



Bebida refrescante de suero lácteo con adición de harina de arroz y sabor naranja¹

Refreshing whey drink with the addition of rice flour and orange flavor

Ana Maritza Colominas-Aspuro², Dainelis Rodríguez-González², Héctor Manuel Zumbado-Fernández^{2,3}

¹ Recepción: 9 de agosto, 2022. Aceptación: 22 de noviembre, 2022. El presente trabajo formó parte de la línea de investigación “Desarrollo de nuevos productos alimenticios para la industria, servicios de restauración y catering” y fue realizado en el Instituto de Farmacia y Alimentos de la Universidad de La Habana, Cuba.

² Universidad de La Habana. Instituto de Farmacia y Alimentos. Código postal 13600. La Habana, Cuba. ana.colominas@ifal.uh.cu (<https://orcid.org/0000-0003-3489-5570>); dainelis@ifal.uh.cu (<https://orcid.org/0000-0001-9604-9594>); hzumbadof@gmail.com (autor para la correspondencia, <https://orcid.org/0000-0002-4251-980X>).

³ Universidad San Gregorio de Portoviejo. Código postal 130101. Manabí, Ecuador.

Resumen

Introducción. El lactosuero es el residuo líquido obtenido de la fabricación de quesos con valor nutricional aprovechable. Contiene el 95 % de la lactosa, 25 % de las proteínas y 8 % de la materia grasa del total de componentes de la leche. **Objetivo.** Elaborar una bebida refrescante de suero lácteo con la adición de harina de arroz y concentrado de naranja. **Materiales y métodos.** El trabajo experimental se desarrolló en los laboratorios del Departamento de Alimentos del Instituto de Farmacia y Alimentos de la Universidad de La Habana-Cuba, entre enero y mayo de 2021. Se caracterizaron las materias primas: lactosuero, harina de arroz y jugo concentrado de naranja. Se aplicó un diseño de mezcla con base en el programa Design-expert versión 8.0, para seleccionar la mejor formulación (combinación de ingredientes). Las variables independientes en porcentaje fueron: suero (79, 95 a 84,15), jugo concentrado de naranja (7 a 11) y estabilizante goma guar (de 0,1 a 0,3) y como variables de respuesta aceptabilidad y estabilidad de la bebida obtenida. La mejor combinación de ingredientes fue evaluada por un panel de jueces con base en la intensidad de los atributos olor, sabor a naranja y consistencia, mediante los atributos “ligero”, “moderado” y “marcado”. **Resultados.** La mejor formulación estuvo compuesta por suero (84,15 %), concentrado de naranja (7 %), azúcar refinado (5 %), harina de arroz (3,75 %) y estabilizante goma guar (0,1 %). Los catadores otorgaron a la bebida la evaluación integral de “me gusta”, según sus criterios la intensidad del olor a naranja fue ligero y moderado, el sabor a naranja moderado y la consistencia ligera. **Conclusión.** Todas las formulaciones ensayadas mostraron buena estabilidad y aceptabilidad sensorial adecuada. La mejor combinación no presentó separación de fases a las 24 horas de elaborada y fue caracterizada por veinte catadores.

Palabras clave: lactosuero, harinas de cereales, evaluación sensorial, diseño experimental.

Abstract

Introduction. Whey is the residual liquid product of the manufacture of cheese with useful nutritional value. It contains 95 % of the lactose, 25 % of the proteins and 8 % of fat of the total milk components. **Objective.** To



Agronomía Mesoamericana es desarrollada en la Universidad de Costa Rica bajo una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional. Para más información escriba a pccmca@ucr.ac.cr o pccmca@gmail.com

elaborate a refreshing whey drink with the addition of rice flour and orange concentrate. **Materials and methods.** The experimental work was realized at Food Department laboratories belongs to Pharmacy and Foods Institute from Universidad de La Habana-Cuba, between January and May 2021. The raw materials: whey, rice flower, and orange concentrated juice were characterized. A mix design was applied using Design-expert version 8.0 program to get the better formulation (combination of ingredients). The independent variables in percentage were: whey (79.95 to 84.15), concentrated orange juice (7 to 11), and guar gum stabilizer (from 0.1 to 0.3), and as response variables, acceptability and stability of the obtained drink. The best combination of ingredients was evaluated by a panel of judges based on the intensity of the odor, orange flavor, and consistency, using the attributes “light”, “moderate” and “marked”. **Results.** The best formulation was composed of whey (84.15 %), orange concentrate (7 %), refined sugar (5 %), rice flour (3.75 %), and guar gum stabilizer (0.1 %). The sensorial acceptability criteria given by the training judges was “I like it”. Regarding the intensity of the orange smell, the whey beverage received a balanced criteria between the “light” and “moderate” ratings and the consistency was qualified as “light”. **Conclusions.** All formulations tested showed good stability and adequate sensory acceptability. The best combination showed no phase separation at 24 hours after processing and was characterized by twenty tasters.

Keywords: whey, cereal flours, sensory evaluation, experimental design.

Introducción

El suero lácteo es un subproducto de la industria quesera que constituye entre el 85 % y 90 % del volumen inicial de la leche y está compuesto por la lactosa de la leche original, las proteínas solubles (lactoalbúminas y lactoglobulinas), un pequeño porcentaje de grasa y la mayor parte de las sales minerales de la leche (citratos, fosfatos, calcio, potasio), así como vitaminas hidrosolubles, destacándose la riboflavina, el ácido pantoténico y la vitamina C (Agualongo et al., 2022). Puede presentar partículas en suspensión (cuajada), lo que le confiere apariencia turbia, grasienda al tacto, con olor ligeramente ácido semejante al yogur y sabor característico que se parece al queso blanco (Osorio-González et al., 2018). Es el co-producto más abundante de la industria láctea y es de difícil aceptación en el mercado, ya que sus características no lo hacen apto para su comercialización directa como suero líquido, por lo que sus desechos contribuyen a la contaminación de ríos y suelos, y generan 3,5 kg de demanda biológica de oxígeno (DBO) y 6,8 kg de demanda química de oxígeno (DQO) por cada 100 kg de suero (Parra Huertas, 2009).

Debido a esta problemática la industria láctea se ha encaminado a buscar alternativas para el uso de este co-producto, resaltándose la elaboración de bebidas a base de suero, dándole utilidad y diferentes e interesantes opciones para los consumidores con un bajo costo de producción.

Varios son los estudios que han reportado formulaciones de bebidas refrescantes de suero lácteo, en las que se han incorporado jugos y pulpas de frutas, estabilizantes, colorantes y edulcorantes u otros saborizantes para incrementar su calidad sensorial (Agualongo et al., 2022). Una bebida de suero fermentada con cultivos de *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*, adición de harina de arroz (*Oryza sativa*) y pulpa de mango, con un diseño de mezcla con diecisésis corridas experimentales fue elaborada por Colominas-Aspuro et al. (2019), quienes obtuvieron que la mejor formulación estuvo compuesta por 78,5 % de suero, 7,5 % de pulpa de mango, 0,2 % de goma guar, 3 % de cultivo, 7 % de azúcar y 3,75 % de harina de arroz.

Se reportó una bebida fermentada elaborada a partir de suero de queso, con la tecnología de leche fermentada de coágulo, con inoculación a temperaturas de 43 – 45 °C y la adición ulterior de aromatizante y color. El producto final obtuvo buena aceptación por los consumidores y una vida útil de siete días, envasada en potes de 500 mL y almacenada a temperaturas de entre 4 °C y 6 °C (Miranda Miranda et al., 2007). Otro estudio refirió la elaboración

de una bebida a base de pulpa de copuazú (*Theobroma grandiflorum*) y suero lácteo (Rodríguez-Basantes et al., 2020). Los autores diseñaron tres formulaciones de bebidas, las cuales variaron el porcentaje de pulpa de *Theobroma grandiflorum* (10, 20 y 30 % m/m) y concluyeron que todas las bebidas elaboradas presentaron porcentajes proteicos superiores a los requerimientos para bebidas lácteas y que la formulación de mayor aceptación fue la bebida de 70 % de lactosuero y 30 % de copoazú, este sabor fue el factor de mayor puntuación.

Se desarrolló una bebida fermentada de suero con la adición de salvado de trigo y pulpa de guayaba (*Psidium guava* L.), se obtuvo una formulación compuesta por 79,5 % de suero, 10 % de pulpa de guayaba, 7 % de azúcar, 3 % de cultivo *Lactobacillus acidophilus* y *Lactobacillus casei* (1:1), 0,5 % de salvado de trigo y 0,3 % de goma guar. La bebida presentó un 11,78 % de hidratos de carbono, 0,63 % de proteínas, 0,47 % de cenizas y 0,1 % de grasa, así como buena aceptación sensorial (Rodríguez González et al., 2020).

El enriquecimiento de las bebidas de suero, ya sean refrescantes o fermentadas, con cereales de consumo humano como la avena, el trigo, el arroz y sus harinas, entre otros, incrementa el valor nutricional y calórico del producto final dirigido a diferentes grupos poblacionales (Cerezal et al., 2011).

Entre los beneficios del suero para la salud del ser humano, está su capacidad de estimular la respuesta inmune, modular la motilidad gastrointestinal, prevenir la aparición de diarreas y proteger contra la infección del vibrio del cólera y la ocurrencia del cáncer de colon (Parra Huertas, 2010). También influye sobre la actividad antitrombótica y estimula la proliferación y las funciones biológicas de las bifidobacterias que predominan en el tracto intestinal de los niños alimentados con leche materna (Miranda Miranda et al., 2014; Tavares & Malcata, 2013). El arroz (*Oryza sativa*) es un cereal rico en hidratos de carbono complejos, con un contenido aproximado de almidón del 80 %, es fuente de proteínas y minerales, y no contiene colesterol. La harina de arroz es una fuente de energía y su contenido de amilosa determina la gelatinización, aspecto importante en la consistencia de las bebidas refrescantes saborizadas con frutas. Las posibilidades de uso comercial son amplias, en especial con fines dietéticos, al ser rica en hidratos de carbono de fácil asimilación y libre de gluten, sustancias tóxicas y alergénicas, así como pobre en grasa y sin colesterol (Bravo et al., 2021; Palacios et al., 2021).

El interés estatal de aprovechar el suero lácteo y la posibilidad real de utilizar la harina de arroz como complemento nutricional, permiten continuar la línea de investigación del departamento de alimentos sobre la elaboración de formulaciones de bebidas de suero, para dar respuesta al problema siguiente: ¿En qué proporción deben emplearse suero, concentrado de naranja y goma guar para la elaboración de una bebida refrescante de suero lácteo con la adición harina de arroz y sabor naranja con buena estabilidad y aceptabilidad sensorial?

El objetivo de este trabajo fue elaborar una bebida refrescante de suero lácteo con la adición de harina de arroz y concentrado de naranja.

Materiales y métodos

El trabajo experimental se desarrolló entre los meses de enero y mayo del año 2021, en los laboratorios del Departamento de Alimentos del Instituto de Farmacia y Alimentos de la Universidad de La Habana, con la colaboración del Instituto de Investigación de Granos, el Instituto de Investigación de la Industria Alimentaria y la Unidad Empresarial de Base “Queso Siboney”.

Materias primas

Se empleó suero de queso semiduro Caribe, procedente de la Unidad Empresarial de Base “Queso Siboney”, harina de arroz variedad Perla de Cuba, que provino del Instituto de Investigación de Granos (MINAGRI), jugo concentrado de naranja (66 °Bx), obtenido de la Empresa Agroindustrial Victoria de Girón, Matanzas, Cuba, con

evaluación de calidad organoléptica, físico química y microbiológica certificada por el Departamento de calidad de esa entidad, goma guar como estabilizante-espesante, suministrado por la Unidad Empresarial de Base Combinado Héroes de Girón, Matanzas, y azúcar refino (99 % de pureza).

Métodos de control físico-químicos realizados a las materias primas

Al lactosuero se le realizaron las determinaciones de grasa por el método Gerber (Oficina Nacional de Normalización de Cuba [ONNC], 2003), densidad medida con densímetro graduado entre $1,00 \text{ kg L}^{-1}$ y $1,21 \text{ kg L}^{-1}$ (modelo TGL O-12792) a 20°C (ONNC, 2000), acidez total valorable a través de titulación potenciométrica con solución estandarizada de hidróxido de sodio (ONNC, 2006) y pH obtenido con un medidor de pH Crison (modelo pH meter Basic) (Association of Official Analytical Chemists [AOAC], 2016).

La harina de arroz se caracterizó mediante la determinación del tamaño de partícula en tamices Ding 4188 y se realizaron los análisis de humedad, proteína, grasa, almidón y cenizas, en equipo FOSS NIRS (Espectroscopía de reflectancia en el infrarrojo cercano), modelo DS2500.

Al concentrado de naranja se le realizaron los análisis de acidez valorable, mediante titulación potenciométrica con solución estandarizada de hidróxido de sodio (ONNC, 2001), pH con el uso de un medidor de pH Crison con base en el método estándar de la AOAC, 981.12 (AOAC, 2016) y sólidos solubles ($^\circ\text{Brix}$) obtenido con un refractómetro de ABBE, modelo VB32T a temperatura de 20°C .

Diseño de investigación

Se aplicó un diseño de mezcla con el empleo del programa Design-expert Versión 8.0. Se definieron como variables independientes: suero (79,95 a 84,15 %), jugo concentrado de naranja (7 a 11 %) y estabilizante goma guar (de 0,1 a 0,3 %) (Cuadro 1). Se definieron como variables fijas: 5 % de azúcar refino y 3,75 % de harina de arroz gelatinizada (Colominas-Aspuro et al., 2019). Las variables de respuesta definidas fueron: aceptabilidad y estabilidad. Además, se determinó la acidez total valorable expresada como ácido cítrico a cada una de las formulaciones (ONNC, 2006).

Preparación de las formulaciones según el diseño de experimentos

Las formulaciones se prepararon según las proporciones del diseño de experimentos a partir de suero pasteurizado a 75°C durante 20 min. La gelatinización de la harina de arroz se realizó mediante un proceso inicial de hidratación de la harina con suero en proporción (1:3) y tres partes de azúcar; se mantuvo en reposo a temperatura ambiente durante 30 min, luego se mezcló con suero hasta volumen de 250 mL y se mantuvo 15 min bajo agitación a 1000 rpm entre 74 y 76°C (Colominas-Aspuro et al., 2019). Se procedió a elaborar cada formulación mediante la mezcla de harina gelatinizada, jugo concentrado de naranja, estabilizante, el resto de azúcar y posterior pasteurización a 75°C durante 20 min. Una vez que alcanzaron la temperatura ambiente (alrededor de 30°C), las mezclas se envasaron en botellas de Tereftalato de polietileno de 500 mL y se mantuvieron entre 4 $^\circ\text{C}$ a 6 $^\circ\text{C}$.

Evaluación de las variables de respuesta en las formulaciones

La aceptabilidad fue evaluada con análisis sensorial descriptivo cuantitativo, por un panel de veinte catadores entrenados, mediante una escala hedónica estructurada de siete puntos donde (1) “me disgusta mucho” y (7) “me gusta mucho” (Espinosa, 2014).

Cuadro 1. Matriz del diseño experimental para la selección de la mejor formulación. Laboratorio de análisis de los alimentos del Instituto de Farmacia y Alimentos, Universidad de La Habana, La Habana, Cuba. 2020.

Table 1. Experimental design matrix for the selection of the best formulation. Food analysis laboratory of the Institute of Pharmacy and Food, Universidad de La Habana, La Habana, Cuba. 2020.

Formulaciones	Suero (%)	Jugo concentrado de naranja (%)	Goma guar (%)
F1	81,65	9,39	0,21
F2	83,95	7,00	0,30
F3	84,05	7,00	0,20
F4	84,05	7,00	0,20
F5	81,65	9,39	0,21
F6	82,75	8,33	0,17
F7	82,15	9,00	0,10
F8	80,90	10,20	0,16
F9	84,15	7,00	0,10
F10	80,15	11,00	0,10
F11	80,00	10,95	0,30
F12	81,32	9,63	0,30

La estabilidad de las doce formulaciones fue evaluada por un grupo de siete cataadores entrenados por medio de una escala de cinco puntos: (1) presencia de dos fases bien definidas, (2) presencia de grumos o gelificación y sedimentos, (3) presencia de dos fases poco definidas, (4) mínima separación en la superficie y (5) uniformidad total.

Una vez seleccionada la mejor formulación, el panel de jueces evaluó la intensidad de los atributos olor y sabor a naranja, así como de la consistencia, mediante los atributos “ligero”, “moderado” y “marcado”.

Análisis estadístico

Las variables de respuesta aceptabilidad y estabilidad, se evaluaron con los modelos lineal, cuadrático y cúbico especial. Para seleccionar el modelo de mejor ajuste, se utilizó el coeficiente de determinación (R^2), el coeficiente de determinación ajustado y el coeficiente de determinación predictivo. La significación estadística de los factores estudiados (porcentaje de suero, porcentaje de jugo concentrado de naranja y porcentaje de goma guar) en el modelo de mejor ajuste, se determinó mediante análisis de varianza con un nivel de significación del 95 % ($a = 0,05$).

Resultados

Caracterización de las materias primas

Los indicadores químico-físicos determinados al suero lácteo (Cuadro 2) evidenciaron valores característicos de este producto.

Para seleccionar un tamaño de partícula que favoreciera la gelatinización, se sometió la harina de arroz Perla de Cuba a tamizaje desde 0,450 hasta 0,090 mm.

Cuadro 2. Indicadores físico-químicos del suero. Laboratorio de análisis de los alimentos del Instituto de Farmacia y Alimentos, Universidad de La Habana, La Habana, Cuba. 2020.

Table 2. Physicochemical indicators of whey. Food analysis laboratory of the Institute of Pharmacy and Food, Universidad de La Habana, La Habana, Cuba. 2020.

Indicadores	Suero lácteo*
Acidez (%)	0,22 ± 0,15
pH	5,39 ± 0,02
Densidad (g cm ⁻³)	1,024 ± 0,01
Grasa (%)	0,7 ± 0,01

*Valores promedios de tres determinaciones ± desviación estándar / *Mean values of three determinations ± standard deviation.

Los resultados de la fracción másica (%) y el diámetro promedio de partícula (mm) de la harina de arroz, variedad Perla de Cuba, utilizada en este estudio se muestran en la Figura 1.

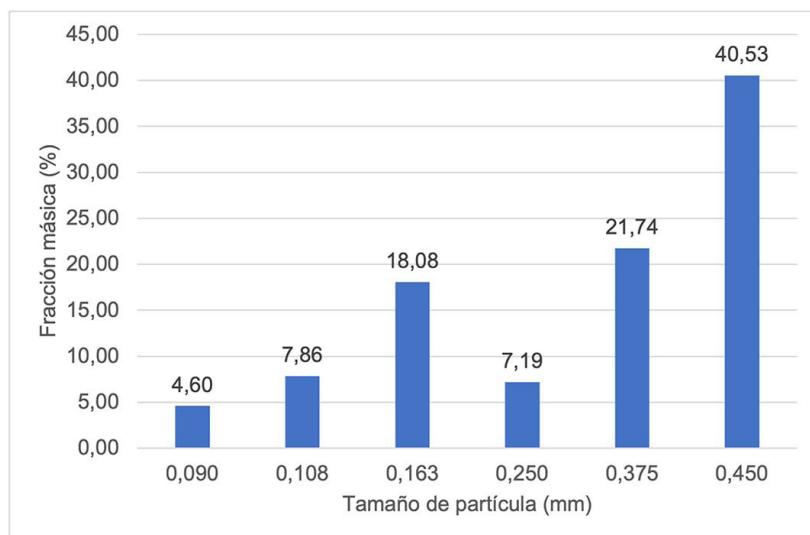


Figura 1. Comportamiento del diámetro promedio de partícula de la harina de arroz variedad Perla de Cuba. Laboratorio de análisis de los alimentos del Instituto de Farmacia y Alimentos, Universidad de La Habana, La Habana, Cuba. 2020.

Figure 1. Behavior of the average particle diameter of rice flour variety Perla de Cuba. Food analysis laboratory of the Institute of Pharmacy and Food, Universidad de La Habana, La Habana, Cuba. 2020.

El mayor porcentaje de fracción másica (40,53 %) quedó retenido en el tamiz inicial, valor alejado a las intenciones experimentales de este trabajo.

A partir de los resultados anteriores, se decidió utilizar las fracciones de harina de arroz con tamaño de partículas 0,375 mm y 0,163 mm y mezclarlos, con el objetivo de utilizar un tamaño de partícula intermedio que facilitara la gelatinización en la bebida final y ofreciera una consistencia agradable y aceptable para los consumidores.

Con referencia a la composición proximal de la harina de arroz, los resultados que aparecen en el Cuadro 3, muestran valores de proteínas, grasas y cenizas característicos de la variedad Perla de Cuba.

Cuadro 3. Composición proximal de la harina de arroz variedad Perla de Cuba (g 100 g⁻¹). Laboratorio de análisis de los alimentos del Instituto de Farmacia y Alimentos, Universidad de La Habana, La Habana, Cuba. 2020.

Table 3. Proximal composition of rice flour variety Perla de Cuba (g 100 g⁻¹). Food analysis laboratory of the Institute of Pharmacy and Food, Universidad de La Habana, La Habana, Cuba. 2020.

Indicador (%)	Valor medio*
Humedad	12,78 ± 0,108
Proteínas	7,76 ± 0,076
Grasas	3,65 ± 0,323
Cenizas	1,32 ± 0,155

*Valores promedios de tres determinaciones ± desviación estándar. / *Mean values of three determinations ± standard deviation.

La caracterización general del jugo concentrado de naranja se muestra en el Cuadro 4, el cual cumplió con los parámetros de calidad. La acidez no excedió el 5,5 %, el pH fue inferior a 4,2, mientras que los sólidos solubles estuvieron dentro de los valores establecidos en las especificaciones de calidad (ONNC, 2017).

Cuadro 4. Caracterización físico-química del jugo concentrado de naranja. Laboratorio de análisis de los alimentos del Instituto de Farmacia y Alimentos, Universidad de La Habana, La Habana, Cuba. 2020.

Table 4. Physicochemical characterization of concentrated orange juice. Food analysis laboratory of the Institute of Pharmacy and Food, Universidad de La Habana, La Habana, Cuba. 2020.

Indicador	Valor medio*	Especificaciones**
Acidez (expresada en % de ácido cítrico)	5,16 ± 0,015	1,65 – 5,5
pH	3,58 ± 0,01	4,2 máx
Sólidos solubles (°Brix _{20°C})	66,2	66 ± 0,5

*Valores promedios de tres determinaciones ± desviación estándar. / *Mean values of three determinations ± standard deviation.

** Según especificaciones establecidas en ONNC (2017) / ** According to specifications established in ONNC (2017).

Resultados del diseño experimental

Los resultados de las variables de respuesta según el diseño de mezcla empleado para evaluar las formulaciones de la bebida de suero con harina de arroz y jugo concentrado de naranja se muestran en el Cuadro 5.

Con referencia a la estabilidad, se destaca en todas las formulaciones una uniformidad total con ausencia de sedimento, lo que demostró que las dosis de goma guar entre 0,1 % y 0,3 % empleadas lograron mantener los sólidos en suspensión. La acidez evidenció valores que oscilaron entre 0,44 % y 0,52 %.

La variable de respuesta aceptabilidad evaluada mediante análisis descriptivo cuantitativo, reflejó el criterio de los catadores, este indicó que la mayoría de las formulaciones recibieron criterios positivos, ya que se encontraron la mayoría de las respuestas con el criterio de “Me gusta ligeramente” (F1, F3-F8, F10 y F12). De modo particular, la formulación 9 compuesta por 84,15 % de suero, 7 % de concentrado de naranja y 0,1 % de goma guar, fue la que mayor puntuación obtuvo correspondiente al criterio “Me gusta”.

La estabilidad no se ajustó a ningún modelo, debido a que todas las formulaciones fueron estables, por lo que el análisis posterior en la búsqueda de la mejor formulación se centró en la variable de aceptabilidad sensorial.

Cuadro 5. Resultados del diseño de mezcla y de la acidez de las formulaciones. Laboratorio de análisis de los alimentos del Instituto de Farmacia y Alimentos, Universidad de La Habana, La Habana, Cuba. 2020.

Table 5. Results of the mix design and the acidity of the formulations. Food analysis laboratory of the Institute of Pharmacy and Food, Universidad de La Habana, La Habana, Cuba. 2020.

Formulaciones	Variables de respuesta		Acidez (% ácido cítrico)
	Aceptabilidad	Estabilidad (Puntuación)	
F1	5,25	5	0,47
F2	3,85	5	0,49
F3	5,10	5	0,47
F4	5,26	5	0,46
F5	5,25	5	0,47
F6	4,90	5	0,47
F7	4,95	5	0,52
F8	5,00	5	0,50
F9	5,94	5	0,45
F10	5,39	5	0,51
F11	4,10	5	0,50
F12	4,80	5	0,44

Los resultados de los tres ajustes del modelo: lineal, cuadrático y especial cúbico se muestran en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Resumen del ajuste de los modelos estadísticos para la aceptabilidad. Laboratorio de análisis de los alimentos del Instituto de Farmacia y Alimentos, Universidad de La Habana, La Habana, Cuba. 2020.

Table 6. Summary of the statistical models adjustment for acceptability. Food analysis laboratory of the Institute of Pharmacy and Food, Universidad de La Habana, La Habana, Cuba. 2020.

Modelo	Desviación estándar	Coeficiente de determinación (R^2)	R^2 ajustado	R^2 predictivo
Lineal	0,41	0,5665	0,4701	0,1395
Cuadrático	0,42	0,6943	0,4396	-2,4896
Especial cúbico	0,17	0,9584	0,9084	0,7951

Los resultados obtenidos para la estabilidad se ajustan al modelo especial cúbico, el cual presentó valores de coeficientes de correlación superior a los modelos lineal y cuadrático, es expresión de que el comportamiento de los datos experimentales obtenidos en cada corrida del diseño se ajusta a la curva ideal ofrecida por el modelo (Figura 2).

Los resultados del análisis de varianza para la variable de respuesta aceptabilidad y el procesamiento estadístico del modelo especial cúbico seleccionado arrojaron la ecuación 1.

$$\text{Aceptabilidad} = 5,96X_1 + 5,49X_2 - 3,57X_1X_2 + 15,23X_1X_2X_3 \quad (1)$$

Donde X_1 es la concentración de suero, X_2 es la concentración de jugo de naranja y X_3 es la concentración de goma guar empleada en el diseño.

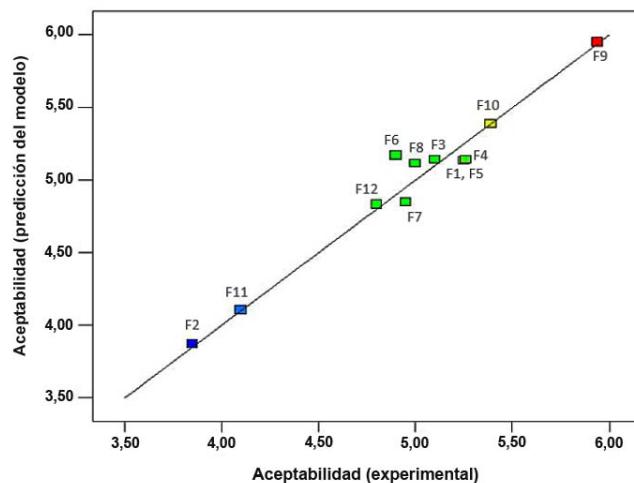


Figura 2. Comportamiento de los datos experimentales y el modelo especial cúbico seleccionado. Laboratorio de análisis de los alimentos del Instituto de Farmacia y Alimentos, Universidad de La Habana, La Habana, Cuba. 2020.

Figure 2. Behavior of the experimental data and the special cubic model selected. Food analysis laboratory of the Institute of Pharmacy and Food, Universidad de La Habana, La Habana, Cuba. 2020.

Con base en estos resultados, se seleccionó la formulación número 9 del diseño como mejor alternativa (84,15 % de suero, 7 % de concentrado de naranja y 0,1 % de goma guar).

Atributos sensoriales de la mejor formulación

Los atributos sensoriales de la formulación 9 del diseño experimental se muestran en la Figura 3.

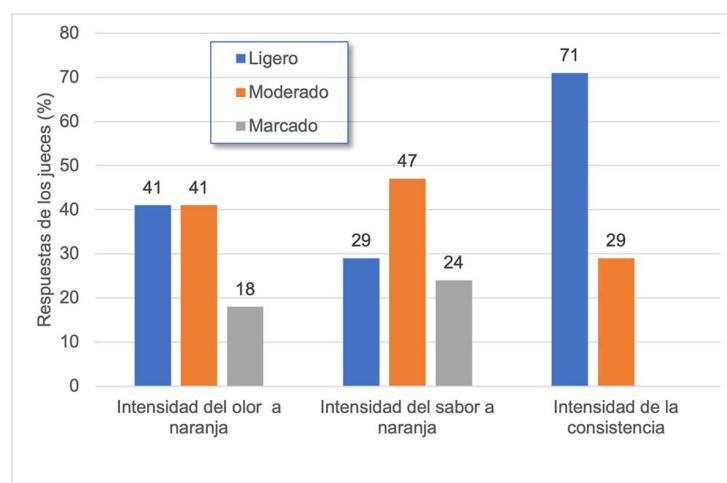


Figura 3. Atributos sensoriales de la formulación seleccionada (F9). Laboratorio de evaluación sensorial. Instituto de Investigaciones para la Industria Alimentaria, Universidad de La Habana, La Habana, Cuba. 2020.

Figure 3. Sensory attributes of the selected formulation (F9). Sensory evaluation laboratory. Research Institute for the Food Industry, Universidad de La Habana, La Habana, Cuba. 2020.

En sentido general, la bebida final presentó olor a naranja con un balance adecuado entre ligero y moderado, un sabor predominante moderado y una consistencia ligera.

Discusión

La utilización de coproductos de la industria láctea como el lactosuero y de la industria arrocera como la harina de arroz, posibilita la elaboración de nuevos productos alimenticios con valor nutricional, calidad sensorial y perspectivas de amplio consumo poblacional.

En el caso de los indicadores evaluados en este estudio para el suero lácteo (Cuadro 2), tanto el porcentaje de grasa como la densidad, mostraron valores similares a los reportados por Arazo et al. (2010) y Rodríguez-Villacis & Hernández-Monzón (2017), quienes obtuvieron resultados de 0,65 % y 0,63 % de grasa y densidades de 1,020 y 1,024, en suero lácteo empleado para la elaboración de bebidas fermentadas.

El pH obtenido fue inferior a lo reportado en la literatura, que refiere valores de 6,5, mientras la acidez obtenida en esta investigación fue mayor a la reportada (entre 0,09 y 0,11) (Arazo et al., 2010; Rodríguez-Villacis & Hernández-Monzón, 2017), lo cual puede ser atribuible a un proceso de acidificación del suero, posterior al corte de la cuajada.

Los resultados de pH y acidez del suero analizado, no produjeron rechazo por los panelistas que realizaron la evaluación sensorial del producto final (Figura 3) y los valores de acidez de las bebidas refrescantes obtenidas en esta investigación (0,44 a 0,52 en los doce experimentos del diseño) fueron cercanos a los valores de 0,50 a 0,52 y 0,56, reportados por Colominas-Aspuro et al. (2019) y Miranda Miranda et al. (2019), respectivamente.

Los resultados de la composición química de harina de arroz Perla de Cuba, empleada en la presente investigación (Cuadro 3), mostraron que el valor de proteínas obtenido (7,76 %) resultó superior al reportado por Hernández-Monzón et al. (2018) para la variedad Reforma (6,2 %) y Cerezal et al. (2011) en una variedad estudiada en Chile (7,04 %), mientras el contenido de grasa (3,65 %) también difirió de los valores obtenidos por Hernández-Monzón et al. (2018) para la variedad Reforma (0,8 %) y Colominas-Aspuro et al. (2021) para la variedad Selección II (4,19 %). Estas variaciones pueden ser atribuidas a las diferencias genéticas entre las variedades de arroz empleadas, así como a las condiciones ambientales, localización, clima donde se desarrolla el cultivo, grado de molienda, proceso de obtención de las diferentes harinas y condiciones de almacenamiento.

Los valores obtenidos del porcentaje de acidez total, expresada como ácido cítrico, de cada una de las doce formulaciones evaluadas en el diseño experimental (Cuadro 5) estuvieron en consonancia con los reportados por otros autores. Se reportó una acidez de 0,52 % en una bebida nutricional a base de lactosuero, maca y chicuro (Castillo Yauri, 2013), mientras Campos Bautista (2019) obtuvo 0,40 % de acidez en una bebida nutritiva a base de lactosuero con jugo de naranja. Además, se elaboró una bebida con 50 % de suero y sabor a naranja con acidez total de 0,4 % y pH 4,97 (Rivera Villota, 2017). Debe señalarse que el control de la acidez es importante, dado que productos muy ácidos pueden limitar la funcionalidad de la goma guar como estabilizante.

Con referencia a las variables de respuesta del diseño experimental, la estabilidad no se ajustó a ningún modelo, debido a la puntuación igualitaria y máxima otorgada por los jueces (Cuadro 5), lo cual pudiera explicarse por el hecho de que las concentraciones empleadas de goma guar (0,1 % y 0,3 %) fueron suficientes para lograr la estabilidad de las disoluciones, como resultado de la formación de puentes de hidrógeno con el agua, lo que mejora las propiedades texturales y reológicas del producto (Castañeda-Ovando et al., 2020).

La ecuación 1 obtenida evidenció que la mayor influencia en la aceptabilidad sensorial la tuvo la concentración de suero con un mayor coeficiente ($5,96X_1$), seguida en importancia por la concentración de jugo de naranja ($5,49X_2$), lo que sugiere seleccionar aquellas formulaciones con altos porcentajes de estas materias primas.

La variable X_3 (concentración de goma guar) no resultó significativa a nivel individual, lo que apunta a que en el rango de concentraciones evaluadas (0,1 % a 0,3 %) esta variable no tuvo influencia sobre la aceptabilidad de la bebida, por lo que se sugiere seleccionar una formulación con 0,1 % de goma guar con vistas a disminuir los costos de producción. Es destacable además la fuerte influencia positiva de la interacción entre las tres variables estudiadas, con un coeficiente casi tres veces mayor a las influencias individuales de X_1 y X_2 ($15,23X_1X_2X_3$), lo que demuestra que la presencia de goma guar es imprescindible en la formulación en aras de garantizar una adecuada aceptación sensorial.

La selección de la bebida con mayor contenido de suero (F9) posee un valor agregado al permitir utilizar al máximo el aporte nutricional de este co-producto de la elaboración de queso.

La bebida de suero lácteo con la adición de harina de arroz y sabor naranja resultante de esta investigación, posee un doble beneficio. Se obtuvo un producto de alto valor nutricional aportado por el lactosuero y la harina de arroz. Se aprovecharon subproductos de las industrias arrocera y quesera que de manera usual se desperdician, e incluso, en el caso del lactosuero, muchas veces se descarta como efluente, el cual crea un problema ambiental, debido a que afecta a nivel físico y químico la estructura del suelo, una disminución en el rendimiento de cultivos agrícolas y afecta los hábitats acuáticos (Parra Huertas, 2009).

Conclusiones

La mejor combinación de ingredientes estuvo compuesta por 84,15 % de suero, 7 % de concentrado de naranja, 5 % de azúcar, 3,75 % de harina y 0,1 % de goma guar. Esta combinación de ingredientes no presentó separación de fases a las 24 h de elaborada y fue caracterizada por veinte catadores, tuvo olor a naranja entre ligero y moderado, sabor a naranja moderado y consistencia ligera. La aceptabilidad general del producto se ubicó en la categoría “me gusta”.

Referencias

- Agualongo, L., Aucatoma, D., Sagnay, D., Santillan, N., & Jácome, C. (2022). El suero de leche, subproducto de la industria de queso: Composición, recuperación de proteínas y aplicaciones. *Journal of Agro-industry Sciences*, 4(1), 13–22. <https://doi.org/10.17268/JAIS.2022.002>
- Association of Official Analytical Chemists. (2016). *Official methods of analysis of AOAC International* (21st ed.). Association of Official Analytical Chemists.
- Arazo, M., Casales, Y., Duarte, C., & Hernández, A. (2010). Evaluación de estabilizadores para una bebida fermentada de suero. *Revista Ciencia y Tecnología de los Alimentos*, 20(3), 17–22.
- Bravo, A., Bueno, J., Loaiza, L., Marval, M., & Arévalo, E. (2021). Características nutricionales y sensoriales de un producto de panadería libre de gluten a base de harina de arroz integral, batata y caraota blanca. En L. M. Reyes, J. de Durán, Y. Santana, & R. Nava (Eds.), *Aprender a vivir para un mundo diferente* (pp. 65–75). Universidad de Zulia.
- Campos Bautista, Y. (2019). *Formulación y elaboración de una bebida nutritiva a base de lactosuero con jugo de naranja* [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio de la Universidad Nacional de Cajamarca. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/3031>
- Castañeda-Ovando, A., González-Aguilar, L. A., Granados-Delgadillo, M. A., & Chávez-Gómez, U. J. (2020). Goma guar: Un aliado en la industria alimentaria. *Pádi Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías del ICBI*, 7(14), 107–111. <https://doi.org/10.29057/icbi.v7i14.4988>

- Castillo Yauri, C. N. (2013). *Determinación de parámetros óptimos para la elaboración de una bebida nutricional a base de lactosuero, maca (Lepidium peruvianum Chacón) y chicuro (Stangea rizhanta)* [Tesis de grado, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Repositorio de la Universidad Nacional del Centro del Perú. <https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/3059>
- Cerezal, P., Urtuvia, V., Ramírez, V., Romero, R., & Arcos, R. (2011). Desarrollo de producto sobre la base de harinas de cereales y leguminosa para niños celiacos entre 6 y 24 meses. *Revista Nutrición Hospitalaria*, 26(1), 152–160.
- Colominas-Aspuro, A. M., González-Alfaro, R., Rodríguez-González, D., González, J., & Hernández-Monzón, A. (2019). Bebida fermentada de suero con harina de arroz y pulpa de mango. *Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 29(1), 1–6. <https://www.revcitecal.iiia.edu.cu/revista/index.php/RCTA/article/view/3>
- Colominas-Aspuro, A. M., Rodríguez-González, D., & Nodarse-Fernández, D. (2021) Bebida de suero fermentada con bacterias probióticas, adición de harina de arroz y sabor naranja. *Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 31(1), 1–6. <https://www.revcitecal.iiia.edu.cu/revista/index.php/RCTA/article/view/215>
- Espinosa, J. (2014). Análisis sensorial. Editorial Félix Varela.
- Hernández-Monzón, A., Madernás-Sánchez, D., Pérez-Arguelles, R., Trujillo-Pérez, G., González-Góngora, I., & Díaz-Abreu, J. (2018). Desarrollo de una bebida elaborada con harina de arroz y ajonjolí (*Sesamum indicum*) y fermentada con cultivos probióticos. *Tecnología Química*, 39(1), 89–104.
- Miranda Miranda, O., Fonseca, P. L., Ponce, I., Cedeño, C., Sam Rivero, L., & Martí Vázquez, L. (2007). Elaboración de una bebida fermentada a partir del suero de queso. Características distintivas y control de la calidad. *Revista Cubana de Alimentación y Nutrición*, 17(2), 103–108. <http://revalnutricion.sld.cu/index.php/rcau/article/view/1160>
- Miranda Miranda, O., Fonseca, P. L., Ponce, I., Cedeño, C., Sam Rivero, L., & Martí Vázquez, L. (2014). Elaboración de una bebida fermentada a partir del suero de leche que incorpora *Lactobacillus acidophilus* y *Streptococcus thermophilus*. *Revista Cubana Alimentación y Nutrición*, 24(1), 7–16. <https://revalnutricion.sld.cu/index.php/rcau/article/view/150>
- Miranda Miranda, O., Fonseca Palma, P. L., Ponce Palma, I., Cedeño Agramonte, C., Sam Rivero, L., & Martí Vázquez, L. (2019). Una bebida probiótica con posibles aplicaciones terapéuticas elaborada a escala industrial a partir del suero de leche. *Revista Cubana de Alimentación y Nutrición*, 29(2), 347–358. <https://revalnutricion.sld.cu/index.php/rcau/article/view/928>
- Oficina Nacional de Normalización de Cuba. (2000). *Leche. Determinación de densidad* (NC 119:2000). Oficina Nacional de Normalización de Cuba.
- Oficina Nacional de Normalización de Cuba. (2001). *Productos de frutas y vegetales. Determinación de la acidez valorable* (NC-ISO 750:2001). Oficina Nacional de Normalización de Cuba.
- Oficina Nacional de Normalización de Cuba. (2003). *Determinación del contenido de materia grasa. Método de rutina* (NC-ISO 2446:2003). Oficina Nacional de Normalización de Cuba.
- Oficina Nacional de Normalización de Cuba. (2006). *Yogut. Determinación de la acidez titulable. Método potenciométrico* (NC-ISO 11869:2006). Oficina Nacional de Normalización de Cuba.
- Oficina Nacional de Normalización de Cuba (2017). *Jugos y néctares de frutas. Especificaciones* (NC 903:2012). Oficina Nacional de Normalización de Cuba.

- Osorio-González, C. S., Sandoval-Salas, F., Hernández-Rosas, F., Hidalgo-Contreras, J. V., Gómez-Merino, F. C., & Ávalos de la Cruz, D. A. (2018). Potencial de aprovechamiento del suero de queso en México. *Agro productividad*, 11(7), 101–106. <https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/922>
- Palacios, J., Florez, E., Yaruro, N., Maza, A., & Pascuales, Y. (2021). Elaboración de un pan libre de gluten a base de harina de arroz, mijo y quinua enriquecido con proteína de soya para personas con enfermedad celiaca. En L. M. Reyes, J. de Durán, Y. Santana, & R. Nava (Eds.), *Aprender a vivir para un mundo diferente* (pp. 168–178). Universidad de Zulia.
- Parra Huertas, R. A. (2009). Lactosuero: Importancia en la Industria de los Alimentos. *Revista Facultad Nacional de Agronomía de Medellín*, 62(1), 4967–4982. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/refame/article/view/24892>
- Parra Huertas, R. A. (2010). Bacterias ácido lácticas: Papel funcional nos alimentos. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 8(1), 93–105. <https://revistas.unicauca.edu.co/index.php/biotecnologia/article/view/724>
- Rivera Villota, D. F. (2017). *Proceso para la elaboración de una bebida saborizada con base en suero de queso de la empresa productora de lácteos “El Vernal” del cantón Píllaro de la provincia de Tungurahua* [Tesis de grado, Universidad Regional Autónoma de Los Andes]. DSpace. <https://dspace.uniandes.edu.ec/handle/123456789/5948>
- Rodríguez-Basantes, A. I., Abad-Basantes, C. A., Pérez-Martínez, A., & Diéguez-Santana, K. (2020). Elaboración de una bebida a base de suero lácteo y pulpa de *Theobroma grandiflorum*. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 18(2), 166–175. [https://doi.org/10.18684/BSAA\(18\)166-175](https://doi.org/10.18684/BSAA(18)166-175)
- Rodríguez González, D., Colominas Aspuro, A. M., Rodríguez Fuertes, W. S., & Hernández Monzón, A. (2020). Bebida fermentada de suero con la adición de salvado de trigo y pulpa de guayaba (*Psidium guava* L.). *Tecnología Química*, 40(2), 428–441.
- Rodríguez-Villacis, D. H., & Hernández-Monzón, A. E. (2017). Desarrollo de una bebida fermentada de suero con la adición de jugo de Aloe vera y pulpa de fruta. *Tecnología Química*, 37(1), 40–50.
- Tavares, T. G., & Malcata, F. (2013). Whey proteins as source of bioactive peptides against hypertension. In B. Hernandez-Ledesma & C. -C. Hsieh (Eds.), *Bioactive food peptides in health and disease*. InTech Open. <https://doi.org/10.5772/52680>