

Desarrollo de una leche fermentada probiótica con jugo de Aloe vera

Development of a Probiotic Fermented Milk with Aloe Vera Juice

**Dr.C. Aldo Hernández-Monzón¹, aldohm@ifal.uh.cu;
MSc. Sarai Romagosa-Ibieta²**

¹*Instituto de Farmacia y Alimentos, Universidad de La Habana, La Habana, Cuba;*

²*Laboratorios Biológicos y Farmacéuticos LABIOFAM, La Habana, Cuba*

En los últimos años se ha extendido el cultivo del Aloe vera para su uso en medicamentos, alimentos funcionales y cosméticos. El gel es utilizado en la elaboración de alimentos por su valor nutricional y reconstituyente. El objetivo de este trabajo fue desarrollar una leche fermentada probiótica con jugo de Aloe vera con índices de calidad y aceptabilidad comparables con los estándares establecidos para este tipo de producto. Se realizó un diseño de experimento de Superficie Respuesta (10 a 15 % de jugo de aloe; 1 a 3 % de cultivo) y las variables respuestas fueron: tiempo de coagulación, acidez, viabilidad y aceptabilidad. A las formulaciones aceptadas se les determinó viscosidad, firmeza del coágulo y contenido de minerales y se compararon con la leche fermentada sin aloe. Tres formulaciones fueron aceptadas por sus atributos sensoriales de calidad y tiempo de coagulación, las mismas cumplieron con el mínimo terapéutico de viabilidad y la evaluación sensorial fue de “me gusta extremadamente”, (10 % de jugo) y de “me gusta mucho” (12,5 y 15 %). Los índices de calidad se mantuvieron durante 28 días de almacenamiento refrigerado. Las leches fermentadas con aloe presentaron firmezas del coágulo superiores a la leche fermentada sin aloe, (3,5 a 4,8 veces) y la viscosidad aumentó de 1,70 a 2,3 veces, la adición del jugo de aloe favoreció al producto por el aumento del contenido minerales. El nuevo producto presentó una textura viscosa y cremosa con sabor ligero a jugo de Aloe vera.

Palabras clave: jugo de Aloe vera, leche fermentada probiótica, firmeza del coágulo, viscosidad.

The cultivation of Aloe vera for its use in medications, functional foods and cosmetics has been spread out in the last years. The gel has been used in the food elaboration by its nutritional and restorative value. The aim of this research was to develop a probiotic fermented milk with juice of Aloe vera with quality and acceptability indexes that can be compared with established standards for this kind of product. An experiment design named Response Surface was made (10 to 15% of juice of aloe; 1 to 3% of starter cultures) and the response parameters were: coagulation time, acidity, viability and acceptability. Viscosity, coagulum firmness and mineral contains were determined to the accepted formulations, and they were compared to fermented milk without aloe. Three formulations were accepted by their sensorial attributes of quality and coagulation time. The same fulfilled the therapeutic minimum of viability and the sensorial evaluation was of “I like it too much”, (10% of juice) and “I like so much” (12.5 and 15%). The quality indexes remained for 28 days of refrigerated storage. The fermented milks with aloe presented coagulum firmness higher to fermented milk without aloe, (3.5 to 4.8 times) and viscosity increased from 1,70 to 2,3 times. The addition of aloe juice favoured the product because of the increase of the mineral contains. The new product presented a viscose and creamy texture with a slight flavour of juice of Aloe vera.

Keywords: juice of Aloe vera, probiotic fermented milk, coagulum firmness and viscosity.

Introducción

Las leches fermentadas forman un grupo muy amplio de más de 400 tipos en todo el mundo, debido a que en cada región existen diferentes modalidades de cepas de microorganismos entre los que figuran bacterias, hongos y levaduras, lo que da origen a una amplia gama de estos productos y más aun si se tienen en cuenta los diferentes tipos de leche como materia prima fundamental para la elaboración de los mismos, entre ellas: leche de vaca, cabra, oveja, camella, yegua, búfala, entre otras /1/.

Aun cuando el yogur es la leche fermentada más conocida y extendida, existe una variedad considerable de leches fermentadas en todo el mundo, entre las más conocidas aparecen el kefir, kumys y la leche acidófila. Las leches fermentadas se pueden dividir en tres amplias categorías basadas en los productos metabólicos que generan: leches con fermentación ácido láctica, leches con fermentación ácido láctica y levaduras, leches con fermentación ácido láctica y mohos /2/.

Los microorganismos de los cultivos utilizados en la elaboración de estas leches fermentadas deben ser viables, activos y abundantes en el producto hasta la fecha de duración mínima. Si el producto es tratado térmicamente luego de la fermentación, no se aplica el requisito de microorganismos viables /3/.

El proceso de fermentación incrementa la vida útil y de consumo del producto lácteo, mejorando la digestibilidad del mismo con respecto a la leche. Las leches fermentadas se conservan durante más tiempo y son más digeribles que la leche fresca, retienen el valor nutritivo de esta, constituyendo una excelente fuente de riboflavina, tiamina y calcio. Además, contiene como proteínas más importantes la caseína y la lactoalbúmina, ambas de alto valor biológico /4/.

El sistema digestivo de algunas personas carece de la enzima lactasa, por ello, la lactosa no será descompuesta en el proceso digestivo en azúcares más simples. Este tipo de personas puede consumir solo muy pequeños volúmenes de leche normal; sin embargo, pueden tomar productos lácteos acidificados, en los que la lactosa ha sido ya parcialmente desdoblada por las enzimas bacterianas /5/.

Los microorganismos probióticos según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, por sus siglas en inglés),

han sido definidos como aquellos microorganismos vivos que ejercen una acción benéfica sobre la salud del huésped al ser administrado en cantidades adecuadas /6/. Los efectos beneficiosos deben demostrarse en animales y humanos /7/.

Un prebiótico se define como un ingrediente alimenticio no digerible que produce un efecto beneficioso en el hospedador al estimular el crecimiento selectivo y/o la actividad metabólica de un número limitado de bacterias en el colon /8/.

La viabilidad de los microorganismos en un producto probiótico durante toda la vida útil es imprescindible porque condiciona su actividad, el número de células al final de su vida útil debe ser de al menos 10^7 ufc/g. /9/

El *Aloe vera*, también conocido como sábila, sávila, aloe de Barbados o aloe de Curazao, es una planta suculenta de la familia Xanthorrhoeaceae /10/.

Del *Aloe vera* se utilizan las hojas basales, recolectadas a partir de la planta adulta de más de dos años, de la cual se obtienen dos subproductos: el acíbar y el gel de *Aloe vera*.

El acíbar es el látex o exudado desecado obtenido por incisión de las hojas frescas, que se localiza inmediatamente por debajo de la epidermis. Los activos que contiene son derivados hidroxiantracénicos de acción laxante o purgante (aloína) /11/.

El gel de *Aloe vera* es una sustancia clara y mucilaginososa obtenida exclusivamente a partir del parénquima central; el mismo contiene alrededor de 99,4 % de agua en peso, también mucilagos responsables de la capacidad de retención de agua y de la actividad. El jugo de *Aloe vera* es el líquido obtenido tras filtrar, por métodos puramente físicos, el gel o la hoja entera. El método más seguro es la obtención del jugo a partir del gel, ya que aunque se usan sistemas de filtración y eliminación de los compuestos laxantes, existe el riesgo de que queden restos y de que a la vez se arrastren polisacáridos activos /12/. Este jugo es sensible al calor y la luz, y puede deteriorarse rápidamente cuando se expone a altas temperaturas.

Se han establecido muchas mejoras tecnológicas para la preparación higiénica del gel, tecnologías para la estabilización del concentrado del mismo sin dañar

los componentes efectivos y el método de secado por atomización para preservar la calidad del extracto de gel tanto como sea posible /13/.

Los procesos de pasteurización propuestos para garantizar la no afectación de los constituyentes del jugo de aloe han sido: temperatura de 65 °C por 15 min para sistema a templa, y 90 a 95 °C por 5 min para sistema continuo /12/.

Componentes químicos del gel de Aloe vera

El gel de *Aloe vera* es rico en mucílagos que se caracterizan por estar formados por ácidos galacturónicos, glucorónicos unidos a azúcares como glucosa, galactosa y arabinosa. Otros polisacáridos presentes en el gel de *Aloe vera* son: glucomanano y acemanano. El glucomanano es una fibra muy soluble, que posee una excepcional capacidad de captar agua, formando soluciones muy viscosas /11/.

El *Aloe vera* contiene algunas vitaminas hidrosolubles como: tiamina (B₁), riboflavina (B₂), niacina (B₃), ácido fólico y ácido ascórbico (C); y entre las liposolubles las vitaminas A y E, también presenta trazas de vitamina B₁₂, minerales como: potasio, calcio y magnesio, fósforo, hierro, sodio, manganeso, cobre y alrededor de 17 aminoácidos /11/ y enzimas como la oxidasa, catalasa y amilasa /13/.

Las características de los polisacáridos de las especies *Aloe vera* L. y *Aloe arborescens* Miller que crecen en Cuba son similares a las cultivadas en otros lugares incluyendo las diferencias en cuanto a la composición química de los polisacáridos entre ambas especies /14/.

En la industria alimentaria se está utilizando el gel del *Aloe vera* (con un reducido contenido en antraquinonas) esencialmente en la formulación de bebidas para la salud, en la manufactura de leches fermentadas y otras bebidas, su uso ha tomado fuerza en algunos países por el bienestar reflejado en el organismo haciendo estos productos parte de su dieta común, como es el caso de Estados Unidos /11/.

Al *Aloe vera* se le han atribuido propiedades beneficiosas a la salud, entre las cuatro fundamentales se encuentran las siguientes: como antiinflamatorio, fungicida, antibiótico y agente regenerativo de tejidos /15/. Se han informado otros beneficios a la salud como son: ayuda en los desórdenes intestinales, acción antidisentérica, antihemorroidal, antioxidante, cicatrizante, colerética,

eficaz para combatir la obesidad, por la sensación de saciedad que produce; asimismo, disminuye los niveles de glucosa e insulina, probablemente debido a que retrasa el vaciado gástrico y, por lo tanto, dificulta el acceso de la glucosa a la mucosa intestinal /11/.

Los componentes presentes en la sábila, como los acemananos y glucomananos, conforman un medio rico en carbono, energía y nitrógeno para el crecimiento de *Lactobacillus*, incrementándose así el crecimiento de las especies lácticas. La producción de algunos metabolitos antimicrobianos influye en las reacciones metabólicas de los tejidos proteicos funcionando como un catalizador de las células vivas gracias a la acción de sus enzimas y en la síntesis de proteínas se crea un ambiente adverso para la proliferación de patógenos gastrointestinales, por lo que consideran que el *Aloe vera* constituye una variedad de agentes prebióticos /15/.

Para el crecimiento de muchos lactobacilos se consideran indispensables aminoácidos como leucina, valina, ácido glutámico, arginina, tirosina y triptófano; el pantotenato y la niacina que son dos vitaminas necesarias, así como la presencia de ciertos metales como el Mn^{2+} y el Fe^{2+} . Las bacterias ácido lácticas son incapaces de sintetizar ciertos aminoácidos y vitaminas esenciales para su crecimiento, lo cual condiciona la necesidad de añadir a los medios de cultivos hidrolizados de proteínas y péptidos como fuente de estos elementos.

Debido a sus propiedades nutricionales y composición química, el *Aloe vera* tiene un alto potencial para promover el desarrollo de bacterias probióticas. Se ha comprobado /15/ que tanto el jugo como la pulpa de *Aloe vera* son buenos sustratos que permite el crecimiento de bacterias lácticas y la consecuente producción de ácido láctico. Investigadores /16/ han informado que el jugo de *Aloe vera* como sustrato vegetal puede ser utilizado como medio de propagación *in vitro* para las especies probióticas *Lactobacillus plantarum* y *Lactobacillus casei*, sus resultados son muy prometedores con viabilidades en el orden de 10^9 a 10^{11} ufc/mL, por lo que el jugo de *Aloe vera* pudiera ser utilizado en la elaboración de bebidas fermentadas con bacterias lácticas

Por las propiedades beneficiosas que posee el *Aloe vera* pueden aportar componentes nutricionales como materia prima para la elaboración de

alimentos funcionales, considerados en la actualidad como los alimentos del futuro /11/.

En un estudio sobre el efecto del consumo de jugo de sábila en la función gastrointestinal de humanos saludables, se concluyó que tomarlo no tiene efectos tóxicos, que mejora la digestión de las proteínas, normaliza el proceso de excreción, controla las infecciones por levaduras, promueve el balance apropiado de bacterias digestivas, alivia la indigestión y la irritación del colon /17/.

Teniendo en cuenta los beneficios que puede aportar el jugo de *Aloe vera* a la salud, este trabajo tuvo como objetivo desarrollar una leche fermentada probiótica con jugo de *Aloe vera* con índices de calidad y aceptabilidad comparables con los estándares establecidos para este tipo de producto.

Materiales y métodos

El trabajo se desarrolló en los Laboratorios Biológicos y Farmacéuticos LABIOFAM y en el Instituto de Farmacia y Alimentos. Las materias primas empleadas para el desarrollo de las corridas experimentales fueron: leche entera en polvo (26 % de grasa y 70 % de sólidos no grasos); leche descremada en polvo (1 % de grasa y 95 % de sólidos no grasos), cultivo lácteo probiótico procedente de los Laboratorios Biológicos y Farmacéuticos LABIOFAM, azúcar refino, esencia de guanábana, jugo de *Aloe vera* obtenido a partir de pencas de la especie *Aloe vera* L. con un mínimo de dos años de cosecha. El jugo de aloe obtenido se pasteurizó bajo el régimen tiempo-temperatura de 65 °C por 15 min /12/.

Los métodos de control utilizados fueron los siguientes:

Acidez a la leche /18/, acidez a la leche fermentada /19/, determinación de Ca, Na, Mg, Cu y K a la leche fermentada /20/, firmeza del gel de la leche fermentada mediante un texturómetro (Stable Micro systems, modelo TAHD plus) con un disco de 47 mm de diámetro con una velocidad de penetración de 1 mm/s a temperatura de 20 °C, la firmeza del gel se expresó en Newton (N); viscosidad de la leche fermentada con un viscosímetro rotacional (Brookfield, modelo LVT) con aguja No. 3 a una velocidad de 1 s⁻¹ a temperatura de 20 °C; el resultado se expresó en mPa.s.

Conteo de coliformes totales /21/, conteo de hongos y levaduras /22/, viabilidad de los microorganismos probióticos en placa con medio Agar MRS /23/.

La evaluación sensorial se realizó mediante la combinación de los métodos: prueba descriptiva con escala verbal para evaluar la calidad de las formulaciones elaboradas en una sala de cata con las condiciones requeridas /24, 25/. La evaluación sensorial de las leches fermentadas se realizó al día siguiente de haber sido producidas, por una comisión integrada por siete catadores adiestrados en este tipo de producto, la prueba afectiva de aceptación escalar hedónica de siete puntos se realizó con 80 jueces consumidores /26/. Las muestras fueron codificadas antes de ser evaluadas y la temperatura de las mismas fue de 10 °C.

La prueba sensorial de Análisis Descriptivo Cuantitativo /27/ para definir los descriptores sensoriales de las formulaciones aceptadas con cinco jueces expertos en la cata de productos fermentados. Las características organolépticas evaluadas fueron: aspecto, olor, sabor y textura, además de los atributos correspondientes para cada caso. La evaluación se realizó a la temperatura de 10 a 12 °C.

Se utilizó un diseño de Superficie Respuesta, de tipo 2², donde las variables independientes fueron las dosis de jugo de aloe y de cultivo. Se trabajó con los niveles 10 y 15 % para el jugo de aloe, y para el cultivo se fijaron los niveles 1 y 3 % tomando la cantidad de cultivo utilizada para la elaboración de leches fermentadas aromatizadas y el posible efecto a la cinética de fermentación del jugo de aloe como suplemento /16/, la matriz de diseño sin réplicas dio diez experimentos, como variables respuestas se seleccionaron: tiempo de coagulación, acidez, viabilidad y aceptabilidad.

Para realizar las corridas experimentales se prepararon 5 kg de producto por formulación. Para preparar las diferentes formulaciones se caracterizaron las principales materias primas que constituyeron a su vez las variables independientes de este experimento: el cultivo y el jugo de *Aloe vera* /28/. Esta caracterización se realizó determinando los indicadores químico-físico y microbiológico de los mismos.

Para la preparación de las formulaciones la leche fue estandarizada para garantizar una composición en la leche fermentada de 2,5 % de grasa, 9,8 %

de sólidos no grasos y adición de 8 % de azúcar refino, cumpliendo con lo establecido, teniendo en cuenta las adiciones de jugo de aloe de acuerdo con cada formulación. La leche estandarizada fue pasteurizada a 92 °C por 30 min. Durante el refrescamiento se adicionó la dosis de jugo de aloe pasteurizado, la dosis de cultivo correspondiente a cada formulación se añadió a 42 °C y la incubación fue de 40 a 42 °C.

El tiempo de fermentación fue el transcurrido desde la inoculación hasta el momento en que el producto alcanzó una acidez de 0,60 % de ácido láctico. Posteriormente, se dejó refrescar (aproximadamente a 30 °C) y finalmente se almacenó en cámara de refrigeración de 4 a 6 °C.

La evaluación de las formulaciones se realizó a las 24 h posteriores a la fermentación. Para determinar la calidad sensorial de las mismas se procedió a la aplicación de la combinación de métodos de prueba descriptiva con escala verbal. A las formulaciones aceptadas se les evaluó viabilidad, calidad sanitaria, nivel de agrado con jueces potencialmente consumidores.

Para la evaluación de la conservación durante el almacenamiento se almacenaron 10 kg de leche fermentada de las formulaciones aceptadas a la temperatura de refrigeración de 4 a 6 °C. Las variables respuestas utilizadas fueron: acidez, aceptación, viabilidad de los microorganismos probióticos y la calidad sanitaria.

El muestreo se realizó cada siete días y el límite de aceptación del producto se definió teniendo en cuenta el tiempo a partir del cual el producto se rechazó cuando algunos de los indicadores evaluados se vieron afectados.

Resultados y discusión

En la tabla 1, se presentan los resultados de los análisis químico-físicos correspondientes al jugo de *Aloe vera* empleado. Como puede apreciarse el jugo de aloe mostró características ácidas dado, fundamentalmente, por la presencia del ácido málico que fue el ácido mayoritario; en cuanto a la presencia de azúcares la glucosa fue la predominante.

La tabla 2, muestra el contenido de minerales y la calidad sanitaria del jugo de aloe. Los valores de minerales fueron muy similares a lo informado en la literatura con excepción del calcio que fue superior. Desde el punto de vista

sanitario los indicadores microbiológicos estuvieron acorde con lo establecido para jugos con valores menores de 10 ufc/mL para coliformes, levaduras y mohos.

Tabla 1
Indicadores químico-físicos evaluados en el jugo de *Aloe vera*

Indicadores químico-físicos	Jugo fresco	
	Valor medio	Desviación estándar
pH	4,55	0,01
Densidad (kg/L)	1,01	0,00
Sólidos solubles (°Brix)	1,45	0,05
Sólidos totales (%)	1,50	0,01
Ácido oxálico (mg/mL)	0,024	0,010
Ácido málico (mg/mL)	2,028	0,020
Fructosa (mg/mL)	0,188	0,000
Glucosa (mg/mL)	1,589	0,010
Sacarosa (mg/mL)	-	-
Xilosa (mg/mL)	-	-

(-) No detectado

Tabla 2
Contenido de minerales y calidad sanitaria del jugo de *Aloe vera*

Minerales	Valor medio	Desviación estándar
Ca (mg/100 g)	254,92	0,00
Mg (mg/100 g)	6,68	0,00
Cu (mg/kg)	0,19	0,02
Fe (mg/kg)	2,61	0,04
Zn (mg/kg)	0,59	0,01
Indicadores microbiológicos		
Coliformes (ufc/g)	3	
Levaduras (ufc/g)	2	
Mohos (ufc/g)	3	

El cultivo utilizado cumplió con las especificaciones de calidad para los cultivos iniciadores /23/.

Los resultados en cuanto a tiempo de coagulación y acidez post-fermentación desarrollada para las diez corridas experimentales se muestran en la tabla 3.

Tabla 3
Resultados de la prueba experimental en la elaboración de las formulaciones de leche fermentada con jugo de Aloe

Formulaciones	Dosis de cultivo (%)	Dosis de jugo Aloe (%)	Tiempo de coagulación (min)	Acidez (%)	
				Valor medio	Desviación estándar
1	1,1	12,5	180	0,80	0,00
2	3,3	12,5	80	0,80	0,00
3	2,2	16,0	120	0,83	0,01
4	3,0	10,0	100	0,81	0,01
5	3,0	15,0	80	0,80	0,01
6	2,2	8,9	120	0,82	0,01
7	1,5	15,0	165	0,80	0,01
8	1,5	10,0	155	0,81	0,00
9	2,2	12,5	120	0,81	0,01
10	2,2	12,5	120	0,81	0,01

Las formulaciones experimentaron diferencias en cuanto al tiempo de coagulación los cuales oscilaron entre 80 y 180 min.

La acidez desarrollada después de las 24 h fue muy similar en todas las formulaciones con valores en el orden de 0,80 % de ácido láctico.

Al realizar el análisis estadístico del diseño con referencia al tiempo de coagulación se obtuvo el efecto de las variables estudiadas (dosis de cultivo y dosis de jugo de aloe) en orden de importancia sobre esta variable (tiempo de coagulación) mediante el gráfico de Pareto (figura 1).

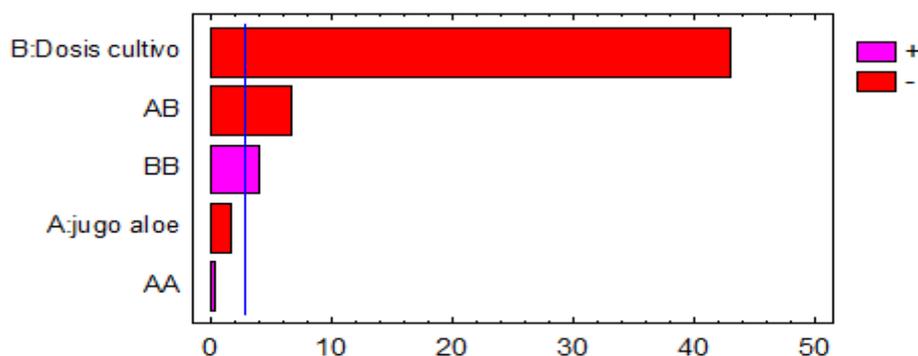


Fig. 1 Efecto de las variables estudiadas en orden de importancia sobre el tiempo de coagulación

Como se puede apreciar, la dosis de cultivo (B) es la variable de mayor efecto negativo sobre el tiempo de coagulación, es decir, a mayor dosis de cultivo menor tiempo de coagulación. En el caso de la dosis de jugo de *aloe* (A) entre 10 y 15 % no tuvo una influencia marcada sobre esta variable. Sin embargo, sí aparece también con efecto negativo la interacción jugo de *aloe*-dosis de cultivo (AB) pero con muy poco peso al compararlo con la dosis de cultivo, de lo que se deriva que la interacción *aloe*-cultivo también tiene una incidencia favorable disminuyendo los tiempos de coagulación y con efecto positivo y muy poco peso el cultivo en su forma cuadrática (BB). Estas son las variables que resultaron ser significativas estadísticamente relacionadas con el tiempo de coagulación.

De las diez formulaciones evaluadas sensorialmente por el grupo de jueces adiestrados solo cuatro fueron aceptadas. Los resultados de la evaluación por atributos se presentan en la tabla 4.

Las formulaciones aceptadas alcanzaron una impresión general de calidad de excelente, bueno y aceptable. Las formulaciones con dosis de *aloe* de 10 y 12,5 % obtuvieron la máxima calificación en todas las características evaluadas, por lo que resultaron leches fermentadas de excelente calidad. La formulación con 15 % de jugo de *aloe* recibió la calificación de bueno por presentar moderado sabor y olor a *aloe*.

Tabla 4
Evaluación por atributos de las formulaciones aceptadas

Atributos	Descripción			
	Fórmula 2	Fórmula 4	Fórmula 5	Fórmula 6
Aspecto	Producto de color blanco, homogéneo			
Olor	A guanábana, a producto lácteo fermentado, fresco, ligero a <i>aloe</i>	A guanábana, a producto lácteo fermentado, fresco, ligero a <i>aloe</i>	A guanábana, a producto lácteo fermentado, fresco, moderado a <i>aloe</i>	A guanábana, ligero a producto lácteo fermentado , fresco, ligero a <i>aloe</i>
Sabor	A guanábana, a producto lácteo fermentado, fresco, ligero al <i>aloe</i> , acidez ligera	A guanábana, a producto lácteo fermentado, fresco, ligero al <i>aloe</i> , acidez ligera	A guanábana, a producto lácteo fermentado, moderado a <i>aloe</i> , acidez ligera	A guanábana, ligero a producto lácteo fermentado , fresco, muy ligero al <i>aloe</i> , acidez ligera
Textura	Viscosa, cremosa, ligera filantez	Viscosa, cremosa, ligera filantez	Viscosa, cremosa, filantez moderada	Viscosa, cremosa, grumos moderados , ligera filantez
Impresión general de calidad	Excelente	Excelente	Bueno	Aceptable

Respecto a la formulación 6, se decidió rechazarla por presentar problemas en el sabor, olor y textura, además presentó alto tiempo de coagulación con respecto a las formulaciones 2, 4 y 5.

Las formulaciones que fueron rechazadas por los jueces adiestrados contenían dosis de cultivo por debajo del 3 %. Este resultado puede estar asociado a la producción insuficiente de los metabolitos responsables del aroma (ácido acético, acetaldehído, ácido propiónico, ácido pirúvico, etcétera) /2/ y la textura (polisacáridos) de los productos lácteos fermentados por dosis de cultivo relativamente bajas para un producto aromatizado.

Para continuar la investigación se decidió ajustar la dosis de cultivo en la formulación 2 a 3,0 % y de esta forma evaluar solo la influencia de la variable dosis de jugo de aloe (10, 12,5 y 15 %).

Las tres formulaciones presentaron adecuados indicadores sanitarios cumpliendo con los límites establecidos para leches fermentadas /3/. En cuanto a viabilidad, todas cumplieron con el mínimo terapéutico (10^7 ufc/mL) /9/ y se mantuvieron en el mismo orden logarítmico con la variación de la dosis de jugo de aloe (7,88; 7,61 y 7,92; respectivamente).

Las tres formulaciones recibieron buena evaluación por jueces potencialmente consumidores (n = 80), las leches fermentadas con dosis de 12,5 y 15 % de jugo fueron evaluadas de “me gusta mucho” destacándose la formulación con 10,0 % de jugo de aloe con la evaluación de “me gusta extremadamente”.

Teniendo en cuenta estos resultados se utilizaron las tres formulaciones para realizar la evaluación del comportamiento durante el almacenamiento.

En la figura 2, se muestran los resultados del seguimiento de la acidez en las diferentes formulaciones de leche fermentada durante los 35 días de almacenamiento.

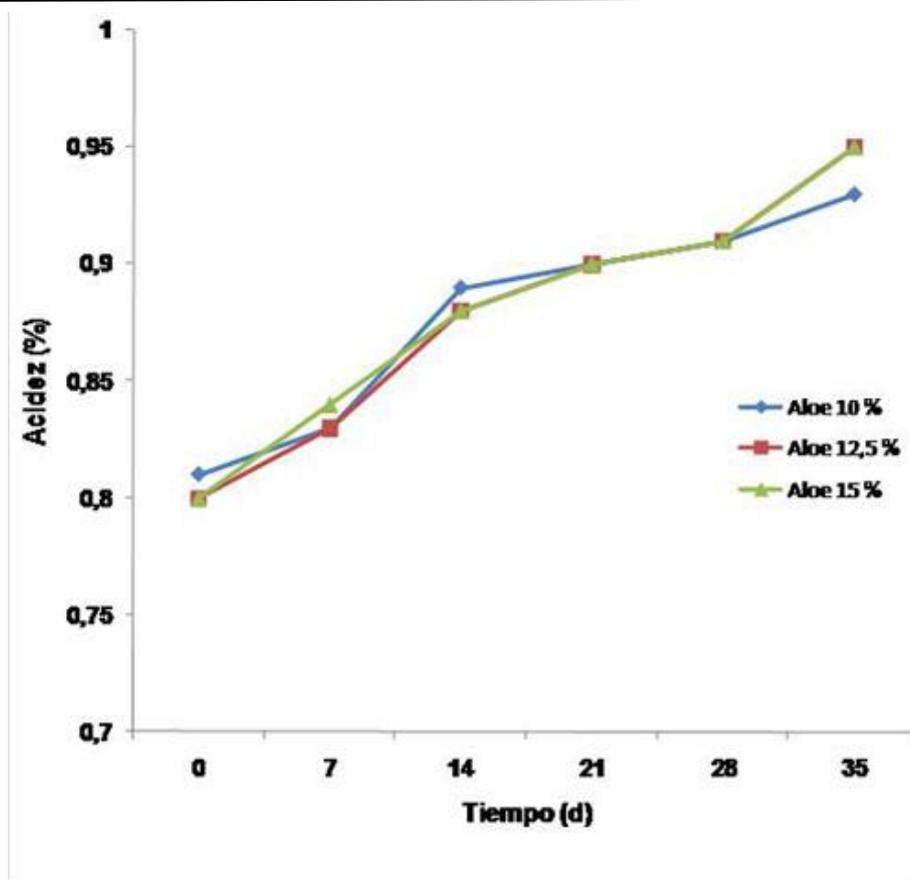


Fig. 2 Comportamiento de la acidez de las diferentes formulaciones de leche fermentada durante el almacenamiento en refrigeración

La acidez post-fermentación se mantuvo en el intervalo de 0,8 a 0,9 % de ácido láctico para las tres formulaciones; a pesar de que el jugo de aloe aporta nutrientes que favorecen la producción de ácido láctico, estos valores fueron inferiores al límite superior establecido (1,20 % de ácido láctico) para leches fermentadas según las especificaciones de calidad /3/.

En la evaluación sanitaria durante el almacenamiento no se detectó crecimiento de hongos y levaduras hasta los 28 días en las formulaciones con 10,0 y 12,5 % de jugo de aloe con conteos de hasta 3 ufc/mL, los cuales se mantuvieron hasta los 35 días. En el caso de la formulación con 15,0 % de aloe no hubo crecimiento hasta los 35 días la que presentó un conteo de hasta 2 ufc/mL. De acuerdo con estos resultados, la calidad sanitaria para las tres formulaciones durante los 35 días de almacenamiento fue muy buena, cumpliendo con lo establecido para este tipo de producto.

En la figura 3, se presentan los resultados de la viabilidad para las tres formulaciones de leche fermentada con jugo de aloe durante el período de almacenamiento refrigerado.

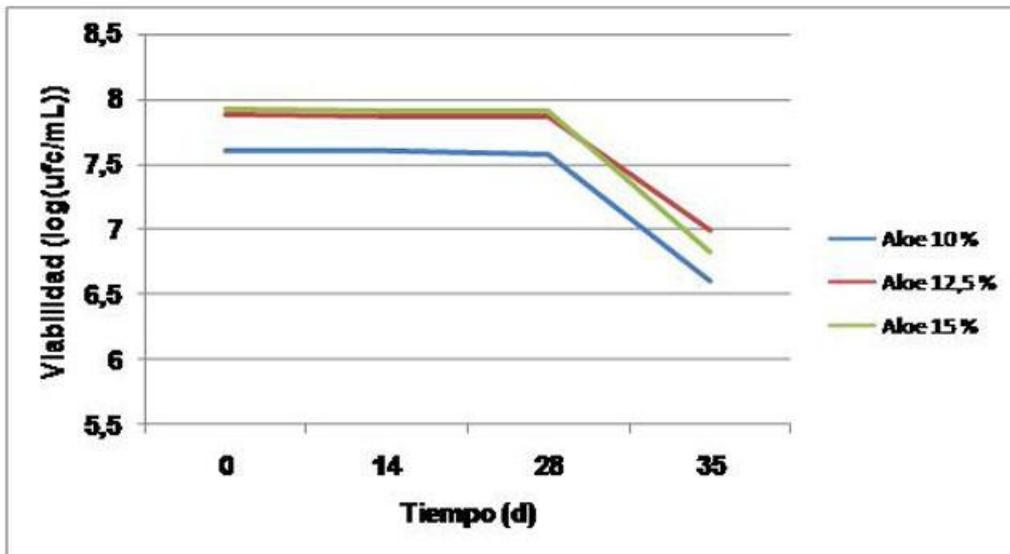


Fig. 3 Comportamiento de la viabilidad de las tres formulaciones de leche fermentada durante el almacenamiento refrigerado

La viabilidad se mantuvo prácticamente constante desde el inicio del almacenamiento con valores de log (ufc/mL) por encima de 7,5 hasta los 28 días. Al cabo de los 35 días este indicador alcanzó valores por debajo del mínimo terapéutico, durante la última semana disminuyó de forma gradual.

Este resultado demuestra que la leche fermentada con jugo de aloe puede ser almacenada en refrigeración por un período de 28 días.

La evaluación sensorial de las tres formulaciones de leches fermentadas durante los primeros 28 días de conservación, obtuvieron el calificativo de bueno por el 100 % de los jueces entrenados, el mismo se mantuvo hasta los 35 días para las formulaciones con 10,0 y 12,5 % de aloe; la formulación con 15 % de jugo de aloe presentó una ligera sinéresis y fue evaluada de aceptable. A pesar de haber alcanzado una evaluación de aceptable (15,0 % aloe), este resultado es positivo pues en ocasiones la presencia de suero o la aparición de sabores extraños en este tipo de producto fermentado son las causas más frecuentes de rechazo. Las tres formulaciones mantuvieron una calidad adecuada de estos indicadores durante los 35 días de conservación, por lo que la leche fermentada con jugo de *Aloe vera* puede ser elaborada con dosis de jugo entre 10,0 y 15,0 % con 3 % de cultivo, manteniendo durante el almacenamiento los indicadores de calidad establecidos para este tipo de producto.

En la tabla 5, se presentan los resultados de la evaluación de las propiedades reológicas del coágulo de las leches fermentadas con y sin jugo de aloe, las

leches fermentadas con la adición del jugo de aloe tuvieron un incremento significativo de la firmeza del coágulo y la viscosidad al ser comparadas con el producto sin jugo de aloe (firmeza aumento de 3,55 a 4,8 veces y viscosidad de 1,70 a 2,3 veces).

Tabla 5
Firmeza y viscosidad del coágulo de las leches fermentadas con y sin adición de jugo

Dosis de jugo de Aloe (%)	Firmeza (N)		Viscosidad (mPa.s)	
	Valor medio	Desviación estándar	Valor medio	Desviación estándar
0	0,58 (a)	0,07	800,0 (a)	40,0
10,0	2,06 (b)	0,09	1 363,3 (b)	81,4
12,5	2,57 (c)	0,20	1 700,0 (c)	150,9
15,0	2,80 (c)	0,01	1 853,0 (c)	50,33

Leyenda: Letras diferentes indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Este comportamiento en las propiedades reológicas analizadas tienen su justificación por la presencia de los polisacáridos presentes en el gel de *Aloe vera*, como son glucomananos y acemananos que poseen una excepcional capacidad de captar agua para formar soluciones con alta viscosidad /11/.

El aumento de la viscosidad y la firmeza por la adición de jugo de aloe contribuye a la estabilidad del producto final evitando así la aparición de la sinéresis.

Las figuras 4 y 5 muestran, en forma comparativa, el contenido de minerales de la leche fermentada sin jugo de aloe y el valor medio de la composición de las tres formulaciones analizadas con jugo de aloe. Como puede apreciarse en todos los casos la adición del jugo de aloe favoreció al producto, aumentando el contenido de estos minerales por la presencia de los mismos en el jugo.

En el caso de los minerales cinc, hierro y cobre este último fue el que más se incrementó (2,4 veces) seguido del cinc (1,37 veces) y por último el hierro (1,24 veces).

El contenido de calcio en las leches fermentadas con aloe fue apreciable ya que normalmente este valor se encuentra desde 110 a 120 mg/100 g; en este caso el incremento fue de 1,35 veces y en el caso del magnesio de 1,59 veces.

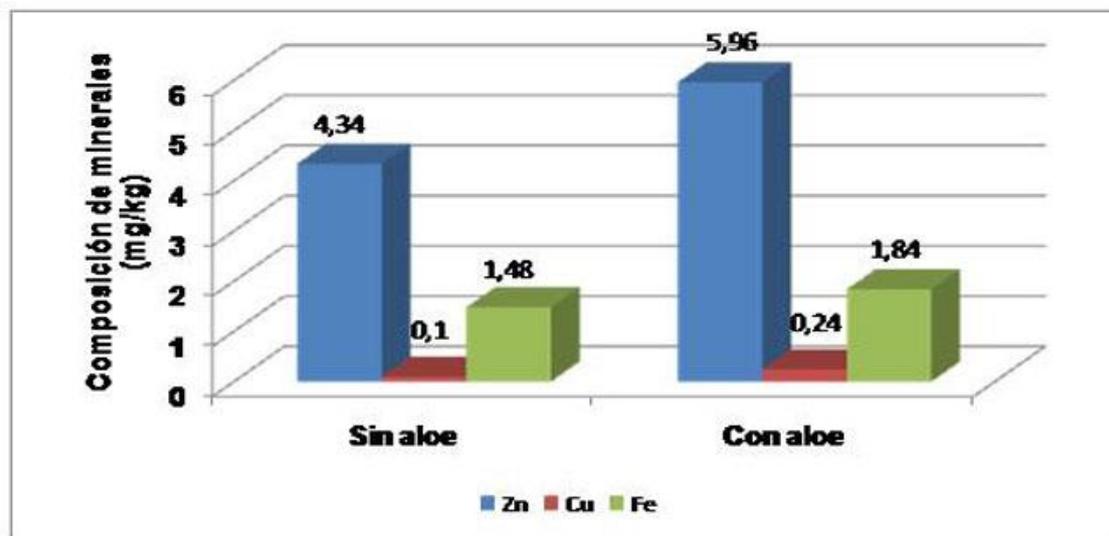


Fig. 4 Composición de minerales (mg/kg) en leche fermentada con y sin jugo de Aloe

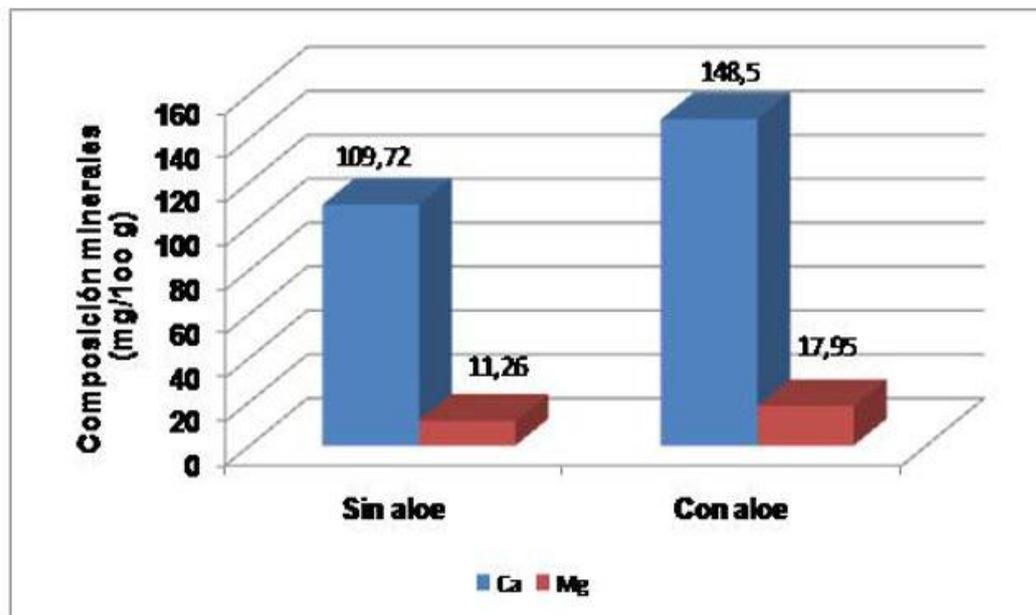


Fig. 5 Composición de minerales (mg/100 g) en leche fermentada con y sin jugo de Aloe

Respecto a estos resultados no se han encontrado valores reportados en la literatura consultada.

La tabla 6, muestra la ficha descriptiva de los descriptores definidos por jueces expertos para este nuevo producto.

Para esta evaluación se utilizaron las formulaciones con 10,0 y 15,0 % de jugo para definir el comportamiento de estos descriptores en el intervalo de la dosis de jugo de aloe propuesto para la elaboración del producto. Como puede apreciarse, el producto presentó características muy particulares por la

presencia del jugo de aloe, como fue con relación al atributo textura en cuanto a viscosidad y característica cremosa, y ligeras diferencias por la dosis de aloe en los atributos aspecto y sabor. Estos resultados deben tenerse en cuenta para la evaluación sensorial de este producto en su fase comercial.

Tabla 6
Ficha descriptiva de las leches fermentadas con diferentes dosis de jugo de Aloe

Atributo	Características del producto	
	Jugo de Aloe 10,0 %	Jugo de Aloe 15,0 %
Aspecto	Color blanco homogéneo, coágulo firme	Color blanco homogéneo, coágulo firme, ligera sinéresis
Olor	A producto lácteo fermentado fresco, a guanábana	A producto lácteo fermentado fresco, a guanábana
Sabor	Lácteo fermentado, fresco, acidez ligera, a guanábana	Lácteo fermentado, fresco, acidez ligera, vegetal, típico a aloe, ligero amargor, a guanábana
Textura	Viscosa, cremosa, ligera filantez	Viscosa, cremosa, ligera filantez

Conclusiones

La leche fermentada con adición de jugo de Aloe vera puede ser elaborada con dosis de jugo entre 10 y 15 % con 3 % de cultivo presentando buenos atributos de calidad y una vida de almacenamiento de hasta 28 días.

La presencia del jugo de aloe en las leches fermentadas influyó significativamente en las propiedades reológicas del coágulo, la firmeza y la viscosidad aumentaron y actuó como agente fortificante en los minerales: cinc, cobre, hierro, calcio y magnesio que se incrementaron con respecto al producto sin aloe.

La leche fermentada con jugo de aloe es un nuevo producto que presentó descriptores diferentes con relación a la leche fermentada sin aloe, resaltando su textura viscosa y cremosa y ligera filantez con sabor ligero a jugo de Aloe vera.

Bibliografía

FÁLDER, A. "Leche y productos lácteos. Distribución y consumo". *Enciclopedia de los Alimentos*. España: MERCASA, 2003, vol. 67, p. 117-133.

TAMIME, A. Y, *et al.* *Yoghurt science and technology*. CRC Press LLC. 2000. 606 p. ISBN: 0-8493-1785-1.

OFICINA NACIONAL DE NORMALIZACIÓN. *Leches Fermentadas. Especificaciones*. NC-TS 457. La Habana. 2007.

LATHAN, M. *La nutrición humana en el mundo en desarrollo*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Roma, 2002.

GÖSTA, M. *Manual de Industrias Lácteas*. Ed. Teknotext AB. Suecia, 1996.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN; ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. *Informe del 25 Período de Servicios de la Comisión del Codex Alimentarius sobre la leche y productos lácteos*. Food Agriculture Organization. Roma, 2003.

AZAÏS-BRAESCO, V, *et al.* "Not all lactic acid bacteria are probiotics, but some are". *British Journal of Nutrition*. 2010, vol. 103, p. 1079-1081.

MARQUINA, D. *Probióticos, prebióticos y salud*. Departamento de Microbiología III, Facultad de Biología, Universidad Complutense, Madrid, 2000.

CODEX ALIMENTARIO. *Norma del Codex para leches fermentadas*. Codex Stan 243. 2003.

WIKIPEDIA. *Aloe vera* [Consultado el 15 enero de 2012]. Disponible en línea <http://www.es.wikipedia.org/wiki/aloe-vera>.

VEGA, A., *et al.* "El Aloe vera (*Aloe barbadensis* Miller) como componente de alimentos funcionales". *Revista Chilena de Nutrición*. 2005, vol. 32, núm. 3, p. 208-214.

REYNOLDS, Tom. *Aloes. The genus aloe*. CRC Press LLC. 2004. ISBN: 0-415-30672-8

PARK, Young, *et al.* *New perspectives of aloe*. Seoul. Ed. Springer. 2006. 191 p. ISBN:10: 0-387-31799-6.

LARIONOVA, María, *et al.* "Estudio químico de los polisacáridos presentes en Aloe vera L. y Aloe arborescens Miller cultivados en Cuba". *Revista Cubana de Plantas Medicinales*. 2004, vol. 9, núm. 1.

CONTRERAS PINZÓN, M. "Proceso de biotransformación láctica de jugo de aloe". *Tecnología Ciencia y Educación (IMIQ)*. 2007, p. 35-42.

GONZÁLEZ, B., *et al.* "Aloe vera como sustrato para el crecimiento de *L. plantarum* y *L. casei*." *Revista Ciencia y Tecnología Alimentaria*. 2008, vol. 6, p. 152-157.

HE, Q., *et al.* "Quality and safety assurance in the processing of *Aloe vera* gel juice". *Food Control*. 2005, vol. 16, núm. 2, p. 95-104.

OFICINA NACIONAL DE NORMALIZACIÓN. *Leche. Determinación de acidez*. NC 71. La Habana. 2000.

OFICINA NACIONAL DE NORMALIZACIÓN. *Yogur. Determinación de la acidez titulable. Método potenciométrico*. NC ISO 11869. La Habana, 2006.

OFICINA NACIONAL DE NORMALIZACIÓN. *Contaminantes metálicos*. NC 23- 32. La Habana, 1981.

OFICINA NACIONAL DE NORMALIZACIÓN. *Enumeración de coliformes*. NC ISO 4832. La Habana, 2002.

OFICINA NACIONAL DE NORMALIZACIÓN. *Enumeración de levaduras y mohos*. NC ISO 7954. La Habana, 2002.

MINISTERIO DE LA INDUSTRIA ALIMENTICIA. *Determinación de viabilidad en placa con medio Agar MRS* NRIAL 065. La Habana, 2008.

DUARTE, Cira, *et al.* "Combinación de métodos para evaluar la calidad sensorial de helados Nestlé". En: *Memorias XII Conferencia Internacional sobre Ciencia y Tecnología de los Alimentos*. (Palacio de las Convenciones de Cuba, 13-17 de mayo de 2013). 2013, p.859-863, ISBN: 978 959 7003 42 7

OFICINA NACIONAL DE NORMALIZACIÓN. *Directivas generales para el diseño de los locales de evaluación*. NC ISO 8589. La Habana, 2010.

ESPINOSA, J. M. *Evaluación sensorial de los alimentos*. La Habana, Editorial Universitaria, 2007, 97 p. ISBN: 978-959-16-0539-9

OFICINA NACIONAL DE NORMALIZACIÓN. *Guía general para el establecimiento de un perfil sensorial*. NC ISO 11035. La Habana, 2008.

DIRECCIÓN BIOTECNOLOGÍA. ICIDCA. *Determinación simultánea por CLAR de mono, disacáridos y glicerol*. PNO-B-En-22. Manual de procedimientos en el departamento de Bioquímica, La Habana, Cuba, 2008.