

Desarrollo de una bebida fermentada de suero con la adición de jugo de *Aloe vera* y pulpa de fruta

Develop a whey Drink Fermented with the addition of Aloe vera juice and Fruit Pulp

MSc. Diómedes Hernán Rodríguez-Villacis¹, dhrodri@espol.edu.ec,
Dr.C. Aldo Hernández-Monzón¹¹.

¹Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil, Ecuador; ¹¹Instituto de Farmacia y Alimentos. Universidad de La Habana, La Habana, Cuba

Resumen

Este trabajo tuvo como objetivo desarrollar una bebida fermentada de lactosuero hipocalórica con la adición de jugo de *Aloe vera*, pulpa de guanábana y cultivos probióticos. Como materias primas se utilizaron: suero lácteo dulce, pulpa de guanábana (*Annona muricata* L), jugo de aloe (*Aloe vera* B), edulcorante artificial de la firma Splenda y los cultivos probióticos: *Bifidobacterium* sp., *S. thermophilus*, *L. acidophilus* y *L. delbrueckii subsp., bulgaricus*. Para la elaboración de la bebida láctea el suero se mezcló con pulpa de guanábana y jugo de aloe en las proporciones: pulpa de guanábana 10, 15 y 20 % y el jugo de aloe 5, 10 y 15 %, la mezcla se estandarizó al 8 % de sólidos totales lácteos con leche en polvo descremada y fue inoculada con los cultivos lácteos al 4 % y la fermentación se realizó a 42 ± 1 °C. A las formulaciones desarrolladas se les controlaron acidez y aceptabilidad. La mejor formulación de la bebida fermentada hipocalórica fue la de 15 % de pulpa de guanábana y de 10 % jugo de aloe, con una calificación de “me gusta”. La vida de almacenamiento a 4 °C puede ser hasta de 21 días.

Palabras clave: suero dulce, bebida fermentada, jugo de aloe, pulpa de guanábana, cultivos probióticos.

Abstract

This work had as objective to develop a hypocaloric fermented whey drink with the addition of aloe juice, soursop pulp and probiotics cultures The raw materials were: sweet whey, soursop pulp (*Annona muricata* L), aloe juice (*Aloe vera*, B) artificial sweetener of the signature Splenda and the probiotics cultures: *Bifidobacterium* sp., *S. thermophilus*, *L. acidophilus* and *L. delbrueckii subsp. bulgaricus*. For the elaboration of the fermented drink, the whey was mixed with soursop pulp and aloe juice in the proportions: soursop pulp 10, 15 and 20 % and the aloe juice in 5, 10 and 15 %. The mixture was standardized to 8 % milk total solids with skimmed milk powders. The mixture was inoculated with the lactic cultures at 4 % and the fermentation was realized at 42 ± 1 °C. In the formulations developed it was controlled acidity and acceptability. The best fermented drink formulation low in calories was the one with soursop pulp 15 % and aloe juice 10 %, was chosen as the best with a product's aggrade intensity of “like it”. The shell life at 4 °C can be until 21 days.

Keywords: sweet whey, fermented drink, aloe juice, soursop pulp, probiotics cultures.

Introducción

El lactosuero es definido como el residual líquido obtenido de la elaboración de queso después de la precipitación de la caseína y separación del coágulo formado [1]. Existen varios tipos de lactosuero dependiendo del tipo de coagulación de la caseína; el denominado suero dulce, producto de la coagulación enzimática por renina a pH 6,5 y el llamado suero ácido como resultado del proceso de fermentación o adición de ácidos orgánicos o minerales utilizados para coagular la caseína de la leche [2].

Las proteínas de este subproducto de la industria quesera desempeñan un importante papel nutritivo como una rica y balanceada fuente de aminoácidos esenciales, son de alto valor biológico (por su contenido en leucina, triptófano, lisina y aminoácidos azufrados), tienen una calidad igual a las del huevo y no son deficientes en ningún aminoácido [3].

En la industria quesera el lactosuero obtenido en el proceso de producción de queso es aproximadamente el 90 % de la masa total de la leche utilizada y el mismo retiene cerca de 55 % del total de sólidos totales de la leche. Algunas alternativas de utilización de este residuo han sido propuestas, pero son pocas las empresas que hacen aprovechamiento del mismo y las estadísticas indican que una importante porción de este residuo pasa a ser efluente el cual crea un serio problema ambiental [4].

Para evitar mayores daños al medio ambiente circundante, el lactosuero pudiera utilizarse en la elaboración de alimentos destinados tanto a animales como a seres humanos [5].

El suero ha sido utilizado como la materia prima principal en la elaboración de bebidas fermentadas con una acidez final del 0,54 % de ácido láctico con buena aceptabilidad por parte de los consumidores [5,6,7].

Entre las frutas tropicales la guanábana (*Annona muricata* L.) se destaca porque tiene un rico aroma y sabor, se consume fresca y tiene gran potencial industrial por sus altos rendimientos en pulpa, normalmente superiores al 50 % [8].

La guanábana es rica en carbohidratos y ácidos en su composición química se destaca por la presencia de alcaloides como (muricina, muricinina, N-metilcoridina, N-metilcorituberina), flavonoides y acetogeninas; metabolitos de comprobada acción terapéutica [9,10,11].

La guanábana cv. Elita para el período de sobre madurez presentó alta actividad antioxidante, por la elevada concentración de vitamina C y de fenoles totales, por lo que se catalogó como fruta de alta capacidad antioxidante y rica en polifenoles, lo que la potencializa cómo un alimento nutracéutico con gran funcionalidad [12].

El gel de *Aloe vera* contiene alrededor de 98,5 % de agua, 0,97 % de cenizas, es rico en mucílagos, los cuales se caracterizan por estar formados por ácidos galacturónicos, glucorónicos y unidos a azúcares como glucosa, galactosa y arabinosa. También están presentes otros polisacáridos con alto contenido en ácidos urónicos, fructosa y otros azúcares hidrolizables [13].

Además se caracteriza por la presencia de compuestos fenólicos de gran poder antioxidante, que son generalmente clasificados en dos grupos principales: las cromonas (componentes bioactivos en fuentes naturales y se utilizan como antiinflamatorios y antibióticos) y las antroquinonas (compuestos aromáticos polihidroxilados, que constituyen las sustancias polifenólicas que conforman la base y la fuente de una importante cantidad de colorante) [13].

En aras de aprovechar al máximo todas las bondades que aportan los cultivos probióticos en los productos lácteos, así como en sus derivados, en este caso el suero, actualmente se está incrementando el desarrollo de estos nuevos productos con mejores características sensoriales y una vida de almacenamiento más larga, combinado con el alto valor nutricional y terapéutico que estas presentan, entre ellos se encuentran las bebidas fermentadas de lactosuero desarrolladas por diferentes investigadores [6,7].

Este trabajo tuvo como objetivo desarrollar una bebida fermentada de lactosuero hipocalórica con la adición de jugo de *Aloe vera*, pulpa de guanábana y cultivos probióticos.

Materiales y métodos

Las materias primas empleadas para el desarrollo del trabajo experimental fueron las siguientes: suero lácteo dulce obtenido de la elaboración de queso blanco fresco, pulpa de guanábana (*Annona muricata* L), jugo de *Aloe vera* y edulcorante artificial de la firma Splenda. Como cultivos probióticos los liofilizados: *Bifidobacterium sp.*, *S. thermophilus*, *L. acidophilus* y *L. delbrueckii subsp. bulgaricus* de la firma, CHR HANSEN.

Para la obtención de la pulpa de guanábana, los frutos se desinfectaron con una mezcla de hipoclorito de sodio al 10 % y agua potable por 5 min y luego fueron sometidos a lavados sucesivos con agua potable. Se realizó el pelado de la guanábana, la extracción de las semillas, troceado y obtención de la pulpa. Posteriormente fue sometida a un escaldado a 73 °C por 20 min [14] y finalmente la pulpa fue congelada a -18 °C, para su posterior utilización.

El jugo de *Aloe vera* fue obtenido a partir de pencas de la especie *Aloe vera* B. con un mínimo de dos años de cosecha, el mismo se pasteurizó bajo el régimen tiempo-temperatura de 65 °C por 15 min [15].

Los métodos físico químicos utilizados para el control de lactosuero y la bebida fermentada fueron los siguientes: densidad [16], acidez titulable [17], grasa [18], sólidos totales, [19], proteína[20], pH por método potenciométrico [21], viscosidad aparente (mPa.s) mediante un viscosímetro rotacional digital Brookfield modelo LVT con la utilización del husillo No.1 a velocidad de 30 min⁻¹, a temperatura de 20 °C.

Los controles microbiológicos realizados a la bebida fueron: *Escherichia coli* [22], microorganismos coliformes [23], mohos y levaduras [24].

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 atributos apariencia general, sabor, olor y textura [25].

Las muestras seleccionadas en la prueba anterior se sometieron a una evaluación sensorial con 80 consumidores potenciales mediante una prueba hedónica utilizando una escala estructurada de 5 puntos que va desde “me gusta extremadamente” hasta “me disgusta mucho” [26].

Para la elaboración de la bebida láctea el suero se mezcló con pulpa de guanábana y jugo de *Aloe vera* en las proporciones siguientes: pulpa de guanábana 10, 15 y 20 % y el jugo de *Aloe vera* 5, 10 y 15 %, la mezcla se estandarizó al 8 % de sólidos totales lácteos con leche en polvo descremada. A la temperatura de 42 ± 1 °C se inoculó el cultivo a razón de 4 %, la fermentación se realizó a la misma temperatura. El plan experimental de las formulaciones desarrolladas se muestra en la tabla 1.

Tabla 1
Plan experimental para el desarrollo de las formulaciones de las bebidas fermentadas

Formulación	Pulpa de guanábana (%)	Jugo de aloe (%)
1	20	15
2	20	10
3	10	15
4	20	5
5	15	15
6	10	5
7	10	10
8	15	10
9	15	5

Resultados y discusión

Evaluación de las materias primas

Los resultados de los análisis químico-físicos realizados al lactosuero empleado para la elaboración de la bebida fermentada se presentan en la tabla 2, donde se puede apreciar ciertas diferencias en comparación con los datos reportados en la literatura consultada, lo que confirma una vez más que existe diversidad en cuanto a composición de lactosuero en dependencia de la leche, así como del tratamiento que se realice durante la elaboración del queso.

Tabla 2
Caracterización del lactosuero (n = 6)

Indicadores	Valor medio	Desviación estándar
Acidez (%)	0,11	0,01
Grasa (%)	0,63	0,25
Proteína (%)	1,15	0,21
Sólidos totales (%)	6,30	0,23
Densidad (kg/L)	1,024	0,000
Viscosidad (mPa.s)	1,002	0,010

Las características del jugo de sábila pasteurizado que se utilizó para el desarrollo del trabajo se presentan en la tabla 3. Estos resultados coinciden con los publicados en el desarrollo de una leche fermentada con jugo de *aloe* [27].

Tabla 3
Caracterización del jugo de *Aloe vera* pasteurizado

Indicadores químico físicos	Valor medio	Desviación estándar
pH	4,55	0,01
Densidad (kg/L)	0,990	0,000
Sólidos totales (%)	5,94	0,20
Sólidos solubles (°Brix)	1,00	0,00
Ácido málico (mg/mL)	2,04	0,02
Indicadores microbiológicos		
Coliformes totales (ufc/g)	3	
Mohos (ufc/g)	3	
Levaduras (ufc/g)	2,000	

Los indicadores químicos de la pulpa de guanábana utilizada en la elaboración de la bebida se muestran en la tabla 4.

Tabla 4
Valores medios de los indicadores químicos analizados a la pulpa de guanábana

Indicador	Valor medio	Desviación estándar
pH	2,90	0,01
Acidez (g ácido cítrico/100 g)	0,96	0,01
Sólidos solubles (°Brix)	15,0	0,0
Sólidos totales (%)	19,00	0,22

Estos valores son muy cercanos a los reportados en la literatura [12, 28].

Evaluación de las formulaciones desarrolladas

Los resultados de la evaluación de los atributos sensoriales de las diferentes formulaciones desarrolladas según el diseño experimental se exhiben en la tabla 5.

Tabla 5
Resultados de la evaluación sensorial dada por los jueces
de las formulaciones aceptadas

Atributos	Formulación 1	Formulación 4	Formulación 5	Formulación 7	Formulación 8
Aspecto	Blanco homogéneo, con apariencia lechosa	Blanco homogéneo, con apariencia lechosa	Blanco homogéneo, con apariencia lechosa	Blanco homogéneo, con apariencia lechosa	Blanco homogéneo, con apariencia lechosa
Olor	Olor a producto lácteo fermentado y a guanábana	Olor a producto lácteo fermentado y a guanábana	Olor a producto lácteo fermentado y a guanábana	Olor a producto lácteo fermentado y a guanábana	Olor producto lácteo fermentado y a guanábana
Sabor	Agradable, similar a yogur con guanábana, acidez residual ligera	Agradable, similar a yogur con guanábana, acidez residual marcada	Agradable, similar a yogur con guanábana, acidez residual ligera	Similar a yogur con guanábana, acidez residual marcada	Agradable, similar a yogur con guanábana, acidez residual ligera combinada con un leve dulzor
Textura	Viscoso, similar a yogur batido	Poco viscoso, separación ligera de fases	Viscoso, similar a yogur batido	Viscoso, similar a yogur batido	Viscoso, similar a yogur batido
Impresión general	Buena	Aceptable	Buena	Aceptable	Buena

A partir de estos resultados las formulaciones 1, 5 y 8 fueron las seleccionadas para ser evaluadas por jueces potencialmente consumidores.

Los resultados de la evaluación mediante la prueba hedónica arrojó para las tres formulaciones la puntuación de 3 puntos para una calificación de me gusta.

En el comportamiento de las respuestas de los jueces (figura. 1), se puede apreciar que la formulación 8 (pulpa de de guanábana 15 % y jugo de *Aloe vera* 10 %) fue la que recibió mayor número de respuesta con la calificación entre “me gusta extremadamente” y “me gusta” y ninguna de “me disgusta mucho”, por lo que fue la seleccionada para realizarle las restantes evaluaciones.

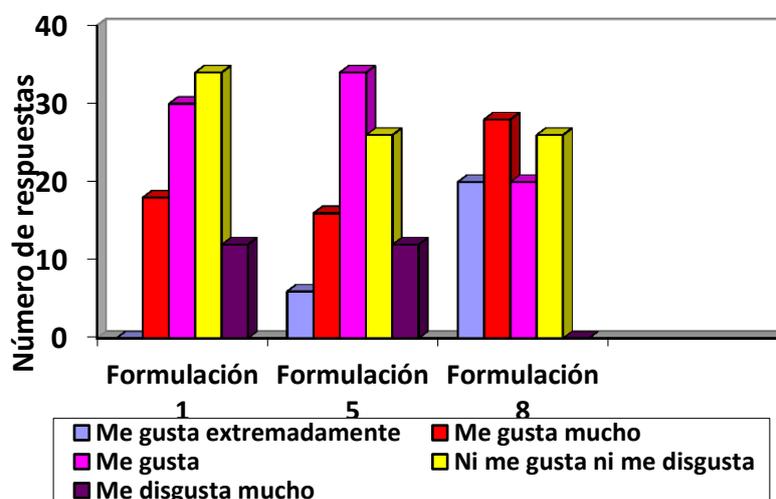


Fig. 1 Comportamiento de las respuestas de los jueces en la evaluación de las diferentes formulaciones.

Este resultado estuvo dado por la dosis de jugo de aloe que en las formulaciones 1 y 5 fue de 15 %. Por lo que la dosis más adecuada de jugo de aloe fue la del 10 %, la cual coincide con lo publicado en leche fermentada con jugo de aloe [27].

En la tabla 6 se presenta la composición de la bebida de lactosuero fermentado, de acuerdo a su contenido de grasa se puede considerar un producto lácteo semidescremado, con bajo contenido de proteína pero de alta calidad por la presencia de lactoglobulinas del suero, es bajo en azúcar dado por la lactosa del suero y los azúcares de la guanábana. De acuerdo a su poder calórico puede considerarse una bebida hipocalórica (193,07 kJ/100 g)(46,19 kcal/100 g). La bebida desarrollada es dietética y funcional por la presencia de los ingredientes del jugo de *Aloe vera*, de la pulpa de guanábana y los microorganismos probióticos.

Tabla 6
Composición de la bebida de lactosuero por cada 100 g

Indicadores	Valor medio (%)	Desviación (%)
Grasa total	1,35	0,00
Proteína	1,06	0,02
Sólidos totales	9,86	0,00
Cenizas	0,027	0,002

Cinética de fermentación de la bebida de lactosuero

Los resultados de la variación de la acidez con respecto al tiempo de fermentación se procesaron mediante análisis de regresión y se obtuvo que la formación del ácido láctico presentó una variación con el tiempo de forma lineal y cúbica, lo más interesante en este comportamiento fue la no aparición de una fase lag en la fermentación, debido a la utilización de inmediato por parte de los microorganismos de la glucosa que aporta el jugo de aloe sin necesidad de hidrolizar la lactosa, esto hace que esta fermentación se logre en un tiempo relativamente corto.

La ecuación de regresión obtenida fue la siguiente

$$\text{Acidez} = 0,3075 + 0,049709 \times t + 0,0025259 \times t^3$$

$$R^2 = 96,0984 \%$$

Acidez- expresada en ácido láctico (%)

t- tiempo, h

La representación gráfica se muestra en la figura 2.

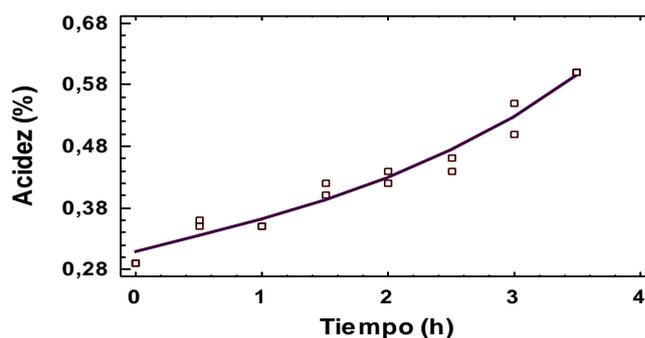


Fig. 2 Comportamiento de la acidez durante la fermentación de la bebida de lactosuero.

Como puede apreciarse ya a las tres horas la bebida alcanzó la acidez de 0,50 % de ácido láctico, este tiempo de fermentación se encuentra entre los utilizados industrialmente en leches fermentadas y si además se le suma su bajo costo de producción la elaboración de este producto se hace muy atractivo.

Evaluación de la vida de almacenamiento

El análisis del comportamiento de la acidez y la calidad sensorial de la bebida durante el almacenamiento se muestra en la tabla 7. La acidez de la bebida fermentada aumentó ligeramente hasta los siete días de conservación con una variación de 0,03 %, y a partir de este día presentó una variación de 0,07 % de ácido láctico hasta los 21 días. Este resultado fue el esperado ya que la mezcla de los cultivos probióticos utilizados presenta un poder acidificante lento. La bebida mantuvo buenas cualidades sensoriales y calidad microbiológica hasta los 21 días de conservación, cumpliendo así con lo establecido en las normas ecuatorianas para este tipo de producto [22,29].

Los resultados a los que se llegó en esta investigación coinciden parcialmente con lo publicado (6) en cuanto a la aceptabilidad y calidad de la bebida con la incorporación de pulpa de fruta (maracuyá), sin embargo difiere en que en la bebida desarrollada en esta investigación no se utilizaron estabilizadores por el efecto que tiene el jugo de *Aloe vera* de aumentar la viscosidad.

Tabla 7
Comportamiento de los indicadores controlados durante el almacenamiento

Indicadores controladas	Tiempo (días)			
	1	7	14	21
Acidez (%)	0,48	0,58	0,64	0,70
Calidad sensorial	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable

Al comparar esta bebida con las que aparecen en las publicaciones referidas, se puede asegurar que se está en presencia de una bebida de lactosuero fermentada con buenas cualidades por la presencia de los cultivos probióticos, la pulpa de guanábana nutracéutica y el jugo de *Aloe vera* como ingrediente funcional y bebida hipocalórica (46,3 kcal/100 g) con valor inferior a la reportada [6] (66,32 kcal/100 g) y superior a la declarada por otros autores [7] (27,87 kcal/100 g).

Conclusiones

Se desarrolló una bebida de lactosuero fermentado estandarizada en sólidos totales lácteos con cultivos probióticos, con la adición de pulpa de guanábana (15 %) y jugo de *Aloe vera* (10 %) con un nivel de agrado de “me gusta”, hipocalórica, con buenas características nutricionales y con una vida de almacenamiento de hasta 21 días bajo condiciones de refrigeración (4 °C).

Bibliografía

1. FOEGEDING, E., *et al.*, “Advances in modifying and understanding whey protein functionality”. *Trends in Food Science & Technology*. 2002, Vol. 13, núm. 5, p. 151-159.
2. JELEN, P., “Industrial Whey processing technology”. *J. Agric. Food Chem.* 1979, Vol. 27, núm. 4, p. 658-666.
3. HA, E., *et al.*, “Functional properties of whey, whey components, and essential amino acids: mechanisms underlying health benefits for active people”. *Journal of Nutritional Biochemistry*. 2003, Vol. 14, p. 251 -258.
4. INDA, A., *Optimización del rendimiento y Aseguramiento de Inocuidad en la Industria de Quesería*. México: Organización de los Estados Americanos OEA, 2000.
5. MIRANDA, O., *et al.*, “Elaboración de una bebida fermentada a partir del suero de leche que incorpora lactobacillus acidophilus y streptococcus thermophilus”. *Rev Cubana Aliment Nutr*, 2007, Vol. 2, p. 103-108.
6. LONDOÑO, Margarita, *et al.*, “Utilización de suero de queso fresco”. *Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 2010, Vol. 20, núm. 2, p. 53 - 57.
7. ARAZO, Migdalia., *et al.*, “Elaboración de una bebida de lactosuero fermentada con cultivos probióticos”. *Ciencia y Tecnología de Alimentos*. 2013, Vol. 23, núm. 2, p. 68 - 71.
8. ÁVILA, R., *et al.*, “La guanábana: una materia prima saludable para la industria de alimentos y bebidas”. 2, *Revista Digital de Investigación y Postgrado de la Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre”*. 2012, Vol. 2, núm. 4, p. 134-142.
9. DE LIMA, J., “Comportamento respiratorio e qualidade pós – colheita de graviola (*Annona muricata* L.) “morada” sob temperatura ambiente”. *Rev. Bras. Frutic.* 2004, Vol. 25, núm. 1, p. 1-10.
10. CAMACHO, G., *et al.*, *Obtención y conservación de pulpas de mora, de guanábana lulo y mango*. Bogotá: Publicaciones SENA, 1995. p. 130.
11. MORTON, J., “Sourso”. *Fruits of warm climates*. 1987, vol. 1, p. 75 - 80.
12. MÁRQUEZ, C., *Caracterización fisiológica, físico-química, reológica, nutraceútica, estructural y sensorial de la guanábana (Annona muricata L. cv. elita)* [Tesis doctoral]. Facultad de Ciencias Agronómicas,. Medellín, 2009.
13. VEGA, G., *et al.* “El *Aloe vera* como componente de alimentos funcionales”. 3, *Revista Chilena de Nutrición*, 2005 Vol. 32, núm. 3, 4 p. 208-214.

14. RAMÍREZ-MÉNDEZ, R., *et al.*, "Efecto del escaldado sobre la calidad microbiológica de pulpa de guanábana (*Annona muricata* L.)". *Bol. Centro Invest. Biol.* 2009, Vol. 43, núm. 1, p. 97-109.
15. PARK, L. AND LEE, S. *New Perspectives on Aloe*. United States of America: Editorial Springer Science+Business Media, LLC, 2006. p. 205.
16. Instituto ecuatoriano de normalización. *Leche. Determinación de la densidad relativa*. NT-INEN-0011. Quito. 1984.
17. Instituto ecuatoriano de normalización. *Leche. Determinación de acidez titulable*. NT-INEN-0013. Quito. 1984.
18. Instituto ecuatoriano de normalización. *Leche. Determinación del contenido de grasa*. NT-INEN-0012. Quito. 1973.
19. Instituto ecuatoriano de normalización. *Leche. Determinación de sólidos totales y cenizas*. NT-INEN-0014. Quito. 1984.
20. Instituto ecuatoriano de normalización. *Leche. Determinación de proteínas*. NT-INEN-0016. Quito. 1984.
21. Instituto ecuatoriano de normalización. *Agua potable. Determinación del pH*. NT-INEN-00973. Quito. 1984.
22. Instituto ecuatoriano de normalización. *Control microbiológico de los alimentos. Determinación de coliformes fecales y E. coli*. NT-INEN-1529. Quito. 1990.
23. Instituto ecuatoriano de normalización. *Determinación de microorganismos coliformes por la técnica de recuento de colonias*. NT-INEN-1529-7. Quito. 1990.
24. Instituto ecuatoriano de normalización. *Determinación de la cantidad de microorganismos Mohos y Levaduras. Recuento en placa por siembra en profundidad*. NT-INEN-1529-10. Quito. 1998.
25. DUARTE, Cira. *Combinación de métodos para evaluar la calidad del helado Nestlé*. La Habana : Palacio de las Convenciones de Cuba, 2013. Memorias XII Conferencia Internacional sobre Ciencia y Tecnología de los Alimentos. pp. 859-863.
26. ESPINOSA, Julia Maria. *Análisis Sensorial*. La Habana: Félix Varela, 2014. p. 155.
27. HERNÁNDEZ-MONZÓN, Aldo, *et al.* "Desarrollo de una leche fermentada probiótica con jugo de Aloe vera". *Tecnología química*. 2015, Vol. 35, núm.1, p. 54-72.
28. VIT, P., *et al.* "Composición química y actividad antioxidante de pulpa, hoja y semilla de guanábana *Annona muricata* L.". 5, 2014, *Interciencia*, Vol. 39, pp. 350-353.
29. Instituto ecuatoriano de normalización. *Bebidas lácteas. Requisitos* NTE-INEN-2564. Quito. 2011.