

ENCAPSULACIÓN DE

SÁBILA (ALOE)

Y SU EFECTO DURANTE LA INCUBACIÓN DE YOGUR

POR: PARRA HUERTAS, Ricardo Adolfo

RESUMEN

El yogur es un derivado lácteo de amplio consumo mundial al igual que el aloe vera. Ambos productos han tenido reportes de tener propiedades que aportan salud al ser humano. Es por lo anterior que en este trabajo se propuso como objetivo determinar el efecto de la adición de cápsulas con aloe vera durante el tiempo de incubación, en la elaboración de yogur. Para ello se encapsuló aloe vera en alginato de sodio en dos concentraciones diferentes, 1% y 2%, adicionándose estas cápsulas desde el momento de la incubación y para evaluar el efecto de la adición de las cápsulas se comparó con un yogur que no las contenía. A estas muestras se les determinó: pH, acidez, recuento de bacterias ácido lácticas, evaluación sensorial y análisis químico proximal. Los resultados indicaron que los valores de pH y acidez tuvieron un comportamiento similar entre sí y característico del yogur durante la incubación. El recuento de bacterias ácido lácticas indicó que el tratamiento que contenía cápsulas con 2% de alginato de sodio presentó mayor recuento. Sensorialmente los tres tratamientos lograron una aceptabilidad favorable, el análisis químico proximal tuvo valores favorables. En conclusión, los análisis mostraron la viabilidad de encapsular aloe vera en la elaboración de yogur durante el tiempo de incubación sin que la concentración de alginato de sodio afectara sus propiedades.

Palabras clave: alimento, encapsulación, extrusión, fructosa.

ABSTRACT

The yogurt is milk derivative highly consumed around the world, as well as aloe vera. Both have reports to contribute to human health. The purpose of this research is to determine the effect of the addition of capsules with aloe vera during the incubation of yogurt. Aloe vera was encapsulated in alginate at two different concentrations, 1% and 2%, adding the capsules from the moment of incubation and comparing the effect of the addition of capsules with the non-addition of them. For these samples were determined: pH, acidity, syneresis, lactic acid bacteria count, sensory evaluation and proximate analysis. The results indicated that for the three treatments pH values and acid behaved similarly to each characteristic of the yogurt during incubation. The lactic acid bacteria count indicated that treatment with capsules containing 2% sodium alginate had higher counts. Sensorially, three treatments had a favorable acceptability; proximate analysis had favorable values. In conclusion, the tests showed the viability of encapsulated aloe vera in the manufacture of yogurt during incubation time without being affected by the concentration of sodium alginate.

Keywords: encapsulation, extrusion, food, fructose.

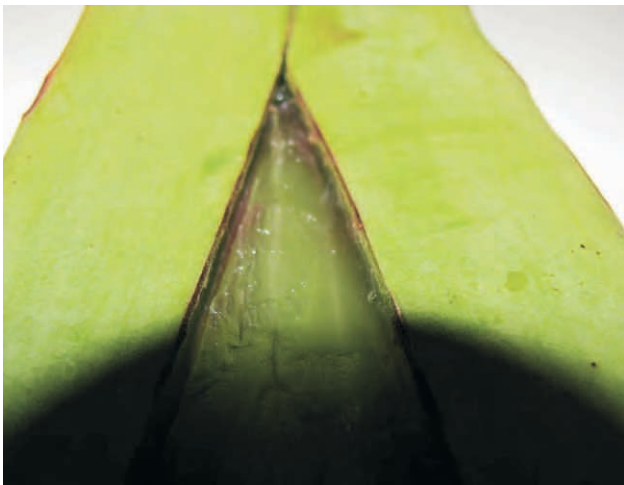
A close-up photograph of several sliced pieces of aloe vera leaves. The slices are arranged in a slightly overlapping manner, showing the thick, clear, gelatinous inner pulp and the thin, green outer skin. The lighting is bright, highlighting the texture of the gel and the serrated edges of the leaves.

E VERA)

ENCAPSULATION OF ALOE VERA AND ITS EFFECT DURING YOGUR INCUBATION

Msc. Química de Alimentos. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia
E mail: ricardo.parra@uptc.edu.co

Recibido: 04 de junio de 2014
Aceptado para publicación: 17 de septiembre de 2014
Tipo: Revisión



INTRODUCCIÓN

Se ha observado *in vitro* e *in vivo* que los productos lácteos fermentados con bacterias ácido lácticas (BAL) como el yogur tiene propiedades funcionales porque ayudan a incrementar la habilidad del cuerpo para resistir la invasión de patógenos y mantener bien la salud del huésped. Otras aplicaciones de las BAL incluyen: prevención de enfermedades urogenitales (candidiasis vaginal), protección y prevención contra la diarrea, control de enfermedades inflamatorias del intestino como la enfermedad de Crohn y pouchitis, síndrome del intestino irritable (Hui, 1993; Ranadheera *et al.*, 2010; Parra, 2012), alivio de los síntomas de intolerancia a la lactosa, reducción del colesterol y reducción de la presión arterial, producción de enzimas, estabilización de la microflora, reducción del riesgo de algunos cáncer, especialmente el de colon (Ruíz & Ramírez, 2009; Lyer *et al.*, 2010), prevención y control de alergias alimentarias (Cagigas & Blanco, 2002), prevención y tratamiento de úlcera gástrica causada por *Helicobacter pylori* (Baroutkoub *et al.*, 2010).

Respecto a los alimentos funcionales la Academia Nacional de Ciencia de los Estados Unidos ha definido los alimentos funcionales como "cualquier alimento o ingrediente

alimenticio modificado, que pueda proporcionar un beneficio a la salud superior al de los nutrientes tradicionales que contiene". A lo largo del tiempo se han utilizado muchos términos para identificar los alimentos funcionales, tales como alimentos de diseño, productos nutraceuticos, alimentos genéticamente diseñados, farmalimentos, vitalimentos, fitoalimentos/fitonutrientes, alimentos de alto rendimiento, alimentos inteligentes, alimentos terapéuticos, alimentos de valor añadido, alimentos genómicos, prebióticos/probióticos, alimentos superiores, alimentos hipernutritivos, alimentos reales (Cortés *et al.*, 2005).

La planta de Aloe vera o sábila, es originaria de África, específicamente de la península de Arabia. En la actualidad, se aplica en muchos lugares del mundo en la medicina moderna para tratar múltiples enfermedades, además de ser empleada en la industria cosmetológica, farmacéutica y alimentaria (Ferraro, 2009).

La parte más utilizada de esta planta son las hojas, donde se extrae la porción carnosa, mucílagos incoloros e inodoros, conocidos comúnmente por el nombre de cristal. Esta estructura presenta acción cicatrizante, antiinflamatoria, antifúngica, protectora de la piel, propiedades gastroprotectoras, además presenta propiedades bactericidas, laxantes y actúa como agente desintoxicante (Rodríguez *et al.*, 2006; Choi & Chung, 2003).

La fructosa es un edulcorante natural que fue introducido como un sustituto del azúcar de mesa a mediados de los años 70. Inicialmente, entre las ventajas del uso de la fructosa, se destacó el hecho de no ejercer un efecto significativo sobre la glicemia (con un índice glicémico de 20 en comparación con un índice glicémico de 100 para la glucosa) o la insulinemia, así tampoco sobre la producción de ácidos grasos y triglicéridos. A partir de esta y otras consideraciones, la fructosa fue incorporada en la elaboración de productos alimenticios y es utilizada actualmente como edulcorante en alimentos preparados (Esquivel & Gómez, 2007).

La principal fuente de fructosa a nivel de la industria de alimentos es el jarabe de maíz alto en fructosa, el cual se adiciona en gran cantidad de alimentos como cereales de desayuno, postres, repostería, helados, confites, jugos, bebidas azucaradas y refrescos gaseosos (Esquivel & Gómez, 2007).

Según Araneda & Valenzuela (2009) la encapsulación se puede definir como una técnica por la cual gotas líquidas, partículas sólidas o gaseosas, son cubiertas con una película polimérica porosa para contener conteniendo una sustancia activa.

Según Parra (2010) las ventajas de la encapsulación son: protección de los materiales encapsulados de factores como calor y humedad permitiendo mantener su estabilidad y viabilidad. Las microcápsulas, ayudan a que los materiales alimenticios empleados resistan las condiciones de procesamiento y empaque mejorando sabor, aroma, estabilidad, valor nutritivo y apariencia de sus productos.

La técnica de extrusión es el método más antiguo y común para elaborar cápsulas con adición de microorganismos o sustancias, esta técnica consiste en: mezclar alginato

de sodio y la sustancia a encapsular; a continuación, esta mezcla se pasa a una jeringa y se elaboran las cápsulas por medio del goteo de esta mezcla en una solución de cloruro de calcio, que conllevan una gelificación (Cook *et al.*, 2012). El tamaño y la forma de las cápsulas dependen del diámetro de la aguja y de la distancia de caída libre, respectivamente. Este método es el más popular debido a su facilidad, simplicidad, bajo costo y condiciones de formulación (Krasaekoopt *et al.*, 2003).

Teniendo en cuenta lo anterior, el objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la adición de cápsulas con gel de sábila (Aloe vera), modificando la concentración de pared encapsulante durante el tiempo de incubación, en la elaboración de yogur, evaluando la concentración del agente encapsulante y caracterizando fisicoquímica, microbiológica, proximal, nutricional y sensorialmente.

METODOLOGÍA

Esta investigación se realizó en los laboratorios de Química de Alimentos de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, sede Tunja.

Materiales

Toma de muestras

Sábila: Se obtuvo del mercado local teniendo precaución su estado higiénico sanitario.

Leche líquida entera: Se utilizó leche líquida entera ultrapasterizada de marca reconocida.

Leche en polvo entera: Producto obtenido del mercado local de marca reconocida.

Fructosa: Se utilizó como agente edulcorante, se adquirió en un centro de insumos para alimentos.

Cultivo iniciador: Se utilizó un cultivo iniciador liofilizado que

contenía los microorganismos *Lactobacillus del brueckii*-subsp. *Bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*, los cuales fueron adquiridos de una marca reconocida disponible en el mercado.

Obtención del gel de aloe vera

Para este fin se utilizó la metodología sugerida por Domínguez *et al.* (2012) en la cual se realizaron cortes manuales a la hoja de sábila, fileteando el gel con un cuchillo aproximadamente de tamaño 2.5 cm abarcando su extremo superior y las partes laterales, el gel obtenido se licuó con aspas de acero. Este es el método más utilizado por proveer mejores rendimientos y mejor calidad del gel, pese a requerir mayor mano de obra. Se utilizó 1% del gel de sábila esterilizándose en autoclave durante 15 minutos.

Reactivos

El alginato de sodio de marca grindsted® y el cloruro de calcio marca rainsa®, utilizados para la encapsulación se adquirieron de grado alimentario.

Encapsulación de gel de sábila en alginato de sodio por la técnica de extrusión

Para la encapsulación del gel de sábila se tuvo en cuenta la metodología de Kumary Singh (2007) y Sultana *et al.*, (2000) con algunas modificaciones donde sugirió utilizar 0,1 Molar de cloruro de calcio y 2% de alginato de sodio como agente encapsulante. De igual manera, Woraharn *et al.*, (2010), utilizaron alginato de sodio como pared encapsulante en concentraciones de 1,0 % (p/v), para evaluar el efecto de la encapsulación de aloe vera en la elaboración de yogur se tuvieron en cuenta tres tratamientos:

El primer tratamiento consistió en la elaboración de



cápsulas a partir de 1% de alginato de sodio como pared encapsulante que contenía 1% de aloe vera, estas cápsulas fueron añadidas posteriormente a la mezcla de leche con fructosa, leche en polvo y cultivo iniciador durante la incubación en la elaboración de yogur. Este tratamiento se denominó concentración 2 (C2).

El segundo tratamiento consistió en la elaboración de cápsulas a partir de 2% de alginato de sodio como pared encapsulada que contenían 1% de aloe vera, cápsulas que fueron añadidas posteriormente a la mezcla de leche con fructosa, leche en polvo y cultivo iniciador durante la incubación en la elaboración de yogur. Este tratamiento se denominó concentración 1 (C1).

Al tercer tratamiento no se añadieron cápsulas durante la incubación del yogur. A este tratamiento se llamó concentración 0 (C0).

Elaboración de yogur. Para la elaboración del yogur se tuvo en cuenta la metodología desarrollada por Parra (2013) con algunas modificaciones. Se mezcló 3% de leche en polvo, 6% de fructosa como agente edulcorante y 1% de cultivo iniciador en 3 litros de leche de vaca entera. La mezcla anterior se dividió en tres partes iguales, cada una correspondía a una concentración mencionada anteriormente. Para cada hora y durante el experimento se utilizó una muestra de cada tratamiento envasada en recipientes de plástico con tapa de 300 ml de capacidad de volumen adicionándose 1% de cápsulas, exceptuando la concentración 0 a la cual no se añadieron cápsulas.

Cada uno de los tres tratamientos y en sus respectivos envases, fueron llevados a 40°C, en una incubadora donde se evaluó pH y acidez cada hora durante 5 horas; al final del experimento se realizó una evaluación sensorial, proximal y microbiológica de cada uno de los tres tratamientos.

MÉTODOS

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO. Los análisis físicoquímicos se realizaron cada hora desde la inoculación hasta que las muestras alcanzaran pH de 4,5, de acuerdo con lo recomendado por Parra *et al.*, (2011) durante la incubación de yogur sin agitación; se realizaron los siguientes análisis sobre la muestra:

Acidez: se determinó teniendo en cuenta el método adaptado por la A.O.A.C. 31.231/84, 942.15/90. Se utilizó hidróxido de sodio 0,1N como agente titulante, tomando una muestra de 10 ml y utilizando como indicador fenolftaleína a una concentración del 1% (AOAC).

pH: se utilizó un pH-metro previamente calibrado y se realizó la medición teniendo en cuenta el método adaptado de la A.O.A.C. 31.231/84.

El pH se determinó utilizando un pH-metro digital marca Hanna, introduciendo el electrodo hasta lectura constante el electrodo fue calibrado con soluciones buffer de pH 7 y 4.

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO. La enumeración viable de células de BAL fue realizada por estimación de unidades formadoras de colonias en agar MRS durante la hora 1, 4 y 5 de

incubación de yogur a 45°C según metodología de Shori & Baba (2012).

ANÁLISIS SENSORIAL. Se realizó a un grupo de 25 panelistas no entrenados, evaluando color, sabor, consistencia, aroma y aceptación general, a través de una escala hedónica de 5 puntos teniendo en cuenta la metodología sugerida por Blanco *et al.*, (2006).

ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL. El análisis proximal se realizó al final del periodo de incubación, a los tres tratamientos con los siguientes análisis:

Determinación de humedad en peso seco: se llevó a cabo por el método gravimétrico 930.15/90 de la AOAC con algunas modificaciones. Se pesaron aproximadamente dos gramos (2g) de muestra en una cápsula de porcelana previamente pesada. Se calentó el producto a 105°C en una estufa durante 2 horas hasta peso constante. A continuación se colocó en el desecador hasta peso constante y se registró el peso final.

Determinación de cenizas: se realizó siguiendo el método 942.05/90 de la AOAC, secando previamente las muestras a 110 °C y posteriormente calcinándolas a una temperatura de 550 °C, hasta que las cenizas quedaron completamente grises.

Determinación de extracto etéreo: el ensayo se realizó utilizando el método 920.39/90 de la AOAC con algunas modificaciones.

Se deshidrataron las muestras de yogur en un recipiente de vidrio durante 24 horas a una temperatura de 100-105°C, los vasos y cartuchos del equipo soxhlet se dejaron desecar a estas mismas condiciones, se dejaron enfriar en el desecador y se registró su peso. Se colocó la muestra en el equipo soxhlet y se deja allí por un lapso de 4 horas, al finalizar la extracción de grasa se colocaron en la estufa a desecar los vasos hasta peso constante y se registra su peso.

Determinación de proteínas: Se efectuó mediante el método Kjeldahl de acuerdo con la técnica 955.04/90 (AOAC, 1990). A continuación se explicará la metodología seguida:

Pesar 1 g de yogur en balón microkjeldhal, adicionar 1 g de mezcla catalítica ($K_2SO_4 \cdot CuSO_4 \cdot 5H_2O$), colocar el balón en baño de hielo y agregar por las paredes 2.0 ml de ácido sulfúrico concentrado y 2ml de peróxido de hidrógeno al 30% v/v, someter las muestras a digestión, enfriar hasta temperatura ambiente y adicionar 25 ml de agua destilada, dejar enfriar nuevamente. A un matraz Erlenmeyer de 125 ml adicionar 8 ml de solución de ácido bórico al 4% p/v y 5 gotas de indicador mixto (rojo de metilo-azul de metileno). Colocar el matraz Erlenmeyer en el receptor de muestra destilada, teniendo cuidado que el extremo del condensador quede sumergido en la solución de ácido bórico al 4% p/v. Agregar al balón microkjeldhal que contiene la muestra 10ml de hidróxido de sodio al 50% p/v. Colocar en el destilador inmediatamente. Destilar un volumen entre 50 - 75 ml. Titular el contenido del matraz Erlenmeyer con ácido sulfúrico 0,02 N hasta que el indicador vire de verde a morado.

Fibra cruda: Se tomaron muestras previamente desengrasadas y se sometieron a digestión ácida en presencia de H_2SO_4 al 0,255 N y digestión alcalina en presencia de NaOH al 0,313 N. Para la determinación del porcentaje de fibra cruda fue utilizado el método 962.09/90 de la AOAC.

Carbohidratos: Se determinó por diferencia.

TRATAMIENTO ESTADÍSTICO

Se aplicó un diseño completamente aleatorio para determinar si hubo o no diferencia significativa entre las proporciones establecidas para los resultados obtenidos. Se realizó una ANOVA porque las variables cumplían con los supuestos estadísticos y fueron evaluados por la vía paramétrica. Se aplicó el programa estadístico en Excel. El análisis se hizo por duplicado con un nivel de confianza del 5%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Acidez

Los valores de acidez para los dos tratamientos de yogur con cápsulas que contenían aloe vera y yogur sin ellas se observan en la figura 1, en la cual se detalla que los valores de acidez hasta finalizar la incubación fueron muy similares en un intervalo 0,7-0,8% de ácido láctico. Estadísticamente no existe diferencias entre los tratamientos. Briceño *et al.*, (2001) en su investigación con yogur a partir de leche de vaca entera, reportaron valores en porcentaje de ácido láctico en un yogur al final de la incubación entre 0,9-1,2% de ácido láctico. La Norma Técnica Colombiana (NTC) 805 al respecto menciona que un yogur debe tener una acidez mínima de 0,6%.

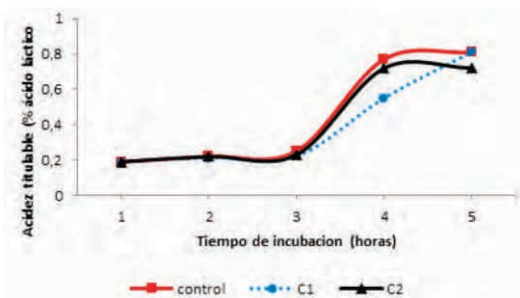


Figura 1. Comportamiento de acidez durante el periodo de incubación

pH

Los valores de pH durante la incubación en los tres tratamientos con yogur se presentan en la figura 2, en la cual se observa que no existen variaciones que oscilan entre 4,55 y 4,63 al final de la incubación. Estadísticamente no existe evidencia para afirmar que este parámetro tiene influencia en los tres tratamientos.

Estos resultados son similares a los presentados por Aguirre *et al.*, (2008) quienes investigaron el tiempo de incubación de un yogur, reportando a la hora 5 de incubación un valor de pH 4,5; Soukouliset al. (2007) obtuvieron en la hora 6 de incubación del yogur un valor de pH final de 4,3; Zareet

al. (2012) mencionaron que los cambios de pH son debidos al contenido de ácido láctico, Kailasapathy *et al.*, (2008) menciona que las variaciones bajas de pH son debido al contenido de ácido en el yogur, en este caso ácido láctico. La fructosa fue utilizada como fuente de energía por las bacterias ácido lácticas tal y como lo reportó Parra *et al.*, (2011) quienes utilizaron este edulcorante en la elaboración de yogur, demostrando comportamientos similares de pH y acidez en un yogur sin este endulzante y con fructosa.

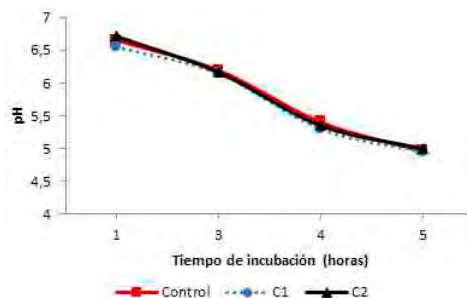


Figura 2. Comportamiento de pH durante el periodo de incubación

Análisis microbiológico

Estadísticamente no existen diferencias significativas entre los tratamientos, sin embargo, en la tabla 1 se observa que los diferentes tratamientos asociados al yogur tuvieron actividad por parte de las bacterias ácido lácticas, la concentración 2 mostró tener mayor actividad metabólica probablemente debido a que las cápsulas liberaron aloe vera y por consiguiente estimularon el metabolismo de las B.A.L, debido a que el aloe vera contiene vitaminas como ácido fólico, B1, B2, C y B3; minerales y carbohidratos como glucosa, xilosa, fructosa, galactosa entre otras (Domínguez *et al.*, 2012); la liberación del aloe vera contenido en la cápsula se debió probablemente a que la concentración 2 que equivale a 1% de alginato de sodio, la pared fue más débil, por lo tanto, ocurrió liberación del aloe vera. La NTC 805 menciona que un yogur debe tener un contenido mínimo de bacterias ácido lácticas log 7 UFC/ml; al respecto Kailasapathy (2006) menciona que en un yogur, el consumo diario mínimo de BAL debería ser log 8-9. Para ambos casos los resultados de la tabla 1 se encuentran bajo estos parámetros recomendados.

Tabla 1. Recuento de BAL para los tres tratamientos en las horas 1, 4 y 6 de incubación de yogur.

Hora de incubación	Control (ufc/ml)	C 1 (log UFC/ml)	C 2 (log UFC/ml)
1	6,04	6,04	6,04
4	8,07	7,44	8,44
6	8,2	7,86	9,07

Análisis sensorial

Se observa en la tabla 2 que la adición de cápsulas al yogur afectó las características sensoriales del yogur, además la muestra de yogur con mejor aceptación fue la concentración 2; caso contrario ocurrió con la concentración 1 donde el

sabor y consistencia no tuvo aceptación. Estadísticamente sí existen diferencias entre los tres tratamientos

Tabla 2. Evaluación sensorial de yogur para los tres tratamientos

Muestra	Color	Sabor	Consistencia	Aroma	Aceptación General
C 0	4	4	3	4	4
C 1	4	2	2	4	3
C 2	4	4	5	4	4

Análisis químico proximal

Se observa en la tabla 3 que los valores de los análisis proximales son similares para los tres tratamientos. Estadísticamente no existen diferencias entre los tres tratamientos. Este trabajo busca conocer las propiedades del yogur con cápsulas que contienen aloe vera para ver si se ajustan al yogur comercial dentro de las normas, teniendo en cuenta proteína y grasa. Al respecto la Norma Técnica Colombiana 805 menciona que contenido de grasa para un yogur elaborado con leche entera debe ser mínimo de 2,5% e igualmente para proteína el valor mínimo debe ser 2,5%.

Tabla 3. Análisis proximal de yogur para los tres tratamientos.

Muestra	Carbohidratos	Grasa	Fibra	Humedad	Proteína	Cenizas
C	9,69	3,67±0,05	0,41±0,07	79,82±0,01	2,71±0,02	3,711±0,03
C1	11,05	3,68±0,08	0,49±0,02	78,22±0,03	2,56±0,03	3,759±0,04
C2	10,91	3,61±0,06	0,56±0,05	78,71±0,03	2,62±0,01	3,713±0,03

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

pH

En la tabla 4 se observa que no existe evidencia estadística para afirmar que este parámetro tiene influencia en los tres tratamientos, por lo tanto la adición de cápsulas con aloe vera no afectó el pH durante el tiempo de incubación.

Tabla 4. Análisis de varianza para el pH

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico para F
Entre grupos	0,01465333	2	0,00732667	0,01013964	3,88529383
Dentro de los grupos	8,67092	12	0,72257667		
Total	8,68557333	14			

Acidez

En la tabla 5 se muestra que no existe evidencia estadística para afirmar que la acidez tiene influencia en los tres tratamientos, esto indica que durante el tiempo de incubación las cápsulas que contenían aloe vera no afectaron los valores de acidez para el yogur.

Tabla 5. Análisis de varianza para la acidez

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico para F
Entre grupos	0,00688	2	0,0034	0,041	3,885
Dentro de los grupos	1,00452	12	0,0837		
Total	1,0114	14			

Análisis microbiológico

En la tabla 6 se muestra que no existe evidencia estadística para afirmar que el recuento microbiológico para BAL tuvo influencia en los tres tratamientos, es decir, que las bacterias ácido lácticas no se vieron afectadas durante su metabolismo en el tiempo de incubación con las cápsulas que contenían aloe vera.

Tabla 6. Análisis de varianza el recuento microbiológico.

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico para F
Entre grupos	0,81806667	2	0,40903333	0,248820	5,14325285
Dentro de los grupos	9,86333333	6	1,64388889		
Total	10,6814	8			

Análisis químico proximal

No existe evidencia estadística para afirmar que el análisis químico proximal tiene influencia en los tres tratamientos, es decir, que las cápsulas no proporcionaron valor nutritivo al yogur durante el tiempo de incubación.

Tabla 7. Análisis de varianza el análisis químico proximal.

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico para F
Entre grupos	0,01158578	2	0,00579289	6,151E-06	3,68232034
Dentro de los grupos	14126,6613	15	941,777421		
Total	14126,6729	17			

Evaluación sensorial

En la tabla 8 se puede observar que sí existe evidencia estadística para afirmar que la evaluación sensorial tiene influencia en los tres tratamientos para el yogur. Lo anterior indica que el aloe vera proporcionó características sensoriales diferentes al yogur que no las contenía.

Tabla 8. Análisis de varianza para la evaluación sensorial.

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico para F
Entre grupos	3,73333333	2	1,86666667	4	3,88529383
Dentro de los grupos	5,6	12	0,46666667		
Total	9,33333333	14			

CONCLUSIONES

En esta investigación se concluyó que el tiempo de incubación en la elaboración de yogur no afectó los tres tratamientos e igualmente las diferentes concentraciones de alginato de sodio no afectaron drásticamente al aloe vera encapsulado durante el tiempo de incubación. El pH, la acidez, el análisis proximal, el análisis sensorial y el análisis microbiológico tuvieron un comportamiento similar para los tres tratamientos durante el tiempo de incubación en la elaboración de yogur y a su vez este comportamiento es el esperado para un yogur. Estadísticamente se mostró que, a excepción de la evaluación sensorial, todas las variables no tuvieron diferencias significativas en los tres tratamientos.

BIBLIOGRAFÍA

Aguirre, E., Galarza, M., Uribe, A., Ríos, M., López, F., Hernández, M. & Álvarez, M. (2008). Effect of mixing during fermentation in yogurt manufacturing. *Journal Dairy Science*, 91, 4454–4465.

ASSOCIATION OF OFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. (1990). *Official Methods of Analysis*. Virginia, 1000-1050.

ASSOCIATION OF OFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. (1984). *Official Methods of Analysis*. Virginia, 1000-1050

Araneda, C. & Valenzuela, F. (2009). Microencapsulación de extractantes: una metodología alternativa de extracción de metales. *Revista Ciencia Ahora*, 22(11), 9-19.

Baroutkoub, A., Zamir, R., Beglarian, R., Hassan, J., Zahra, S., Seyed, M. & Mohammad, E. (2010). Effects of probiotic yoghurt consumption on the serum cholesterol levels in hypercholesteremic cases in Shiraz, Southern Iran. *Scientific Research and Essays*, 5, 2983-2986.

Blanco, S., Pacheco, E., & Frágenas, N. (2006). Evaluación física y nutricional de un yogurt con frutas tropicales bajo en calorías. *Revista Facultad Agronomía (Maracay)*, 32, 131-144.

Briceño, A., Martínez, R. & García, K. (2001). Viabilidad y actividad de la flora láctica (*Streptococcus salivarius* ssp. *thermophilus* y *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus*) del yogurt en Venezuela. *Acta Científica Venezolana*, 52, 46–54.

Cagigas, R. & Blanco, J. (2002). Prebióticos y probióticos, una relación beneficiosa. *Revista Cubana Alimentación y Nutrición*, 16, 63-68.

Cook, M., Tzortzis, G., Charalampopoulos, D. & Khutoryanskiy, V. (2012). Review Microencapsulation of probiotics for gastrointestinal delivery. *Journal of Controlled Release*, 162, 56-67.

Cortés, M., Chiralt, B. & Puente, L. (2005). Alimentos funcionales: historia con mucho presente y futuro. *Vitae, Revista de la Facultad de Química Farmacéutica*, 12, 5-14.

Choi, S. & Chung, M. (2003). A review on the relationship between aloe vera components and their biologic effects. *Seminars in Integrative Medicine*, 1, 53-62.

Domínguez, R., Arzate, R., Chanona, J., Welti, J., Alvarado, J., Calderón, G., Garibay, V. & Gutiérrez, G. (2012). El gel de aloe vera: estructura, composición química, procesamiento, actividad biológica e importancia en la industria farmacéutica y alimentaria. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 11(1), 23-43.

Esquivel, V. & Gómez, G. (2007). Revisión: implicaciones metabólicas del consumo excesivo de fructosa. *Revista AMC*, 49(4), 198-202.

Ferraro, G. (2009). Revisión de aloe vera (*barbadensis* miller) en la dermatología actual. *Revista Argentina de Dermatología*, 90, 218-223.

Hui, Y. (1993). *Dairy Science and Technology Handbook, Product Manufacturing*. Vol. 2. Washington: VCH Publishers.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. (2005). NTC 805. *Productos lácteos. Leches fermentadas*.

Kailasapathy, K. (2006). Survival of free and encapsulated probiotic bacteria and their effect on the sensory properties of yoghurt. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie*, 39, 1221-1227.

Kailasapathy, K., Harmstorf, I. & Phillips, M. (2008). Survival of *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium animalis* ssp. *lactis* in stirred fruit yogurts. *Food Science and Technology*, 41, 1317-1322.

Kumar, A. & Singh, H. (2007). Review recent advances in microencapsulation of probiotics for industrial applications and targeted delivery. *Trends in Food Science & Technology*, 18, 240-251.

Krasaekoopt, W., Bhandari, B. & Deeth, H. (2003). Evaluation of encapsulation techniques of probiotics for yogurt. *International Dairy Journal*, 13(1), 3-13.

Lyer, R., Tomar, S., Kapila, S., Mani, J. & Singh, R. (2010). Probiotic properties of folate producing *Streptococcus thermophilus* strains. *Food Research International*, 43, 103-110.

Parra, R. (2013). Efecto del té verde (*Camelliasinensis* L.) en las características fisicoquímicas, microbiológicas, proximales y sensoriales de yogurt durante el almacenamiento bajo refrigeración. *Revista Ilimentech Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 11(1), 56-64.

Parra, R. (2012). Yogur en la salud humana. *Revista Lasallista de Investigación*, 9 (2), 162-177.

Parra, R., Martínez, C. & Espinosa, J. (2011). Comportamiento fisicoquímico de stevia, fructosa, dextrosa y lactosa como endulzantes a diferentes concentraciones durante el tiempo de incubación en la elaboración de yogurt entero. *Bistúa: Revista de la Facultad de Ciencias Básicas*, 9, 15-20.

Parra, R. (2010). Revisión: Microencapsulación de Alimentos. *Revista Facultad Nacional de Agronomía*, 63, 5669-5684.

Ranadheera, R., Baines, S. & Adams, C. (2010). Review Importance of food in probiotic efficacy. *Food Research International*, 43, 1-7.

Rodríguez, I., Santana, O., Recio, O & Fuentes, M. (2006). Beneficios del Aloe Vera I. (sábila) en las afecciones de la piel. *Revista Cubana de Enfermería*, 22, 1-5.

Ruiz, A. & Ramírez, A. (2009). Elaboración de yogurt con probióticos (*Bifidobacterium* spp. y *Lactobacillus acidophilus*) e inulina. *Revista Facultad Agronomía (LUZ)*, 26, 223-242.

Soukoulis, C., Panagiotidis, P., Koureli, R. & Tzia, C. (2007). Industrial Yogurt Manufacture: Monitoring of Fermentation Process and Improvement of Final Product Quality. *J. Dairy Sci*, 90, 2641-2654.

Sultana, K., Godward, G., Reynolds, N., Arumugaswamy, R., Peiris, P. & Kailasapathy, K. (2000). Encapsulation of probiotic bacteria with alginate-starch and evaluation of survival in simulated gastrointestinal conditions and in yoghurt. *International Journal of Food Microbiology*, 62, 47-55.

Shori, A. & Baba, A. (2012). Viability of lactic acid bacteria and sensory evaluation in *Cinnamomum verum* and *Allium sativum*-bio-yogurts made from camel and cow milk. *Journal of the Association of Arab Universities for Basic and Applied Sciences*, 11, 50-55.

Woraharn, S., Chaiyasut, C., Sirithunyalug, B. & Sirithunyalug, J. (2010). Survival enhancement of probiotic *Lactobacillus plantarum* CMU-FP002 by granulation and encapsulation techniques. *African Journal of Microbiology Research*, 4(20), 2086-2093.

Zare, F., Champagne, C., Simpson, B., Orsat, V. & Boye, J. (2012). Effect of the addition of pulse ingredients to milk on acid production by probiotic and yoghurt starter cultures. *Food Science and Technology*, 45, 155-160.

