a viability log (UFC/g) of 8,7; the acceptability of both drinks was of I like it. The stability of the drinks during the storage to temperature among 4 ± 1 °C was for the natural drink up to 20 days and the one fermented up to 15 days.

Keywords: rice drink, fermented drink, sesame, probiotics culture.

Introducción

El componente principal del arroz son los hidratos de carbono que se encuentran en un 87 % exentos de grasa, le siguen en importancia las proteínas con un 6,7 % y grasa con aproximadamente 0,7 %, además contiene apreciables cantidades de vitamina B₁, vitamina B₂ y vitamina B₃, así como fósforo y potasio. El arroz blanco presenta un aporte energético de unas 360 kcal/100 g [1].

Entre los carbohidratos en mayor proporción se encuentran los almidones entre 70 a 80 % constituidos por amilosa y amilopectina que contienen regiones cristalinas y no cristalinas en capas alternadas, las que determinan la temperatura de gelatinización, propiedad física del almidón que se define como el intervalo de temperatura con la cual al menos el 90 % de los gránulos de almidón se comienzan a hinchar irreversiblemente en agua caliente entre 55 a 79 °C con la pérdida de su cristalinidad [2]. Atendiendo a la temperatura de gelatinización la calidad del arroz se clasifica en tres tipos: baja 55 a 69,5 °C; intermedia de 70 a 74 °C y alta de 74,5 a 80 °C. La amilosa es el polisacárido más importante ya que la misma determina las propiedades de cocción del arroz brindándole la clasificación en dos tipos, el glutinoso que contiene menos de un 5 % de amilosa y el no glutinoso con más de un 25 %. La amilosa le confiere la cualidad al arroz que quede totalmente desgranado después de su cocción y la amilopectina es la que le brinda el carácter pegajoso, por lo que se necesita una combinación adecuada de ambos componente [1].

A partir de la harina de arroz se pueden obtener bebidas como es el caso de la horchata de arroz conocida como bebida refrescante tradicional de amplio consumo en México y otros países de Centroamérica. La horchata se prepara mezclando harina de arroz, azúcar refino, canela, leche condensada, leche

evaporada, vainilla y en ocasiones almendras, coco o nueces, la receta puede variar según la región y el gusto personal. En Yucatán, la bebida se prepara a partir de arroz, el cual se remoja toda la noche, posteriormente se muele en batidora y se le agrega azúcar en relación 1:1 y se saboriza con vainilla, aceite de almendras o coco y la horchata final se obtiene mezclando 33 % del concentrado con 66 % de agua. También es producida la bebida de arroz sin endulzar que se obtiene principalmente a partir de arroz integral molido y la dulzura en la mayoría de las variedades es generada mediante la hidrólisis enzimático de los carbohidratos para ser convertidos en azúcares más simples [3].

Se ha reportado datos de la composición típica del producto con 85,78 % de agua; 2,28 % de proteína; 1,25 % de fibra; 0,95 % de grasa; 9,56 % de hidratos de carbono y 0,18 % de cenizas con un aporte de calcio de 34,46 mg /100 g [4].

Se han informado procesos para la producción de bebida de arroz con adición de cacahuets crudos y tratamiento a varias presiones con evaluación del efecto del tiempo y la temperatura de precalentamiento, la adición de azúcar y la dosis de cacahuets en la viscosidad de la bebida, como resultado final se presentó como la mejor variante 3,5 % de arroz castaño con 2 % de cacahuets y 7,5 % de azúcar para la obtención de un producto con buenas características sensoriales y con una vida de almacenamiento de 30 días conservada en refrigeración a temperatura de 4 °C [5].

Para aumentar el valor económico del arroz tailandés [4] se desarrolló una bebida pasteurizada de arroz con la composición siguiente: 5,5 % de arroz castaño partido; 7 % de azúcar; 3 % de frijol mung; 1,5 % de aceite vegetal; 0,4 % de goma xanthan y 0,25 % de goma guar como estabilizadores, 0,2 % de fosfato de calcio y hojas de pandanus o polvo de cacao como saborizante. La composición del producto terminado fue de 85,78 % de agua, 2,28 % de proteína, 1,25 % de fibra, 0,95 % de grasa, 9,56 % de hidratos de carbono, 0,18 % de cenizas y 34,46 mg Ca/100 g. Los resultados del análisis sensorial mostraron que la bebida de arroz saborizada con la hoja de pandanus fue la que tuvo mejor preferencia.

Se ha reportado como la mejor composición de estabilizantes para una bebida de arroz la siguiente: 0,17 % de pectina, 0,27 % de carboximetilcelulosa de sodio y una relación de 1:1 de tripolifosfato de sodio y potasio, lo que representa un 0,15 % en peso seco, obteniéndose un producto con buena estabilidad y buena aceptabilidad [6]. La composición del producto final fue de 94,06 % de agua; 3,1 % de proteína; 2,7 % de grasa y 0,14 % de fibra dietética total.

Una bebida elaborada de arroz es rica en azúcares naturales de asimilación lenta, de fácil digestibilidad considerada como un producto para la alimentación sana y es también una alternativa para los que sufren de intolerancia a las proteínas lácteas y a la lactosa, al respecto en Cuba se han investigado las variedades de arroz para la elaboración bebida de arroz y se reportan como las más estables. Reforma, IACuba 22 e IACuba 30 [7].

Otras bebidas a partir del arroz son las fermentadas, las cuales aunque no se han investigado mucho existen algunos antecedentes sobre la realización de fórmulas novedosas, sobre su estabilidad y su enriquecimiento.

No es recomendable el consumo único y exclusivo de la bebida de arroz, ya que el organismo se puede ver afectado por desnutrición, debido a que a sus nutrientes no suplen todos los requerimientos nutricionales de un organismo llevándolo a sufrir enfermedades como el Síndrome de *kwashiorkor*. Para infantes se ha recomendado [8], que en caso de consumir una bebida de este tipo combinarla con alimentos que constituyan fuentes ricas y variadas de nutrientes para evitar efectos secundarios como el padecimiento de hipoalbumemia.

El sésamo (*Sesamum indicum*) posee una cantidad elevada de proteínas (20 % de su peso), encontrándose en ellas unos 15 aminoácidos entre los que se destaca la metionina, aunque el mismo es carente de lisina, por lo que se recomienda la combinación con productos ricos en esta para completar su carencia, además contiene aminoácidos no esenciales. Del contenido lipídico del ajonjolí resalta que el 80 % de este pertenece a grasas poliinsaturadas fundamentalmente ácido linoléico y en menor cantidad alfa-linoléico (omega 6 y 3) respectivamente, ambos muy valorados por sus beneficios ya que impiden la acumulación de coágulos en la sangre, responsables de muchos accidentes

cardiovasculares y su consumo ayudan a la regulación del colesterol en la sangre. Además contiene minerales tan importantes como el calcio biodisponible, hierro y cinc que participan en el metabolismo de hidratos de carbono, proteínas y grasas, lo que hace al sésamo ideal para aquellas personas que no pueden consumir productos lácteos ya que representa una fuente alternativa de estos minerales [9, 10].

Sería muy interesante y conveniente combinar en una bebida de arroz el sésamo para aumentar el valor nutricional en cuanto a proteínas, grasa de excelente calidad y el enriquecimiento de minerales.

Teniendo en cuenta estos antecedentes este trabajo tuvo como objetivo desarrollar una bebida elaborada con harina de arroz con la adición de ajonjolí tostado y molido y fermentada con cultivos probióticos con buena aceptabilidad y características nutricionales.

Materiales y métodos

Esta investigación fue realizada en el Instituto de Farmacia y Alimentos de la Universidad de La Habana en colaboración con el Instituto de Investigación de Granos.

Las materias primas que se utilizaron en esta investigación cumplen con las normas cubanas de la Oficina Nacional de Normalización de Cuba: harina de arroz de la variedad Reforma; ajonjolí de producción nacional; azúcar refino; carboximetilcelulosa de la empresa QUIFATEX y cultivos lácticos probióticos.

Las determinaciones analíticas realizadas a la harina de arroz fueron las siguientes: humedad [11], proteínas [12], grasa [13]; cenizas [14] y análisis diferencial de tamiz. Al ajonjolí tostado y molido se le determinaron humedad, grasa, proteína, cenizas, fibras y los carbohidratos se estimaron por diferencia.

A la bebida de arroz se le determinaron acidez [15] sólidos totales [16], pH [17], densidad mediante el uso de un densímetro graduado entre 1,00 kg/L y 1,21 kg/L modelo TGL O-12792) a 20 °C, viscosidad aparente (mPa.s) mediante un viscosímetro Brookfield modelo LVT utilizando el spindle No.1 a 30 min⁻¹, a 20 °C.

La estabilidad de las formulaciones fue evaluada a las 24 h por un panel compuesto por siete jueces entrenados mediante la observación según una escala con puntuación de 1 a 5 puntos que va desde pésima (dos fases bien definidas) a excelente (uniformidad total) la calificación fue dada por consenso [18]. Para la prueba de aceptabilidad se utilizaron 20 jueces semientrenados y se aplicó una escala hedónica de 5 puntos que va desde me gusta mucho hasta me disgusta mucho [19].

A las formulaciones seleccionadas se le realizó evaluación microbiológica mediante la determinación de coliformes totales [20] y hongos filamentosos y levaduras [21]. A la bebida fermentada se le determinó la viabilidad de los microorganismos probióticos en placa en medio Agar MRS [22].

Diseño de la investigación

Para determinar la dosis de estabilizante a utilizar se realizaron varias pruebas preliminares donde se tomaron tres niveles de carboximetilcelulosa 0,15 % según lo reportado [6] 0,10 % y 0,07 %, las variables de respuesta fueron la estabilidad y la viscosidad sensorial con calificación de normal, baja y alta, las pruebas se realizaron con siete jueces entrenados.

Para el desarrollo de la bebida de arroz se utilizó un diseño de mezcla mediante el programa Design- Expert [23], donde se tomaron como variables independientes la harina de arroz (2,5 a 5 %), el ajonjolí tostado y molido (5 a 8 %) y el agua (80 a 85,5 %), el diseño arrojó 14 experimentos; las variables de respuesta fueron la estabilidad y la aceptabilidad. La bebida fue edulcorada con azúcar refinado al 7 % y como estabilizador se utilizó carboximetilcelulosa. Para cada formulación se preparó una mezcla de 1 kg.

Para el desarrollo de la bebida fermentada se utilizó la bebida seleccionada como la mejor y se tomaron como variables independientes la dosis de glucosa como sustrato (2 a 4 %) y dosis de inoculación de los cultivos *Lactobacillus acidophilus* y *Lactobacillus casei* 1:1 (3 a 5 %) para lo cual se realizó un diseño compuesto central 2² estrella, mediante el programa Statgraphics Centurion [24], que arrojó 10 experimentos y las variables de respuesta fueron tiempo de fermentación y aceptabilidad de la bebida.

Para la evaluación de la vida de almacenamiento de las bebidas se prepararon lotes a escala de laboratorio de 3 kg y se envasaron en botellas PET de 350 mL. Las bebidas obtenidas se almacenaron a una temperatura de 4 ± 1 °C y el muestreo para los controles se realizó cada cinco días hasta que alguno de los indicadores implicara rechazo del producto. Los indicadores que se controlaron durante el almacenamiento fueron los siguientes: acidez, pH, calidad sensorial (aceptación rechazo), calidad sanitaria (*Escherichia coli*, hongos y levaduras) y en la bebida fermentada viabilidad de los microorganismos probióticos.

A la formulación seleccionada se le determinó composición nutricional y se calculó el valor energético.

Preparación de la bebida

La harina de arroz se remojó durante 10 min en una relación de harina agua de 1:3 y tres partes de azúcar, luego esta mezcla se colocó en un baño de maría donde se mantuvo con agitación constante hasta que alcanzara una temperatura de 60 °C y gelatinizara, posteriormente se preparó la mezcla según las formulaciones del diseño del experimento y se le añadió el resto del agua manteniendo la agitación, una vez que se alcanzó 40 °C se le adicionó la carboximetilcelulosa mezclada con una parte de azúcar. La mezcla se mantuvo en agitación constante hasta que alcanzó 80 °C y se mantuvo a esta temperatura durante 10 min. Posteriormente se disminuyó la temperatura hasta 75 °C y se le adicionó el ajonjolí tostado y molido mezclado con el azúcar restante de la formulación, se mantuvo en agitación durante 3 min. Finalmente la mezcla se retiró del baño de maría y se dejó enfriar a temperatura de 25 a 30 °C y se pasó a conservación a temperatura de 4 ± 1 °C.

La bebida fermentada fue elaborada a partir de la bebida sin fermentar seleccionada, la cual se llevó a temperatura de 42 ± 1 °C y se le incorporaron la glucosa y los cultivos *L. acidophilus* y *L. casei* en relación 1:1 según diseño. La fermentación se llevó a cabo a la misma temperatura hasta que se alcanzó la acidez de 0,60 % de ácido láctico.

Los resultados fueron procesados mediante los programas estadísticos Desing Expert 6.01 y Statgraphics Centurion.

Resultados y discusión

La harina de arroz presentó buena homogeneidad en cuanto a la distribución del tamaño de partícula, del análisis diferencial de tamiz se obtuvo que el diámetro de partícula promedio fue de 0,39 mm, lo que puede considerarse un producto fino. En la figura 1 se presenta la distribución de las diferentes fracciones.

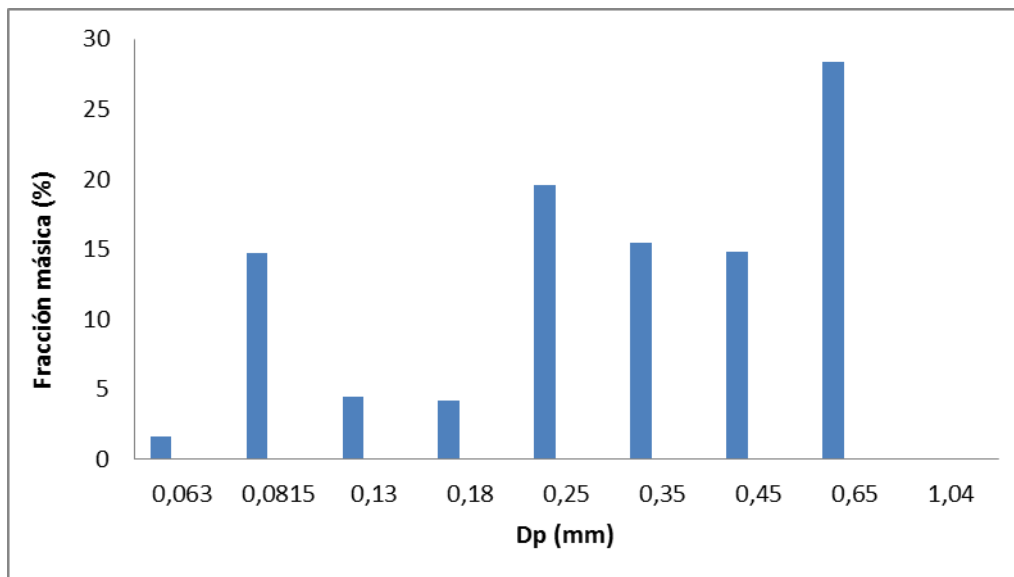


Fig. 1 Comportamiento del tamaño de partícula de la harina de arroz

El mayor valor de fracción másica se localizó en el intervalo de 0,25 a 0,65 mm y existió una fracción considerable (28 %) con diámetro superior a la media de 0,65 mm lo que hace que el tamaño de partícula presente un intervalo entre 0,081 mm muy fino a 0,65 mm fino.

La tabla 1 representa los resultados de la composición proximal de la harina de arroz utilizada en la elaboración de la bebida.

Tabla 1
Análisis proximal de la harina de arroz

Indicador	Valor medio (%)
Humedad	0,3
Proteínas	6,2
Grasas	0,8
Carbohidratos	92,1
Cenizas	0,6

La harina de arroz utilizada está compuesta en su mayoría por carbohidratos seguidos en importancia por las proteínas como segundo componente

mayoritario de la misma, el valor de las cenizas y grasas se encuentran en cantidades bajas. Estos resultados obtenidos coinciden con lo reportado en cuanto a grasa entre 0,3 a 0,8 % 0,5 a 0,6 % de cenizas y 90,1 a 92,6 % de carbohidratos [1].

El ajonjolí tostado y molido como materia prima presentó alto contenido de proteínas (19,5 %), rico en grasas (58,8 %) de muy buena calidad, una fuente de minerales expresadas en su contenido de cenizas (4,9 donde prevalece el calcio %) y fibra (8,3 %), lo que lo hace ideal para la preparación de una mezcla con harina de arroz para la elaboración de una bebida balanceada en proteínas, grasa y minerales. La composición proximal del ajonjolí coincidió con lo reportado [25] en la elaboración de galletas dulces.

Determinación de la dosis de carboximetilcelulosa (CMC) como estabilizante

Los resultados de la prueba de estabilidad y viscosidad en la mezcla harina, agua y azúcar con diferentes dosis de CMC se presentan en tabla 2.

Tabla 2
Resultados de las pruebas exploratorias para determinar la dosis de CMC

Niveles de CMC (%)	Estabilidad	Viscosidad sensorial
0,15	alta	alta
0,07	baja	baja
0,1	alta	normal

La dosis de 0,15 % de CMC presentó el inconveniente que dio una viscosidad muy alta y fue rechazada por los jueces desde el punto de vista sensorial. Con el nivel de CMC de 0,07 % el producto fue rechazado por no presentar buena estabilidad, hubo presencia de dos fases bien definidas por baja viscosidad. Con la dosis de CMC de 0,10 % se logró una alta estabilidad y una viscosidad calificada por los jueces como normal y agradable al paladar. De acuerdo a este resultado la dosis de CMC para este tipo de harina de arroz fue la de 0,10 %, la cual fue utilizada para el desarrollo experimental de la bebida con ajonjolí.

Evaluación de las formulaciones de la bebida con harina de arroz y ajonjolí tostado y molido

La tabla 3 refleja los resultados experimentales de las formulaciones de la bebida de arroz con ajonjolí tostado y molido.

Las bebidas que presentaron mala estabilidad también tuvieron mala aceptabilidad, las cuales fueron rechazadas (1, 5, 7 y 11) coincidiendo con la dosis más baja de harina de arroz. El resto de las formulaciones presentaron estabilidad de buena a excelente y la aceptabilidad estuvo entre ni me gusta ni me disgusta y me gusta donde la mayoría obtuvieron esta calificación

Los resultados del procesamiento de los datos con el programa Desing Expert dieron para ambas variables de respuesta un ajuste a un modelo cuadrático altamente significativo.

Para la estabilidad se obtuvo el modelo siguiente:

$$Est = -76,61292A - 13,13940B - 0,19084C + 1,06488AB + 0,90318AC + 0,16170BC \quad (1)$$

$$R^2 = 0,961 \ 2$$

Para aceptabilidad se obtuvo el modelo:

$$Acep = -64,55811A - 10,73382 * B - 0,21237C + 0,79783AB + 0,77383AC + 0,13733BC \quad (2)$$

$$R^2 = 0,927 \ 9$$

donde

Est - Estabilidad

Acep- Aceptabilidad

Harina de arroz (%)

Ajonjolí molido (%)

Agua (%)

Como solución de la formulación óptima el programa dio nueve equivalentes teniendo en cuenta las restricciones de estabilidad y aceptabilidad señaladas al efecto.

Como formulación óptima se tomó la de 3,6 % de harina de arroz; 7,6 % de ajonjolí molido y 81,7 % de agua con una predicción de estabilidad de 4,4 y aceptabilidad de 3,7. Esta formulación es muy cercana a la formulación dos del experimento que obtuvo la mejor calificación.

Tabla 3
Resultados de la estabilidad y aceptabilidad de las formulaciones desarrolladas

Formulación	Harina de arroz (%)	Ajonjolí (%)	Agua (%)	Estabilidad	Aceptabilidad
1	2,50	6,50	84,00	2	1
2	3,75	6,50	82,75	5	4,5
3	3,75	5,00	84,25	4	3
4	5,00	5,00	83,00	4	4,1
5	2,50	5,00	85,50	2	1
6	2,50	8,00	82,50	2	2
7	2,50	5,00	85,50	2	1
8	5,00	8,00	80,00	4	3,6
9	5,00	8,00	80,00	4	3,9
10	3,75	5,75	83,50	5	4,3
11	2,50	8,00	82,50	2	1
12	5,00	5,00	83,00	4	4,1
13	5,00	6,50	81,50	4	3,8
14	3,75	8,00	81,25	4	3,5

Esta formulación se preparó y se evaluó dando como resultado una estabilidad de 5 puntos y una aceptabilidad de 4,5 puntos (me gusta) valores superiores a los de la predicción del modelo.

Estos resultados son cercanos en cuanto a lo reportado ⁽⁵⁾ para una bebida de harina de arroz y maní (3,5 % de harina de arroz y 2 % de maní).

La evaluación poblacional con 60 consumidores según su nivel de agrado correspondió a una calificación de me gusta.

La tabla 4 presenta la composición nutricional de la bebida seleccionada

Tabla 4
Composición nutricional de la bebida seleccionada

Indicadores	Valor medio (%)
Agua	79,20 (0,30)
Proteína	2,74 (0,02)
Grasa	4,36 (0,20)
Carbohidratos	12,78
Cenizas	0,33 (0,01)
Fibra	0,6 (0,0)

Valores () representan la desviación estándar

La densidad media de la bebida fue de 1,14 kg/L y la viscosidad de 100 mPa.s.

La bebida elaborada presentó buen contenido de proteínas y un nivel alto en grasa de buena calidad con omega 3 aportada por el ajonjolí. El nivel de minerales es apreciable lo que garantiza en la bebida un buen contenido de calcio dado también por el ajonjolí, situación que resuelve el defecto de las bebidas desarrolladas a partir de arroz por su carencia en calcio.

La evaluación sanitaria de la bebida dio como resultado que la misma cumple con lo establecido en la norma vigente.

Desarrollo de la bebida fermentada

La tabla 5 refleja los resultados del experimento relacionado con el desarrollo de la bebida fermentada.

Tabla 5
Resultados del experimento de la bebida fermentada

Experimento	Dosis de glucosa (%)	Dosis de cultivo (%)	Tiempo de fermentación (min)	Aceptabilidad
1	4,0	5,0	150	3,0
2	4,4	4,0	120	3,0
3	2,0	3,0	150	3,3
4	2,0	5,0	150	3,8
5	3,0	4,0	120	4,3
6	3,0	4,0	150	4,1
7	1,6	4,0	150	4,6
8	4,0	3,0	180	4,3
9	3,0	2,6	180	3,7
10	3,0	5,4	150	3,7

La incorporación de la glucosa como sustrato para la fermentación dio resultados positivos para todos los experimentos con tiempo de fermentación entre 2,5 a 3 h, tiempos que se corresponde con los normales de fermentación en la elaboración de leches fermentadas. La dosis de glucosa en el intervalo analizado no presentó diferencias significativas en el tiempo de fermentación ni en la aceptabilidad, por lo que pudiera utilizarse cualquiera de las dosis experimentadas. La dosis de cultivo no presentó influencia significativa ni en el tiempo de coagulación ni en la aceptabilidad del producto.

Teniendo en cuenta estos resultados se decidió seleccionar la formulación del experimento 7 por presentar un tiempo de coagulación de 2,5 h y una buena puntuación en la aceptabilidad.

Con la formulación seleccionada se elaboraron 3 kg de la bebida para realizar una evaluación completa; el tiempo de fermentación fue de 2,5 h, la estabilidad fue excelente y la aceptabilidad de me gusta resultado que coincidió con los de la formulación del experimento 7. Estos resultados reafirmaron la propuesta de mejor formulación para que fuera sometida a la evaluación de composición nutricional, calidad sanitaria y vida de almacenamiento.

A las 24 h de la fermentación la bebida presentó una acidez de 0,70 % de ácido láctico.

La evaluación microbiológica de la bebida (tabla 6) confirma buena calidad sanitaria y la viabilidad de los microorganismos probióticos superior al mínimo terapéutico, por lo que se puede afirmar que esta bebida además de sus cualidades nutricionales tendría los beneficios a la salud de una bebida probiótica.

Tabla 6
Resultados del análisis microbiológico de la bebida fermentada

Indicadores	Conteo de colonias (ufc/g)	Límite permisible (ufc/g)
Coliformes totales	<1	<10
Hongos filamentosos y levaduras	<1	<10 ²
Viabilidad de lactobacilos (log[ufc/g])	8,73	≥ 7

Tabla 7
Comportamiento durante el almacenamiento de la bebida sin fermentar

Indicadores	Tiempo de almacenamiento (días)				
	0	5	10	15	20
Aceptabilidad	Si	Si	Si	Si	No
Acidez (%)	0,7	0,7	0,86	0,90	0,93
pH	4,71	4,71	4,62	4,51	4,41
Calidad sanitaria	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena
Viabilidad de lactobacilos (log[ufc/g])	8,7	-	8,7	8,5	-

Tabla 8
Comportamiento de la bebida fermentada durante el almacenamiento

Indicadores	Tiempo de almacenamiento (días)				
	0	5	10	15	20
Aceptabilidad	Si	Si	Si	Si	Si
Acidez (%)	0,40	0,40	0,43	0,43	0,46
pH	6,82	6,82	6,71	6,71	6,68
Calidad sanitaria	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena
Indicadores	Tiempo de almacenamiento (días)				
	0	5	10	15	20
Aceptabilidad	Si	Si	Si	Si	Si
Acidez (%)	0,40	0,40	0,43	0,43	0,46
pH	6,82	6,82	6,71	6,71	6,68
Calidad sanitaria	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena

En las tablas 7 y 8 se presentan los resultados de la evaluación de las bebidas desarrolladas durante el almacenamiento.

La bebida sin fermentar mantuvo sus indicadores sin alteración hasta los 20 días, por lo que se puede declarar ese tiempo como su posible vida de almacenamiento. La bebida fermentada se mantuvo estable solo hasta los 15 días, ya a los 20 días fue rechazada por los jueces por excesiva acidez, lo que coincide con los valores reportados de pH y de acidez.

El valor energético de las bebidas fue de 101,32 kcal/100 g de bebida, este valor estuvo dado por la inclusión en la fórmula del azúcar y el ajonjolí el cual aporta grasas y proteínas lo que mejora evidentemente el valor calórico de la bebida.

Conclusiones

- 1. Las mejores variantes de las bebidas desarrolladas fueron: para la bebida de arroz sin fermentar una formulación 3,6 % de harina de arroz; 7,6 % de ajonjolí molido y 81,7 % de agua, 8 % de azúcar, 0,1 % de CMC, con una aceptabilidad de me gusta y la bebida fermentada con la misma formulación con la adición de 1,6 % de glucosa y 4 % de cultivo probióticos con una viabilidad de**

log (ufc/g) de 8,73 y una aceptabilidad me gusta. El valor energético de las bebidas fue de 101,32 kcal/ 100 g de bebida.

2. La estabilidad durante el almacenamiento en condiciones de refrigeración de 4 ± 1 °C de la bebida sin fermentar y la fermentada fue de hasta 20 y 15 días respectivamente.

Referencias bibliográficas

1. LAJOLO, F. *et al.* *Carbohidratos en alimentos regionales iberoamericanos*. Sao Paulo: Editora da Universidade de Sao Paulo (edusp), 2006.
2. ÁLVAREZ, M. *Química de los alimentos*, La Habana: Félix Varela, 2013.
3. WIKIPEDIA. Horchata de arroz. [En línea] 13 de marzo de 2018. [referencia de 14 de abril de 2018.]
4. RANEE, S. Production of nutritious rice milk *Food*, 2006, 36(1), pp. 75-84.
5. LIN, T. Investigation of the processing and the quality of rice milk. *Journal of the Chinese Agricultural Chemical Society*, 1998, 26, pp. 130-137.
6. LI, P. Stability and process of formulated rice bran-milk beverage. *Cereal & Feed Industry*, 2014, 6, pp. 31-34.
7. PÉREZ, R. *et al.* Resultados de la evaluación de variedades de arroz en la elaboración de diferentes alimentos para la alimentación sana en Cuba. [En línea] 2010. [referencia de 15 de abril de 2018.]. Disponible en Web: <<http://agris.fao.org/agris-search>.
8. MORI, F. A kwashiorkor case due to the use of an exclusive rice milk diet to treat atopic dermatitis. *Nutrition Journal*, 2015, 14, pp 83-84.
9. ANIAME. La extraordinaria versatilidad del ajonjolí. Asociación Nacional de Industriales de aceites y mantecas comestibles. [En línea] 2011. [referencia 15 de abril de 2012.]. Disponible en Web: <<http://www.ecured.cu/Ajonjoli>.
10. LASTRAS, P. Semillas y aceite de sésamo. Propiedades. [En línea] mayo de 2009. [referencia de 15 de abril de 2012]. Disponible en Web: <<http://www.medicinanatural.com>.

11. OFICINA NACIONAL DE NORMALIZACIÓN. *Cereales y productos de cereales. Determinación del contenido de humedad. Método de referencia de rutina* .NC-ISO 712, La Habana, 2002.
12. ISO 20483. *Determination of the nitrogen content and calculation of the crude protein content, Kjeldahl method*, 2006.
13. OFICINA NACIONAL DE NORMALIZACIÓN. *Determinación de grasas*. NC-86-08, La Habana, 1984.
14. OFICINA NACIONAL DE NORMALIZACIÓN. *Cereales y productos de cereales molidos. Determinación de cenizas totales*. NC-ISO-2171, La Habana, 2002.
15. OFICINA NACIONAL DE NORMALIZACIÓN. *Determinación de acidez en leches fermentadas*. NC-ISO-11869, La Habana, 2006.
16. OFICINA NACIONAL DE NORMALIZACIÓN. *Leche, crema y leche evaporada. Determinación del contenido de sólidos totales*. NC-ISO-6731, La Habana, 2001.
17. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. *Determinación de pH*. Washington D.C., 2005.
18. ARAZO, M. *Utilización del suero dulce de queso en la elaboración de bebidas fermentadas dietéticas*. Tesis de Máster. Instituto de Farmacia y Alimentos Universidad de La Habana, La Habana, 2010.
19. ESPINOSA, J. *Análisis Sensorial*, La Habana, Félix Varela, 2014. p.155.
20. OFICINA NACIONAL DE NORMALIZACIÓN. *Microbiología de alimentos de consumo humano y animal. Guía general para la enumeración de coliformes*.NC-ISO-4832, La Habana, 2002.
21. OFICINA NACIONAL DE NORMALIZACIÓN. *Microbiología de alimentos de consumo humano y animal. Guía general para la enumeración de levaduras y mohos* .NC-ISO-7954, La Habana, 2002.
22. MINISTERIO DE LA INDUSTRIA ALIMENTICIA. *Determinación de viabilidad en placa con medio Agar MRS*. NRIAL-065, La Habana, 2008.
23. STAT-EASE, INC. *Design-Expert Version 6.0.1*. 2000.

24. STATPOINT TECHNOLOGIES. *STAPGRAPHICS Centurion XV1.0.2.1*. 2012.

25. HERNÁNDEZ MONZÓN, A. *et al.* Desarrollo de una galleta dulce con ajonjolí tostado y molido. *Tecnología Química*, 2014, 34 (3), pp. 197-206.