

Formulación de una bebida nutricional a base de suero de leche y jugo de fresa

Sofía Massari, María E. Da Costa y Douglas Romero.

Escuela de Ingeniería Química. Facultad de Ingeniería. Universidad Rafael Urdaneta. Av. El milagro, Vereda del Lago, municipio Maracaibo, Venezuela.

Correo electrónico: sofimassari97@gmail.com

Recibido: 11-07-2019

Aceptado: 22-10-2019

Resumen

Se desarrolló una bebida funcional con elevados beneficios a la salud y al medio ambiente, a partir del suero de leche, el cual a pesar de que posee excelentes propiedades nutricionales no se le ha dado el valor adecuado, es por ello que se formuló una bebida con lactosuero, jugo de fresa, azúcar, saborizante artificial y conservante. La fresa proporciona un efecto antioxidante elevando aún más el valor de la bebida. El suero de leche y el jugo de fresa fueron caracterizados físico-químicamente antes de ser elaboradas las bebidas. Fueron nueve las formulaciones preparadas en distintas proporciones. Mediante un análisis estadístico realizado a un panel de 10 jurados, se determinó la formulación de mayor aceptación con una relación de 50 % suero concentrado, 50 % jugo de fresa, 8 % p/v de azúcar y 150 ppm de conservante. La estabilidad durante almacenamiento se monitoreó a temperatura de refrigeración ($7 \pm 1^\circ\text{C}$), lográndose determinar que para el día 14, el producto sigue conservando óptimas sus propiedades y cumple con los criterios de calidad. A pesar de ser el suero de leche caracterizado como un subproducto de poca importancia, representa un futuro comprometedor para la industria alimentaria.

Palabras claves: Suero de leche, jugo de fresa, bebida funcional.

Formulation of a nutritional drink based on milk serum and strawberry juice

Abstract

A functional drink was developed with high benefits to health and the environment, from whey, which although it has excellent nutritional properties has not been given the appropriate value, that is why a drink was formulated with whey, strawberry juice, sugar, artificial flavoring and preservative. The strawberry provides an antioxidant effect raising the value of the beverage even more. Whey and strawberry juice were characterized physico-chemically before drinks were brewed. There were nine formulations prepared in different proportions. By means of a statistical analysis made to a panel of 10 juries, the formulation of greatest acceptance was determined with a ratio of 50% concentrated serum, 50% strawberry juice, 8% w / v sugar and 150 ppm preservative. The stability during storage was monitored at refrigeration temperature ($7 \pm 1^\circ\text{C}$), being able to determine that by day 14, the product continues to maintain optimal properties and meets the quality criteria. In spite of the fact that whey is characterized as a minor by-product, it represents a compromising future for the food industry.

Key words: Whey, strawberry juice, functional drink.

Introducción

Durante varios siglos el hombre ha buscado procesar y darle uso a la leche de vaca con fines alimenticios. A medida que transcurría el tiempo se empezaron a derivar otro tipo de alimentos a partir de la leche como el queso. Luego de obtenerse este sólido, quedaba remanente un residuo líquido, el cual fue denominado suero del queso.

El lactosuero ha experimentado a través de los años un acelerado proceso de revalorización, destacando su utilidad como base en la creación de un abanico de productos en la industria de alimentos y bebidas. Es este un efluente industrial con un alto índice nutricional y funcional, logrando atribuir a la

población una correcta ingesta proteica. Este subproducto rico en proteínas, contiene 6 g de ellas por cada litro [1], sin embargo, todavía no se aprovecha en su totalidad de forma eficiente este alimento.

Las proteínas del lactosuero poseen un elevado valor nutritivo debido a su contenido en lactosa, minerales, vitaminas y aminoácidos azufrados. A pesar de estas bondades, durante muchos años no se usaron para consumo humano, sino que sirvieron de alimento para animales o fueron arrojados a efluentes naturales, provocando una importante contaminación del medio ambiente. Es inevitable exponer lo peligroso que puede ser desechar este componente, calculando que el efecto contaminante de 1.000 litros de suero del queso es equivalente al que producirían 400 personas.

Teniendo en cuenta los adelantos tecnológicos industriales y la gran preocupación por la disminución al medio ambiente, este trabajo de investigación busca formular una bebida nutricional a base de suero de leche y jugo de fresa que contribuya no solo a cumplir con las propiedades físico-químicas, microbiológicas y organolépticas, sino a procurar la salud misma del consumidor.

Fundamentos teóricos

Suero de leche: El suero es el líquido resultante de la coagulación de la leche en la fabricación del queso tras la separación de la caseína y de la grasa. [2].

El suero procedente de fuentes distintas muestra cierta variación en su composición, generalmente contiene el 50 % aproximadamente de los sólidos totales que aparecen en la leche completa. [3]. En la Tabla 1, puede observarse la composición del suero fresco, bien sea obtenida mediante coagulación o acidificación.

Tabla 1. Composición del suero fresco. [2]

	Suero por Coagulación	Suero por acidificación
Agua	93-94 %	94-95 %
Lactosa	6-7 %	5-6 %
Ácido Láctico	4,5-5 %	3,8-4,2%
Proteínas	0,8-1 %	0,8-1 %
Ácido cítrico	0,1 %	0,1 %
Cenizas	0,5-0,7 %	0,7- 0,8 %
pH	6,45	Alrededor de 5

Clasificación de los tipos de suero de leche: Según Ranken [3], el suero se obtiene durante la elaboración de distintos tipos de quesos, por lo que pueden identificarse cuatro tipos principales.

a) Suero de queso dulce; procedente de la fabricación de quesos coagulados mediante cuajo a pH 6 - 6,4, por ejemplo, cheddar.

b) Suero de queso ácido; procedente de la elaboración de quesos coagulados a pH 4,5 como resultado de la producción de ácido láctico por bacterias iniciadoras, por ejemplo, cottage.

c) Suero de caseína ácida, procedente de la fabricación de caseína ácida (pH 4,5).

d) Suero de caseína obtenida por cuajo; procede de la obtención de caseína mediante cuajo (pH 6,6).

Proteínas del suero de leche: Las principales proteínas del suero de la leche son β -lactoglobulina, α -lactoalbumina, albumina del suero sanguíneo, inmunoglobulinas y peptonas proteasas, que representan aproximadamente el 50, 20, 6, 12 y 12 %. [3]

El lactosuero representa el 90 % de la leche, este ha sido desechado durante la elaboración del queso, salvo una pequeña proporción que se utiliza para alimentar animales. No obstante se ha logrado mediante procedimientos de filtración de geles, ultrafiltración, osmosis inversa, etc., recuperar la β -lactoglobulina y la α -lactoalbumina, sin desnaturalizarla. [4]

En los últimos años se ha producido un cambio en la filosofía de la utilización del suero al reconocerse que representa una fuente potencial valiosa de proteína y lactosa. [4]. Según Spreer [2], la salida más favorable en el aprovechamiento de las grandes cantidades del suero de leche remanente, estaría representada por la bebida a base de suero de leche.

Parte experimental

Inicialmente se determinaron las propiedades físico-químicas de los principales componentes que conforman la bebida nutricional, siendo: el suero de leche y el jugo de fresa.

Una vez adquiridas las fresas naturales, se procedió a lavarlas con agua purificada, con la finalidad de disminuir cualquier posibilidad de contaminación. Luego fueron llevadas al extractor de jugos Oster marca 3157 y de 400w, logrando obtener un jugo de fresa concentrado. Una vez extraído fue almacenado en un congelador marca Whirlpool a $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$, en envases de vidrio debidamente esterilizados en agua durante 15 minutos al igual que cada una de las tapas usadas en dichos recipientes, posteriormente se llevaron a refrigeración, con la finalidad de prevenir el crecimiento de bacterias, levaduras u hongos.

Para el suero de leche, este se concentró empleando la técnica de baño maría, a una temperatura de $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ hasta obtener la mitad de su volumen original.

Determinación de propiedades físico-químicas: Para el jugo de fresa y el suero de leche, el pH se determinó según la norma COVENIN 1315-79, utilizando un pHmetro de marca Dakton pH 510. La gravedad específica en el jugo de fresa fue determinada según (COVENIN, 1116-77) y en el caso de suero de leche a través de la fórmula:

$$d_r(25^{\circ} / 25^{\circ}) = (M1 - M0) / V \quad (\text{Ec. 1})$$

Donde: M0: peso de la probeta vacía, en gramos. M1: peso de la probeta con muestra, en gramos. V: volumen de la muestra en mililitros, dividiendo dicho resultado entre la densidad del agua, se obtiene el valor de la gravedad específica adimensional.

La acidez titulable del jugo de fresa se determinó acorde a (COVENIN, 1977b) y la del suero según (COVENIN, 658-97). Para la determinación de azúcares totales, en el caso del jugo de fresa se construyó una curva de calibración a partir de soluciones con concentraciones conocidas de glucosa y el índice de refracción que estas mostraban en el refractómetro, a diferencia para el suero de leche la curva fue a partir de concentraciones de lactosa. Una vez elaborada es posible con la absorbancia, determinar la concentración de azúcares en la muestra agregando unas gotas en el equipo, obteniendo así el índice de refracción, para luego ser hallado en el rango de la curva de calibración el porcentaje de azúcar total.

Las cenizas del jugo de fresa fueron determinadas llevando a un mechero la muestra, donde fue incinerada en su totalidad. Una vez realizado esto se calcularon las cenizas por la fórmula:

$$C = (M1 - M0) / (M2 - M0) \times 100 \quad (\text{Ec. 2})$$

Donde: M0: peso del crisol vacío, en gramos. M1: peso del crisol con cenizas, en gramos. M2: peso crisol más muestra, en gramos, para el suero según (COVENIN, 368-97).

En el caso de la humedad tanto para el jugo de fresa como el suero de leche, se tomó un crisol el cual fue pesado. Posteriormente se agregó la muestra secándola en una estufa a $110\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 25 min y se trasladó al desecador para proceder a obtener el resultado de humedad mediante la siguiente fórmula:

$$H(\%) = (M1 - M0) / m \times 100 \quad (\text{Ec. 3.2})$$

Donde, M0: peso del crisol más muestra incinerada, en gramos. M1: peso del crisol vacío, en gramos. m: peso de la muestra, en gramos.

Posterior a la caracterización se prepararon las formulaciones, utilizando suero concentrado, jugo de fresa, azúcar, 150 ppm de benzoato de sodio y sabor artificial de fresa a razón de 1 ml por litro de bebida. Los ingredientes son mezclados en una licuadora, embotellados y sellados. Las botellas son pasteurizadas a una temperatura de 65-70 °C por 15 minutos y enfriadas a temperatura ambiente. Luego las formulaciones son llevadas a refrigeración (8 ± 1 °C), para conservar su estabilidad y propiedades.

En la Tabla 2, se muestran las proporciones que fueron utilizadas para el suero concentrado, el jugo de fresa y azúcar, necesarias para la elaboración de las nueve formulaciones evaluadas.

Tabla 2. Proporciones usadas para la realización de las formulaciones.

Formulación	Suero Concentrado (mL)	Jugo de fresa (mL)	Azúcar (%p/v)
F1	60	40	7
F2	50	50	7
F3	40	60	7
F4	60	40	8
F5	50	50	8
F6	40	60	8
F7	60	40	9
F8	50	50	9
F9	40	60	9

Las formulaciones fueron enfriadas a 4 °C para su evaluación sensorial realizada por un panel de 10 jurados, siendo el color, sabor, olor y consistencia las propiedades analizadas en cada una de las formulas. Una vez finalizada las encuestas estas fueron usadas como material de estudios para conocer la bebida con mayor aceptabilidad, se recurrió a realizar análisis estadísticos, siendo el método ANOVA el más óptimo. Se procesaron los datos con el análisis de varianza de kruskal-wallis usando el paquete estadístico Statistix Release 9 de la Nh-Analytical software.

Seguida a identificar la bebida de mayor aceptación mediante el análisis estadístico se determinaron las propiedades físico-químicas de la misma.

La determinación de pH se realizó según lo establecido por la norma COVENIN 1315-79. El análisis de la acidez titulable fue llevado a cabo según la norma COVENIN 658-97. Las cenizas se desarrollaron en base a lo descrito en la norma COVENIN 368-97. Para la determinación de azúcares totales, se construyó una curva de calibración a partir de soluciones con concentraciones conocidas de glucosa y el índice de refracción que estas mostraban en el refractómetro.

El análisis de proteínas se basó en la acidificación con ácido nítrico, la muestra de 80 ml de suero concentrado, se procedió a filtrar con una bomba al vacío logrando obtener en el papel de filtro las proteínas, por medio de diferencias del peso del papel antes y después se llevarse a la estufa se conocieron la cantidad de proteínas contenidas en la muestra. Finalmente, tanto la humedad como la gravedad específica se determinaron bajo la misma metodología realizada al suero de leche.

Por último, se monitoreo la estabilidad de la formulación de mayor aceptación durante almacenamiento a temperatura de refrigeración (7 ± 1 °C), evaluando los días 0, 7 y 14 respectivamente, en orden de determinar el conteo total de bacterias bajo la norma COVENIN 902.

Resultados

Distintas propiedades físico-químicas fueron evaluadas tanto para el suero de leche como para el jugo de fresa antes de ser realizadas las formulaciones establecidas, arrojando los resultados que se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3. Propiedades físico-químicas del suero de leche y jugo de fresa.

Propiedades	Jugo de fresa	Suero de leche
pH (acidez iónica)	4.19	5.30
Gravedad específica	0.943	1.0377
Acidez titulable (%)	0.883	0.405
Azúcares totales (%)	7.773	10.95
Humedad (%)	8.417	16.497
Cenizas (% p/p)	3.26	6.48

A través de los resultados arrojados por el método estadístico del ANOVA para conocer la bebida de mayor aceptación, se puede observar que las propiedades con mayor significancia fueron consistencia ($p=0.000$) y olor ($p=0.0016$), en comparación a las otras dos restantes con menor significancia, siendo color ($p=0.2025$) y sabor ($p=0.0819$).

La F5 posee mayor aceptabilidad en consistencia a diferencia de la F6 que sobresale en olor. Para el sabor la bebida favorecida fue la F5 con una media de 53.167, tomándose esta formulación como la de mayor aceptabilidad para los jurados. Posteriormente, se procedió a caracterizarla físico-química y microbiológicamente, según lo mostrado en la Tabla 4.

Tabla 4. Propiedades físico-químicas y microbiológicas de la bebida de mayor aceptación.

Propiedades	Bebida de mayor aceptación F5
pH (Acidez iónica)	4.40
Gravedad específica	1.0548
Acidez titulable (%)	0.679
Azúcares totales (%)	23.99
Humedad (%)	16.31
Cenizas (%)	7.62
Proteínas (%)	0.5865
Conteo total de bacterias (ufc/ml)	11×10^2

En la Tabla 5, se visualizan valores obtenidos del conteo total de bacterias durante el monitoreo de la estabilidad de la fórmula cinco durante almacenamiento.

Tabla 5. Estabilidad de la formulación de mayor aceptación durante almacenamiento.

Días de almacenamiento	Conteo total de bacterias (ufc/ml)
0	11×10^2
7	77×10^2
14	81×10^2

Discusión de resultados

El jugo de fresa analizado posee una acidez baja, esto debido a la alta presencia de ácido cítrico, destacando que un pH bajo ayuda a la conservación de la bebida. La gravedad específica del mismo fue de 0.943, cociente entre el jugo de fresa y el agua. La acidez titulable del jugo de fresa fue de 0.883 % basado en ácido cítrico, siendo lo suficientemente bajo para contribuir a la inactivación de los microorganismos patógenos. Un valor de 7.773 % de azúcares totales fue el determinado en el jugo de fresa, aportado por factores como el tipo de cultivo del cual fue obtenido las fresas y a su vez el tiempo de maduración que tuvieron las mismas antes de ser usadas. El porcentaje de humedad resultante fue de 8.417, encontrándose influenciado según el método de obtención y preparación del jugo. El porcentaje de cenizas fue de 3.26 % p/p, el resultando una cantidad elevada de sólidos debido a la concentración previa del jugo de fresa.

Las propiedades antes descritas, fueron también medidas para el suero de leche. El valor identificado de pH fue de 5.30, en contraste con Chetterjee et al. [5], quienes obtuvieron un valor de 6.47, pudiéndose ver diferenciado por método de pasteurización. Así mismos estos investigadores, identificaron para la acidez titulable un valor de 0.34 %, semejándose al valor resultante en esta investigación de 0.405 % basado en ácido láctico. La gravedad específica en el mismo arrojando un valor adimensional de 1.0377, cociente evaluado entre el suero de leche y el agua.

El porcentaje de azúcares totales del lactosuero fue de 10.95 % justificarse al tipo de suero utilizado para la elaboración de la bebida, así mismo el método mediante el cual fue obtenido y el periodo de tiempo que transcurrió para hacer uso del suero. El porcentaje de humedad fue de 16.497 % p/p, referida la cantidad concentrada, ya que a mayor concentración menor es el porcentaje de humedad. Para las cenizas el valor fue 6,48 % p/p, influenciado por la procedencia del suero debido a que unos poseen mayor porcentaje de sólidos (proteína) dependiendo de su producción.

En referencia a los análisis sensoriales, se identificaron a través del programa estadístico que las propiedades organolépticas con mayor significancia fueron consistencia y olor, seguidas de sabor y color, respectivamente. La F5 posee mayor aceptabilidad en consistencia a diferencia de la F6 que sobresale en olor según lo analizado a través de los jurados. Debido a que en ambas propiedades organolépticas se encuentran ubicadas como preferencia dos formulaciones distintas (F5 y F6), se recurrió a distinguir la bebida de mayor aceptabilidad mediante la tercera propiedad en orden de significancia, siendo el sabor. Viéndose favorecida la F5 con una media de 53.167, tomándose esta formulación como la de mayor aceptabilidad para los jurados.

La bebida de mayor aceptación fue caracterizada, arrojando un valor de 4.40 con respecto a la acidez iónica, valor equilibrado entre ambos elementos (lactosuero y fresa) al momento de la formulación. La gravedad específica fue de 1.0548, relación dada entre la bebida y el agua. La acidez titulable evaluada en la bebida de mayor aceptación fue de 0.679 % en términos de ácido cítrico, contrastando con el valor encontrado por Chetterjee et al. [5], el cual fue de 0.52 %, siendo resultados similares en ambas investigaciones. El valor obtenido de azúcares totales en la bebida fue de 23.99 %, porcentaje aportado mayormente por la azúcar comercial añadida directamente a la bebida basado en las proporciones establecidas, además de contar con un suero dulce de pH cercano a lo neutral.

El porcentaje de humedad en F5 fue de 16.31 % p/p, obteniendo como resultado una bebida con una alta viscosidad, ya que al utilizar suero y jugo de fresa concentrados disminuye notoriamente la proporción de agua. Así mismo sucede con el porcentaje de cenizas evaluada, siendo de 7.62 % p/p, debido a la cantidad de sólidos presentes en la bebida, aportados por el suero de leche, el jugo de fresa y el azúcar comercial. El porcentaje de proteínas fue de 0.5865, aportadas principalmente por la β -lactoglobulina y la α -lactoalbumina siendo estas las más abundantes de las cadenas de aminoácidos en el lactosuero.

Respecto a las evaluaciones microbiológicas, usando como parámetro de estudio aerobios mesófilos, se obtuvieron valores de 11×10^2 , 77×10^2 y 81×10^2 ufc/ml para los días 0, 7 y 14 respectivamente, viendo un leve incremento periódicamente. Basándose en la norma sanitaria establecida por DIGESA N° 615-2003 SA/DM, la cual expresa como límite permisible para leche y productos lácteos un valor con respecto a aerobios mesófilos de 5×10^4 por ml, se evaluó que los resultados de esta investigación, determinan que la bebida cumple con los criterios de calidad sanitaria e inocuidad contempladas por la norma, cuyo consumo no causara daño a la salud del consumidor.

Conclusiones

Mediante una formulación a base de suero de leche y jugo de fresa se puede contribuir a la innovación de un producto con beneficios nutricionales y disminuir la contaminación provocada por los desechos en la industria láctea.

Las propiedades fisico-químicas para el jugo de fresa corresponden a la literatura, con excepción de humedad debido al método de obtención del mismo.

El suero de leche utilizado en la formulación de la bebida fue obtenido mediante acidificación, hecho basado en el pH determinado durante la identificación de las propiedades físico-químicas.

El análisis estadístico aplicado fue el ANOVA, arrojando con mayor significancia las propiedades de olor y consistencia, siendo la formulación número 5 la más aceptada con 50 % de suero de leche, 50 % jugo de fresa y 8 % p/v de azúcar.

La bebida de mayor aceptación para el día 14 cumple con los criterios de calidad sanitaria e inocuidad, conservando a su vez óptimas propiedades organolépticas, siendo considerada apta para el consumo humano.

Referencias bibliográficas

- [1] Grasselli M., Navarro A., Fernández H., Miranda M., Camperi S., Cascone O. ¿Qué hacer con el suero del queso? *Revista Ciencia hoy*, vol. 8, núm. 43, (1997), 12-17.
- [2] Speer E. (Editorial Acribia), *Lactología Industrial*. 2da. Ed. Zaragoza, España, (1975)
- [3] Ranken M.D. (Editorial Acribia), *Manual de industrias de los alimentos*. 2da. Ed. Zaragoza, España, (1993).
- [4] Cheftel J., Cheftel H. (Editorial Acribia), *Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos*. Zaragoza, España, (1976).
- [5] Chatterjee G., De Neve, J., Dutta A., Das S., *Formulación y estadística de una bebida de naranja preparada a base de suero y su estabilidad de almacenamiento*. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, vol. 14, núm. 2, (2015), 253-264.

