

DESARROLLO DE UNA BEBIDA FERMENTADA CON ADICIÓN DE AVENA A PARTIR DEL LACTOSUERO DE QUESERAS ARTESANALES

Nelson R. Villegas*¹, Aldo Hernández², Julio A. Díaz³ e Iván Flores⁴

¹Empresa TECNOLAC. CP 060150, Riobamba, Ecuador.

²Instituto de Farmacia y Alimentos. Universidad de La Habana, Cuba.

³Instituto de Farmacia y Alimentos y Facultad de Turismo. Universidad de La Habana, Cuba.

⁴Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias Pecuarias. Escuela de Ingeniería en Industrias Pecuarias. CP 060150, Riobamba, Ecuador.

E-mail: nrvillegas70@hotmail.com

RESUMEN

El objetivo del trabajo fue desarrollar una bebida fermentada y estandarizada, de aceptabilidad, viabilidad y vida de almacenamiento adecuadas, aprovechando el lactosuero de queseras artesanales en Chimborazo, Ecuador, con incorporación de avena molida y cultivos probióticos *Lactobacillus acidophilus* + *Lactobacillus casei*. Se evaluaron las materias primas y se analizó la influencia de las dosis de adiciones sobre la viscosidad y viabilidad del producto, según 15 formulaciones. Al evaluar en el producto los atributos sensoriales (aspecto, olor, sabor, textura), se pudo hacer una discriminación preliminar de 10 formulaciones y, mediante otras evaluaciones, se seleccionó como mejor la formulación con 0,8 % de avena, 4,25 % de cultivo y 0,15 % de CMC, con intensidad de agrado en el producto de me gusta. La vida de almacenamiento a 4 °C puede ser hasta 30 días, con beneficios económicos, ecológicos y sociales.

Palabras clave: bebida de lactosuero fermentado, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei*, almacenamiento.

ABSTRACT

Development of a beverage fermented with addition of oats from the whey of artisanal cheese-factories

The objective of this work was to develop a fermented and standardized drink, of adequate acceptability, viability and shelf life, availing the whey from artisanal cheese-factories in Chimborazo, Ecuador, with incorporation of milled oat and *Lactobacillus acidophilus* + *Lactobacillus casei* probiotic cultures. The raw materials were evaluated and, according to 15 formulations, the influence of doses additions on the product's viscosity and viability was analyzed. Evaluating the product's sensorial attributes (aspect, smell, flavor and texture) it was possible to make a preliminary discrimination of 10 formulations. Also, according to others evaluated indicators, that formulation with 0.8% milled oat, 4.25% cultures and 0.15% CMC, was chosen as the best with a product's aggrade intensity of "like it". The shell life at 4 °C can be until 30 days, with ecological, socials and economical profit.

Keywords: fermented whey drink, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei*, shell life.

INTRODUCCIÓN

Una parte del lactosuero que emiten las queseras artesanales ecuatorianas en sus producciones, es utilizada en la alimentación animal y otra se desperdicia, vertiéndola al entorno. El lactosuero, por su composición, es responsable de los elevados valores de DBO₅ y DQO aportadas al sistema de aguas residuales, afectando al medio ambiente (1).

***Nelson Ramiro Villegas Soto:** Ingeniero en Industrias Pecuarias, Máster en cadenas Productivas Agroindustriales y Máster en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Ha trabajado para la empresa privada en producción de lácteos y procesamiento de frutas, actualmente trabaja para la empresa TECNOLAC Ecuador proveyendo maquinaria, equipos, insumos y asesoría técnica especializada para la Industria Agroalimentaria.

En el cantón Chambo, provincia de Chimborazo, la producción lechera alcanza unos 20 000 L/d (2). El 40 % de esta producción se destina a la elaboración de queso fresco de coagulación enzimática, lo que permitiría recuperar aproximadamente 6 000 L de lactosuero diario.

Las evidencias científicas actuales revelan que el lactosuero contiene componentes bioactivos que tienen efectos positivos sobre la salud humana, además de los valiosos nutrientes que puede aportar a la dieta (3); disminuye los niveles de colesterol en sangre (4); tiene función antioxidante, es una excelente fuente de inmunoglobulinas y otros inmunonutrientes (glutamina, lactoferrina, β -lactoglobulina, β -lactoalbúmina y proteínas ricas en cisteína), que tienen la capacidad de proteger el sistema inmunológico (5); algunos de sus componentes exhiben actividad prebiótica que contribuyen a mejorar el funcionamiento del tracto gastrointestinal; los aminoácidos esenciales contenidos en sus proteínas, tienen la particularidad de que son metabolizados en los músculos para la obtención de energía, evitando así la degradación muscular en condiciones hipocalóricas (3, 5). Entre los productos de exitosa aceptación que emergen del suero, debido a sus bajos costos de producción, grado de calidad alimenticia y aceptable sabor, se encuentran las bebidas refrescantes, producto de la mezcla de suero con jugos frescos de frutas (6) y las bebidas fermentadas (7, 8).

La avena es una fuente de β -glucanos, reconocidos como prebióticos que conforman la estructura de la fibra de los cereales, reduce la actividad de la lipasa y se le atribuye efecto hipocolesterolémico (9, 10).

Este trabajo tuvo como objetivo desarrollar una bebida fermentada y estandarizada con la incorporación de avena molida y cultivos probióticos *Lactobacillus casei* y *Lactobacillus acidophilus*, con aceptabilidad, viabilidad y vida de almacenamiento adecuadas, para el aprovechamiento del lactosuero de las queseras artesanales en Chimborazo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las materias primas empleadas en la investigación fueron: cultivos de las cepas probióticas de *L. acidophilus* y *L. casei* CHR. HANSEN (1:1), por ser de acidificación lenta (8); lactosuero procedente de la elaboración de queso fresco enzimático; carboximetil celulosa, de la

empresa QUIFATEX; azúcar refino, con 99 % de pureza; avena molida comercial remolida y aromatizante sabor a guanábana, de la empresa TECNIAROMAS.

Los controles físico-químicos utilizados para el lactosuero y la bebida fermentada fueron: densidad (11), acidez titulable (12), grasa (13), sólidos totales (14), proteínas (15), pH por método potenciométrico (16), viscosidad aparente con un viscosímetro rotacional Brookfield modelo LVT utilizando el husillo No. 1 a velocidad de 30 min⁻¹ y 20 °C; análisis diferencial de tamiz a la harina de avena (17).

Los controles microbiológicos realizados a la bebida fueron: *Escherichia coli* (18), *Staphylococcus aureus* (19), microorganismos coliformes (20), mohos y levaduras (21); viabilidad de los lactobacilos, por siembra a profundidad en agar MRS con placas petrifilm, incubadas a 37 °C durante dos días (22).

Se realizó un diseño experimental de superficie de respuesta, tomando como variables independientes las dosis de CMC (0,075 a 0,15 %), avena (0,5 a 0,8 %) y de cultivo (3 a 5,5 %) (Tabla 1). Las variables de respuesta fueron: aceptabilidad, viscosidad y viabilidad.

Tabla 1. Diseño de experimento para la bebida fermentada

Experimento	CMC (%)	Dosis avena (%)	Dosis de cultivo (%)
1	0,150	0,65	3,00
2	0,110	0,50	3,00
3	0,150	0,50	4,25
4	0,110	0,80	5,50
5	0,075	0,50	4,25
6	0,075	0,65	5,50
7	0,110	0,80	3,00
8	0,150	0,80	4,25
9	0,150	0,65	3,00
10	0,075	0,80	4,25
11	0,075	0,65	3,00
12	0,110	0,50	5,50
13	0,110	0,65	4,25
14	0,110	0,65	4,25
15	0,110	0,65	4,25

La aceptabilidad de las formulaciones se realizó por evaluación sensorial, mediante la prueba descriptiva con escala verbal para evaluar la calidad teniendo en cuenta

los siguientes atributos: apariencia general, sabor, olor y textura (23). Las muestras seleccionadas, en la prueba anterior, se sometieron a una evaluación sensorial con consumidores potenciales (80 consumidores), mediante una prueba hedónica utilizando una escala estructurada de cinco puntos que va desde me gusta mucho hasta me disgusta mucho (24).

Las formulaciones para la bebida de suero fermentado fueron estandarizadas a $8,1 \pm 0,1$ % de sólidos totales lácteos, aromatizada con sabor guanábana y edulcorada al 8 % con azúcar refinado; como fuente de fibra dietética se adicionó avena molida comercial (previamente molida hasta partícula fina). El estabilizador utilizado fue CMC FG28 (25), atendiendo a su costo y disponibilidad, mientras que el cultivo fue una mezcla de cepas probióticas de *L. acidophilus* y *L. casei*.

El suero, con algunas de las adiciones y en volumen de 20 L, se pasteurizó en un tanque a 75 °C con 15 min de retención. La inoculación del cultivo y la fermentación se realizó entre 42 y 45 °C. La bebida se envasó en botellas de polietileno de alta densidad de 500 mL y se almacenó a 4 ± 1 °C; a las 24 h de elaborada, cada formulación se sometió a la evaluación de aceptabilidad, viscosidad y viabilidad.

La bebida fermentada, obtenida a escala de producción artesanal, se mantuvo en almacenamiento a temperatura de 4 ± 1 °C y el muestreo para los controles se realizó cada cinco días hasta que alguno de los indicadores implicó rechazo del producto.

Los indicadores controlados durante el almacenamiento fueron: acidez, pH, calidad sensorial, viabilidad de los microorganismos probióticos, calidad sanitaria (*Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, hongos y levaduras).

Para la evaluación del costo y el análisis de la efectividad económica del nuevo producto se tuvieron en cuenta los indicadores siguientes: costos de fabricación, por concepto de materias primas; costos por inversión; costos por envasado; costos por concepto de mano de obra directa y costos indirectos. Para la rentabilidad se tuvo en cuenta una ganancia neta del 30 % sobre el costo de producción.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 2 presenta los resultados de la caracterización del lactosuero, materia prima fundamental en la elaboración de la bebida fermentada; como puede apreciarse los valores de grasa son muy cercanos a los informados en la literatura, en el caso de la proteína es muy superior a lo reportado (6, 26), esta situación pudo estar dada por las condiciones (nada óptimas técnicamente) de la preparación de la leche para la coagulación, determinación del momento de corte de la cuajada y elaboración de la misma, lo que trajo consigo más pérdidas queseras y un suero con contenido de sólidos totales algo superior a lo informado por estos autores.

En la Fig. 1 se puede apreciar el comportamiento granulométrico de la harina de avena; las mayores fracciones másicas se encuentran distribuidas en los tamaños de partícula 256, 362 y 637 μm , que se corresponde con harina relativamente fina adecuada para el producto en que se va a utilizar.

La viabilidad de los microorganismos probióticos no presentó diferencias significativas con las variables estudiadas, dada la poca variación que tuvo este indicador [6,66 a 6,69 log (ufc/mL)], en las formulaciones evaluadas. El análisis estadístico realizado resultó confiable y consistente, sin auto-correlación entre

Tabla 2. Valores medios y desviación estándar de cada indicador físico-químico del suero (n = 5)

Indicador	Grasa (%)	Proteína (%)	Sólidos totales (%)	Acidez (%)	pH	Densidad (kg/L)	Viscosidad (mPa.s)
Valor medio	0,24	1,27	7,0	0,24	6,3	1,022	857,0
Desviación estándar	0,09	0,01	0,3	0,02	0,3	0,01	2,4

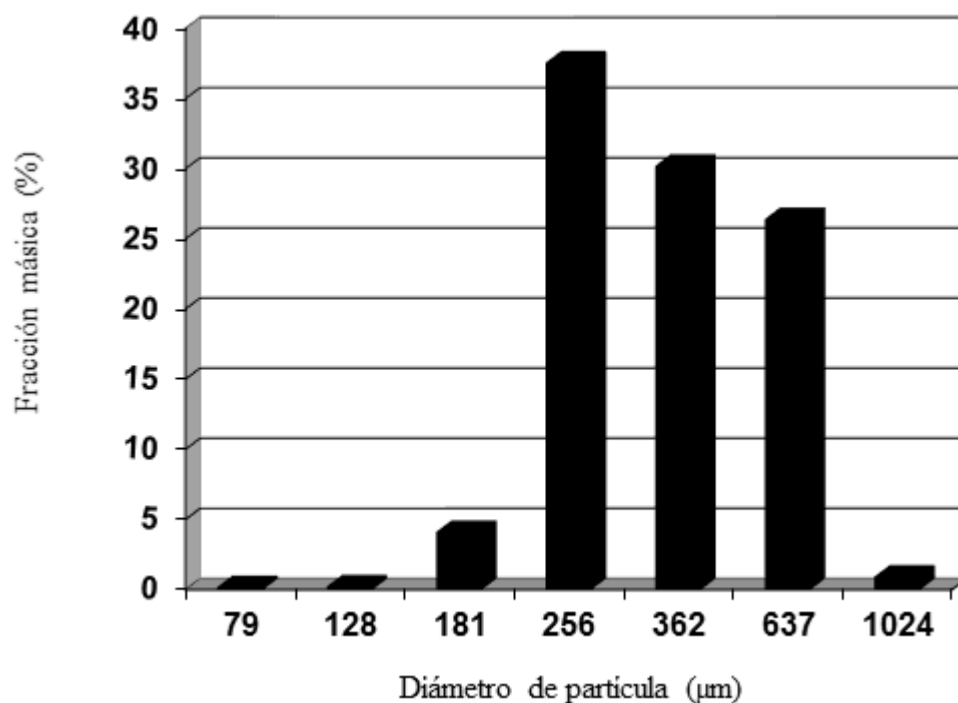


Fig. 1. Granulometría de la harina de avena utilizada en la elaboración de la bebida fermentada.

variables independientes (Durbin-Watson = 2,4; $R^2 = 64,0\%$; $P = 0,2$). El comportamiento de la viscosidad en la bebida fermentada con las diferentes formulaciones, fue muy similar al de la viabilidad.

Los resultados de aceptabilidad arrojaron que las formulaciones 3 y 4 eran rechazables (por separación de fases y sabor ácido) y como aceptables las formulaciones 1, 2, 5, 6, 9, 10 y 11. Las formulaciones con impresión general de buena se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3. Resultados de la aceptabilidad de las formulaciones por atributos

Atributo	Fórmula 7	Fórmula 8	Fórmula 13	Fórmula 14	Fórmula 15
Aspecto	Color blanco, homogéneo	Color blanco brillo	Color blanco, homogéneo	Color blanco, apariencia lechosa	Apariencia lechosa, homogéneo
Olor	Producto lácteo fermentado, a guanábana	Producto lácteo fermentado, a guanábana	Nota dulzona, frutal, a guanábana	A guanábana, frutal, lácteo fermentado	A guanábana, ácida
Sabor	A guanábana, dulzón, lácteo fermentado	A guanábana a producto fermentado verde	A guanábana a producto fermentado, sabor dulzón	A guanábana, producto lácteo fermentado, sabor dulzón	A guanábana, producto lácteo fermentado, dulzón
Textura	Cuerpo, cremoso	Cuerpo, cremoso	Cuerpo, cremoso	Cuerpo, cremoso	Cuerpo, cremoso
Impresión general	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena

A los efectos prácticos, teniendo en cuenta que las formulaciones 13 a 15 son de idéntica composición (repeticiones generadas automáticamente en el diseño experimental), se decidió considerar solamente la 15.

En la prueba de aceptación poblacional, el nivel de agrado de las tres formulaciones seleccionadas (7, 8 y 15) fue igual con evaluación de me gusta. Estos resultados de aceptación de la bebida de lactosuero fermentado, coinciden con los reportados por otros autores para bebidas similares (7, 8).

Debido a que, por las evaluaciones anteriores, no se logró una definición clara para decidir cuál de esas tres formulaciones debían someterse finalmente a la evaluación del almacenamiento, se procedió a evaluarles la cinética de acidificación, como indicador tecnológico importante, comprobándose que en la fermentación fueron similares las tres formulaciones y que ya a las dos horas habían alcanzado un pH de 4,4 a 4,3; dicho valor se puede tomar como final del proceso (aproximadamente 0,55 % de ácido láctico). Con estos resultados se decidió seleccionar la formulación 8 como la más adecuada, por ser la de mayor dosis de avena (0,8 %), aportando los beneficios que la misma ofrece, pero también en dosis del cultivo (4,25 %), lo que garantizaría la viabilidad requerida en el producto.

Durante el almacenamiento el pH y la acidez se mantuvieron constantes hasta el día 32, cuando comenzó a disminuir ligeramente el pH y a aumentar la acidez, pero todavía en intervalos adecuados para este tipo de bebida. La viscosidad también se mantuvo estable, aspecto este que contribuyó a que la bebida mantuviera su consistencia y, por ende, el agrado al paladar; todo eso se reflejó en la calidad sensorial aceptable durante el período evaluado.

Los resultados de la evaluación microbiológica del producto, durante el almacenamiento, fueron muy buenos, manteniéndose la viabilidad constante y por encima del mínimo terapéutico durante todo el período [$\log(\text{ufc/mL})$ igual a 7,65]; asimismo, los recuentos de los microorganismos para la evaluación de la calidad sanitaria fueron negativos.

Según los resultados durante el almacenamiento, la bebida en su formulación seleccionada puede ser almacenada hasta 30 días, sin que se modifiquen sus

indicadores físico-químicos, sensoriales ni microbiológicos, cumpliendo así con lo establecido en las normas técnicas ecuatorianas (18, 27, 28).

Sobre la composición nutricional de la bebida, se caracteriza por presentar un contenido de proteínas superior al mínimo establecido (0,4 %) en la norma ecuatoriana (15), que la hace un producto de calidad con alto valor nutricional; por su contenido de grasa, es un producto lácteo descremado (<0,5 %), las cenizas presentaron un valor adecuado (0,75 %) y los carbohidratos estimados (13,94 %) son correctos, si se tiene en cuenta que a la bebida se le incorporó 8 % de azúcar refinado además de la lactosa que aporta el suero.

Para el análisis del costo de fabricación se tomó como base de cálculo una microempresa artesanal con capacidad media de 1 000 L de leche por día, considerando la recuperación diaria aproximada de 850 kg de suero para producir esta bebida fermentada, como resultado se obtuvo que el producto es de bajo costo y rentable.

CONCLUSIONES

La bebida fermentada desarrollada presentó un contenido de proteínas con valores superiores al mínimo establecido en la norma ecuatoriana y adecuados contenidos de cenizas y grasa, como producto lácteo descremado. Se seleccionó como mejor la formulación con 0,8 % de avena, 4,25 % de cultivo y 0,15 % de CMC, según las evaluaciones realizadas al producto, con intensidad de agrado de me gusta. El producto puede ser almacenado hasta 30 días sin modificación en sus indicadores físico-químicos, sensoriales y microbiológicos y cumpliendo con lo establecido en las normas técnicas ecuatorianas.

REFERENCIAS

1. González, M. Mundo Pecuario 8(1):16-32, 2012.
2. MAGAP. *Censo Nacional Agropecuario*. Quito, Ministerio de la Agricultura Ganadería Acuicultura y Pesca del Ecuador, 2010.
3. Pescumma, M.; Hérbet, E.; Mozz, F. y Font, G. Food Microbiol. 25(3):442-451, 2008.
4. Brand, J. Am. J. Clin. Nutr. 76:281-285, 2002.
5. Ha, E. y Zemel, M. J. Nutr. Biochem. 14:251-258, 2003.
6. Inda, A. *Optimización del rendimiento y Aseguramiento de Inocuidad en la Industria de Quesería*, Mexico DF., Organización de los Estados Americanos OEA, 2000.
7. Londoño, M.; Sepúlveda, U. y Hernández, A. Cienc. Tecnol. Alim. 20(2):53-57, 2010.
8. Arazo, M.; Hernández, A.; Rodríguez, D.; Alejo, Y. y Duarte, C. Cienc. Tecnol. Alim. 23(2):68-71, 2013.
9. Gallager, D. *Dietary fiber and its physiological effects. Essentials of Functional Foods*. Gaithersburg, MD., Aspen Publishers, Inc., 2000.
10. León, A. y Rosell, C. *De tales harinas, tales panes. Granos, harinas y productos de panificación en Iberoamérica*, Córdoba, Hugo Báez, 2007.
11. NT-INEN-0011. *Leche. Determinación de la densidad relativa*. Ecuador, 1984.
12. NT-INEN-0013. *Leche. Determinación de acidez titulable*. Ecuador, 1984.
13. NT-INEN-0012. *Leche. Determinación del contenido de grasa*. Ecuador, 1973.
14. NT-INEN-0014. *Leche. Determinación de sólidos totales y cenizas*. Ecuador, 1984.
15. NT-INEN-0016. *Leche. Determinación de proteínas*. Ecuador, 1984.
16. NT-INEN-00973. *Agua potable. Determinación del pH*. Ecuador, 1984.
17. Hernández, A.; Díaz de la Rocha, J. y Rudenko, O. *Equipamiento mecánico para la industria alimentaria*. La Habana, Instituto Superior Politécnico "José Antonio Echeverría", 1986.
18. NT-INEN-1529. *Control microbiológico de los alimentos. Determinación de coliformes fecales y E. coli*. Ecuador, 1990.
19. NT-INEN-1529-14. *Control microbiológico de los alimentos. Staphylococcus aureus. Recuento en placa de siembra por extensión en superficie*. Ecuador, 1998.
20. NT-INEN-1529-7. *Determinación de microorganismos coliformes por la técnica de recuento de colonias*. Ecuador, 1990.
21. NT-INEN-1529-10. *Determinación de la cantidad de microorganismos Mohos y Levaduras. Recuento en placa por siembra en profundidad*. Ecuador, 1998.
22. 3M Microbiology. *3M-placas-Petrifilm. Recuento de bacterias ácido lácticas*. St Paul, MN., 3M Microbiology, 2003.
23. Duarte, C. *Combinación de métodos para evaluar la calidad del helado Nestlé*, en [CDROM] 12ma Conferencia Internacional sobre Ciencia y Tecnología de los Alimentos (CICTA-12), La Habana, Cuba, 2013.
24. Espinosa, J. *Análisis Sensorial*, La Habana, Félix Varela, 2014. pp. 155.
25. Sepúlveda, J.; Flórez, L. y Peña, C. Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín 5(2):1633-1674, 2002.
26. Paz, M. *Utilización de lactosuero de quesería*. Santa Fe de Bogotá, C.D.P.A. CENTIA E ICTA, 2000, p. 33.
27. NTE-INEN-2564. *Bebidas lácteas. Requisitos*. Ecuador, 2011.
28. NTE-INEN-2594. *Suero de leche líquido. Requisitos*. Ecuador, 2011.