

FUNCIONALIDAD DE LA GOMA DE *Enterolobium cyclocarpum* EN LA PREPARACIÓN DE YOGURT LÍQUIDO SEMI-DESCREMADO

Functionality of *Enterolobium cyclocarpum* Gum in the Preparation of Liquid Low Fat Yogurt

Fernando Rincón¹, Ana Oberto² y Gladys León de Pinto¹

¹Centro de Investigaciones en Química de los Productos Naturales, Facultad de Humanidades y Educación, Universidad del Zulia. Apartado 526. Maracaibo, Venezuela. E-mail: frincon@luz.edu.ve

²Postgrado en Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Facultad de Ingeniería, Universidad del Zulia. Maracaibo-Venezuela.

RESUMEN

Enterolobium cyclocarpum (Mimosaceae), especie localizada en Venezuela, produce goma con excelentes características físico-químicas y alto rendimiento. Se evaluó la funcionalidad de esta goma como aditivo en la preparación de yogurt líquido semi-descremado. Cinco tratamientos fueron aplicados, control (sin goma) y otros a diferentes concentraciones de goma (0,05; 0,10; 0,15; 0,20%). Las características físico-químicas del producto (grasa, sólidos no grasos, acidez láctica, pH, viscosidad, sinéresis) y las propiedades sensoriales fueron investigadas. Se aplicó un análisis estadístico (ANOVA). El producto, obtenido con la mayor concentración de goma (0,20%) difiere estadísticamente ($P < 0,05$) de aquellos obtenidos a las menores concentraciones de goma y del tratamiento control (sin goma). La goma ensayada (0,20%) proporcionó la viscosidad adecuada al yogurt, con bajo fenómeno de sinéresis y buena textura. Además, el producto exhibió los mejores atributos sensoriales, como lo indica el alto puntaje alcanzado: apariencia (6,98), sabor (7,12), textura (7,18) y aceptación (7,48). Estos resultados muestran una buena funcionalidad de la goma de *E. cyclocarpum* en la preparación de yogurt líquido semi-descremado.

Palabras clave: *Enterolobium cyclocarpum*, goma, aditivo, yogurt, viscosidad.

ABSTRACT

Enterolobium cyclocarpum (Mimosaceae), a specie located in Venezuela, produces gum with very interesting physico-

chemical characteristics and high yield. The functionality of this gum as additive in the preparation of low fat yogurt was tested. Five treatments were applied, e.i. control treatment and the other ones with different gum concentration (0.05, 0.10, 0.15, 0.20%). Physico-chemical characteristics (fat, not fat solids, lactic acidity, viscosity, syneresis) and sensory properties were researched. Statistical analysis (ANOVA) of the results was applied. The product found with the highest gum concentration (0.20%) differs statistically ($P < 0.05$) from those obtained with lower gum concentrations and with the control treatment (without gum). The gum tested (0.20%) provided a suitable viscosity for the yogurt, with corresponding low syneresis phenomenon and good texture. In addition, the product exhibited better sensory attributes, and exhibited the highest score for appearance (6.98), flavor (7.12), texture (7.18) and acceptability (7.48). These results showed good functionality for *Enterolobium cyclocarpum* gum in the preparation of low fat yogurt.

Key words: *Enterolobium cyclocarpum*, gum, additive, yogurt, viscosity.

INTRODUCCIÓN

La elaboración de productos alimenticios con bajo contenido energético, hoy en día, constituye una necesidad debido a la vinculación entre la cantidad y tipo de grasa consumida con el desarrollo de enfermedades cardiovasculares. El rendimiento obtenido de los productos lácteos depende del contenido de grasa de la leche [6, 7, 26]; la disminución de este parámetro afecta negativamente tanto el rendimiento como las propiedades organolépticas del producto final. Se ha ensayado el uso de carbohidratos y proteínas como sustitutos parciales de la grasa en la preparación de productos lácteos de bajo conte-

nido calórico. El uso de estos aditivos permite mejorar las características funcionales y la reducción del contenido calórico de estos alimentos [13, 15].

Las gomas, hidrocoloides, son aditivos esenciales en la industria alimentaria [14]. Su uso se ha reportado en la fabricación de productos lácteos y cárnicos con bajo contenido de grasa [3, 5, 11, 18, 22]. Las gomas de carraginas, alginatos, arábica, guar, algarroba, carboximetilcelulosa, karaya, empleadas como aditivos en la fabricación de quesos, disminuyeron la pérdida de humedad, incrementaron el rendimiento y mejoraron las propiedades organolépticas y físicas del producto [17, 20, 21]. El uso de los mencionados hidrocoloides en la preparación de helados, mejoró la estabilidad de la emulsión, evitó la formación de cristales de hielo de tamaño objetable, y proporcionaron además cuerpo, textura y cremosidad al producto [2, 8, 27, 29].

El yogurt, se obtiene por la fermentación de la leche o mezcla de ésta con derivados lácteos, mediante la acción de *Lactobacillus delbrueckii* spp *bulgaricus* y *Streptococcus salivarius* spp *thermophilus* [9]. Se ha reportado el uso de las gomas de carraginas, algarroba, guar, carboximetilcelulosa y mezcla de xantán y algarrobo, como aditivo en la preparación de yogurt [19, 20, 22]. El incremento de la viscosidad, como consecuencia de la presencia de estos hidrocoloides, proporciona características importantes al producto; reducen significativamente la sinéresis, mejora la textura y sus propiedades sensoriales [1, 22, 32]. Se ha observado que en sistemas lácteos la presencia de iones y otros solutos pueden influenciar tal efecto [12].

Las exigencias establecidas para obtener productos alimenticios terminados de primera calidad, con gran estabilidad, excelentes características de consumo y alto rendimiento están íntimamente relacionados con el uso de las gomas.

Enterolobium cyclocarpum, especie ampliamente diseminada en el país, produce goma con alto rendimiento (36 g/especimen/semana). Esta goma tiene interesantes propiedades analíticas y estructurales; es soluble en agua y exhibe una elevada viscosidad (100 mL/g) [24]. El polisacárido, aislado de la goma, contiene galactosa, arabinosa, ramnosa, ácido glucurónico y su 4-O-metil derivado. La cadena principal corresponde a un β -D(1 \rightarrow 3) galactán [25].

El presente estudio tiene por objeto evaluar la funcionalidad de la goma de *Enterolobium cyclocarpum* en la preparación de yogurt líquido semi-descremado.

MATERIALES Y MÉTODOS

Origen y purificación de la muestra

La goma de *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb se colectó de 10 especímenes localizados en el municipio Maraibo, sector los Olivos, estado Zulia. Se practicaron cortes a nivel del tallo, durante el período de sequía (enero-abril, 2003). El polímero producido se colectó cada siete días, se calentó

(35°C, 10 h) en una estufa Fisher modelo 348, con el objeto de facilitar su molienda. Se usó un molino de cuchillo tipo Sm1, motor monofásico, con tamiz 0,21 mm x 0,5 mm.

La goma previamente pulverizada se disolvió en agua destilada (3%), a temperatura ambiente. La solución resultante se filtró, dializó contra agua de chorro circulante durante 48 h y se liofilizó (-40°C, 133×10^{-3} mBar) para obtener la goma purificada. Se utilizó un liofilizador LABCONCO, Freezone 6.

Materias primas

Las materias primas (leche de vaca homogeneizada y parcialmente descremada), y los cultivos lácteos, fueron suministrados por Lácteos Cebú C.A, municipio San Francisco, estado Zulia, Venezuela.

Se utilizó un cultivo comercial liofilizado compuesto de cepas únicas de *Lactobacillus delbrueckii* spp *bulgaricus* y *Streptococcus salivarius* ssp *thermophilus*. (YC-380 Flex CHR-Hansen).

La goma liofilizada se pulverizó (licuadora eléctrica Oster) y se mezcló con maltodextrina en una proporción predeterminada (2:1) [29].

Formulación del yogurt líquido semi-descremado con goma de *E. cyclocarpum*

Se ensayaron cinco tratamientos en la preparación del producto, TABLA I: (A) control, sin goma y con la goma investigada a diferentes concentraciones B (0,05%); C (0,10%); D (0,15%) y E (0,20%).

Preparación del yogurt

Los productos se prepararon de acuerdo a los tratamientos que aparecen en la TABLA I. La mezcla (goma + maltodextrinas) se añadió en pequeñas porciones y con agitación constante, en un recipiente de acero inoxidable que contenía leche previamente homogeneizada y estandarizada (45°C). La mezcla se pasteurizó (87°C \pm 1°C/ 16"), se mantuvo en reposo hasta alcanzar una temperatura adecuada (42°C); se inoculó posteriormente con el cultivo liofilizado y se incubó en una estufa hasta alcanzar (pH 4,6); durante un tiempo de 4,3 h \pm 1h. Los productos obtenidos, contenidos en beaker de 4 L, se colocaron en bandejas con agua fría y hielo para enfriar el sistema (10 \pm 1°C). El mezclado se realizó a 60 rpm, utilizando un agitador de una salida y se refrigeró (4°C/ 24h \pm 1h).

Caracterización físico química del yogurt

Los parámetros físico-químicos (Grasa, sólidos no grasos, acidez láctica y pH) fueron determinados por los métodos establecidos en la Norma Venezolana para yogurt [9].

Determinación de la viscosidad

Las mediciones se realizaron a temperatura ambiente (22°C) en un viscosímetro Brookfield, modelo DVII+, versión

3.0, con aguja número 3 y velocidad de corte de 60 rpm. Los valores obtenidos se expresaron en centipoise (cps).

Determinación de sinéresis, %

El yogurt (30 g) se centrifugó (6660 rpm, 10 min, a $8 \pm 1^\circ\text{C}$), en una centrifugadora IEC modelo HNSII, 120 V, 60Hz. El sobrenadante (suero) se filtró y pesó. Las mediciones se realizaron a los 7 días, después de la obtención del producto.

Evaluación sensorial

La prueba aplicada (punto o calificación) consistió en la presentación simultánea de 5 muestras, debidamente codificadas; se evaluaron cuatro características (apariencia, sabor, textura (consistencia) y aceptación) de los productos elaborados con los tratamientos que se muestran en la TABLA I. Las muestras (100 mL), se conservaron en una nevera (8°C , 10 h \pm 2h), antes de ser servidas al panel. La evaluación se realizó en cabinas individuales por 25 panelistas semi-entrenados, y se aseguró que los catadores se lavaran la boca con agua después de cada catación.

Análisis estadístico

El diseño experimental correspondió a un bloque al azar, con seis repeticiones para cada tratamiento. Un análisis de varianza (ANOVA) se aplicó para evaluar el efecto de la goma de *E. cyclocarpum* sobre las propiedades físicas (viscosidad, y sinéresis) y las características sensoriales (apariencia, sabor, textura), así como la aceptación del producto. La comparación de las medias se realizó por el método de Tukey, con un nivel de significancia (0,05), a través del procedimiento lineal generalizado (GLM) del paquete estadístico SAS [31]. Se aplicó además un análisis de correlación de Pearson para determinar el grado de correlación entre las variables dependientes en estudio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los contenidos de grasa, sólidos no grasos, acidez láctica y el pH de los productos elaborados, presentan un comportamiento definido, independientemente de la concentración de la goma ensayada, TABLA II, y se corresponden con

TABLA I
FORMULACIÓN DEL YOGURT LÍQUIDO SEMI-DESCREMADO

| Ingredientes | % p/p |
|---------------------|---------|
| Leche | 99, 92 |
| Cultivo liofilizado | 0,025 |
| Goma ^a | 0 – 0,2 |
| Total | 100 |

Formulación para preparar 20 L. ^aCinco tratamientos: A (control, sin goma) y otros con diferentes concentraciones de goma B (0,05%), C (0,10%), D (0, 15); E (0,20).

los valores estándares establecidos para yogurt parcialmente descremado [9].

En la TABLA III, se observa el efecto de la goma de *E. cyclocarpum*, como aditivo sobre las características físicas del yogurt líquido semi-descremado. La viscosidad del producto incrementó a medida que aumentó la concentración de la goma ensayada. El producto obtenido a la mayor concentración (0,20%) tratamiento (E), difiere estadísticamente ($P < 0,05$) de aquéllos obtenidos a partir de los otros tratamientos (A-D). El valor de la viscosidad del producto obtenido por los tratamientos C (0,10%) y D (0,15%) no mostró diferencias significativas ($P > 0,05$); similar comportamiento mostró el control y el tratamiento B que corresponde a la menor concentración de la goma (0,05%). El comportamiento exhibido por el producto sugiere que a mayor concentración del aditivo se intensifica la propiedad que tienen las gomas de enlazar moléculas de agua entre los diferentes componentes del yogurt. La principal finalidad del uso de las gomas en sistemas lácteos es el incremento de la viscosidad; lo cual favorece la estabilidad física de estos productos, cuya fase dispersa es acuosa [4, 8, 16, 20]. La interacción polisacárido-proteína ocurre a través de los grupos específicos (hidrofilicos) de la goma con los grupos funcionales de la proteína, formando una red tridimensional, que contribuye a mejorar la estabilidad y uniformidad de la matriz caseínica del sistema [23, 28, 30, 33]. Las interacciones establecidas, a través de puentes de hidrógeno y/o fuerzas electrostáticas, están relacionadas con el número y distribución de los sitios activos de

TABLA II
CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DEL YOGURT LÍQUIDO SEMI-DESCREMADO

| Parámetros | Tratamientos ^a | | | | |
|----------------------|---------------------------|------|------|------|------|
| | A | B | C | D | E |
| Grasa, % | 1,28 | 1,30 | 1,30 | 1,30 | 1,30 |
| Sólidos no grasos, % | 9,90 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Acidez láctica, % | 0,88 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 |
| pH | 4,6 | 4,6 | 4,6 | 4,6 | 4,6 |

^aA (control, sin goma) y otros con diferentes concentraciones de goma B (0,05%), C (0,10%), D (0, 15%); E (0,20%).

TABLA III
CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD DEL YOGURT LÍQUIDO SEMI-DESCREMADO

| Tratamientos ^a | Viscosidad, cps | Sinéresis, % |
|---------------------------|----------------------|--------------------|
| A | 683,12 ^c | 49,78 ^d |
| B | 730,11 ^c | 26,20 ^c |
| C | 868, 70 ^b | 16,28 ^b |
| D | 896, 42 ^b | 15,85 ^b |
| E | 1088,00 ^a | 14,02 ^a |

^aA (control, sin goma) y otros con diferentes concentraciones de goma B (0,05%), C (0,10%), D (0, 15%); E (0,20%). Medias con letras diferentes en la misma columna difieren estadísticamente ($P < 0,05$).

los grupos carboxilos de los hidrocoloides, y con los grupos funcionales de la proteína y su carga total [10, 23, 30].

La evaluación del efecto de la goma de *E. cyclocarpum* sobre el contenido de suero expulsado, evidenció que el fenómeno de sinéresis disminuye significativamente al aumentar la concentración de la goma, TABLA III. El valor observado para el producto control (formulación sin goma) muestra diferencias significativas ($P < 0,05$), con los otros tratamientos ensayados, en presencia de goma a diferentes concentraciones.

La disminución de la sinéresis del producto, en presencia de la goma, se explica, probablemente, por la interacción de los ingredientes del sistema lácteo (polisacárido-proteína) en el proceso de formación de la matriz caseínica del yogurt; esta interacción, mejora notablemente las propiedades funcionales de las proteínas e inmoviliza el agua libre en el sistema [28, 30, 33]. Este comportamiento se ha observado para las gomas de carraginas, celulosa-micocristalina y en una mezcla de goma xantán/ algarrobo, las cuales redujeron significativamente el porcentaje de sinéresis en el yogurt [19, 22].

El análisis sensorial, TABLA IV, en general, excepto el tratamiento control (sin goma), mostró que el uso de la goma de *E. cyclocarpum* a diferentes concentraciones, aportó cuerpo y textura al producto final; sin embargo, la mejor textura se observó en el tratamiento correspondiente a la mayor concentración (0,20%). El aumento de la viscosidad limita la migración de las moléculas de agua al núcleo del sistema, lo cual incide favorablemente en la textura del producto elaborado [20, 22, 32].

No se evidenció diferencias significativas ($P < 0,05$) en el sabor de los yogurt obtenidos por los diferentes tratamientos, TABLA IV. La aceptación de los productos exhibió una correlación altamente positiva con la consistencia ($r = 0,97$), el sabor ($r = 0,96$) y con la apariencia ($r = 0,93$). El tratamiento (E), mayor concentración de la goma ensayada (0,2%), mostró los mejores atributos sensoriales, como lo indica el alto puntaje alcanzado, apariencia (6, 94), sabor (7, 12), textura (7, 18) y aceptación (7, 48).

**TABLA IV
EVALUACIÓN SENSORIAL DEL YOGURT LÍQUIDO
SEMI-DESCREMADO**

| Treatamientos | Apariencia ^a | Sabor ^b | Textura ^c | Aceptación ^d |
|---------------|-------------------------|--------------------|----------------------|-------------------------|
| A | 4,75 ^c | 6,95 ^a | 3,81 ^d | 4,92 ^c |
| B | 4,91 ^c | 6,98 ^a | 4,71 ^c | 5,08 ^c |
| C | 5,78 ^b | 7,01 ^a | 5,89 ^b | 6,12 ^b |
| D | 5,98 ^b | 7,10 ^a | 6,02 ^b | 6,28 ^b |
| E | 6,94 ^a | 7,12 ^a | 7,18 ^a | 7,48 ^a |

A (control, sin goma) y otros con diferentes concentraciones de goma B (0,05%), C(0,10), D (0, 15); E (0,20). Medias con letras diferentes en la misma columna difieren estadísticamente. ^aEscala a 8 punto: 8: excelente; 1: Pobre. ^bEscala a 8 punto: 8: me agrada extremadamente; 1: me desagradaba extremadamente. ^cEscala a 8 punto: 8: excelente; 1: pobre. ^dEscala a 8 puntos: 8 Lo acepto con agrado; 1: no lo acepto.

CONCLUSIONES

La investigación realizada evidenció la funcionalidad de la goma de *E. cyclocarpum* en la preparación de yogurt líquido semi-descremado, propiedad que podría ser aprovechada por las industrias procesadoras de productos lácteos y sus derivados. Este hecho tiene importancia económica y en tecnología de alimentos.

Los resultados obtenidos demostraron que la goma de *E. cyclocarpum*, como aditivo, sustituto parcial de la grasa, es una alternativa viable en la elaboración de estos productos lácteos semi-descremados.

AGRADECIMIENTO

Los autores expresan su agradecimiento al CONDES por el apoyo financiero a las investigaciones sobre gomas de especies localizadas en el país y hace especial mención de "Lácteos Cebú" por permitir el uso de su infraestructura, lo cual representa una interacción importante entre la academia y el sector industrial.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ABD EL SALAM, M. H.; EL ETRIBY, H.; SAYED, A. F. Influence of some stabilizers on some chemical and physical properties of yogurt. **Egyptian J. Dairy Sci.** 24: (1): 26-36. 1996.
- [2] ABD EL SALAM, M. H.; EL ETRIBY, H.; SAYED, A. F. Evaluation of some stabilizers in the manufacture of ice cream. **Egyptian J. Dairy Sci.** 25: 157-164. 1997.
- [3] ALEXANDER, R. Moving toward low-calorie dairy products. **Food Prod. Desing.** 7: 75-98. 1997.
- [4] BASSETT, H. J. Use of stabilizers in cultured dairy foods. **Cult. Dairy Prod. J.** 18: 27-30. 1983.
- [5] BULLENS, C.; KRAWCZYK, G.; GEITHMAN, L. Reduce-fat cheese product using carrageenan and microcrystalline cellulose. **Food Technol.** 48 (1): 79-81. 1994.
- [6] BRÍÑEZ, W. J.; FARIA, J. F.; ISEA, W.; ARANGUREN, J. A.; VALBUENA, E. Producción y algunos parámetros de calidad de la leche cruda de vacas mestizas en Venezuela. **Rev. Argenti. Produc. Anim.** 15 (3/4): 1010-1012. 1995.
- [7] BRÍÑEZ, W. J.; VALBUENA, E.; CASTRO, G.; TOVAR, A.; RUIZ, J.; ROMÁN R. Efectos del mestizaje, época del año, etapa de lactancia y número de partos sobre la composición de leche cruda de vacas mestizas. **Rev. Científ., FCV-LUZ.** XIII (6): 490-498. 2003.
- [8] COTTRELL, J. I. L.; PASS, G.; PHILLIPS, G. O. The effect of stabilizers on the viscosity an ice cream mix. **J. Sci. Food Agric.** 31: 1066-1068. 1980.

- [9] COMISIÓN VENEZOLANA DE NORMAS INDUSTRIALES (COVENIN). **Norma Venezolana Yogurt . Consideraciones generales. Nº 2393-98.** 1998.
- [10] CHERRY, J. Protein-polysaccharide interactions. In: **Food Carbohydrate.** D. R. Linneback and G. E. Inglett. (Eds) Avi. Publ. Westport, Connecticut. 375-395 pp. 1982.
- [11] FOEGEDING, E.; RAMSEY, S. Effect of gums on low-fat meat batters. **J. Food Sci.** 51 (1): 33-36. 1986.
- [12] DURSO, D. F. Introduction in: **Hand-book of water soluble gums and resins.** R. L. Davinson, Ed. Mc Graw-Hill Book . 1 pp. 1980.
- [13] GUY, E. J. Partial replacement of no fat milk solids and sugar in ice cream with lactose hydrolyzed sweet whey solids. **J. Food. Sci.** 45: 129-133. 1980.
- [14] GLICKSMAN, M. Food application of gum. In: **Food Carbohydrate.** D. R. Linneback and G. E. Inglett. (Eds) Avi. Publ. Westport, Connecticut. 270-295 pp. 1980.
- [15] HUSE, P. A.; TOWLER, C.; HARPER, W. J. Substitution of non-fat milk solids in ice cream with whey protein concentrate and hydrolyzed lactose. **J. Dairy Sci. Technol.** 19: 255-259. 1984.
- [16] HUNT, C.; MAYNES, J. Current issues in the stabilization of cultured dairy products. **J. Dairy Sci.** 80: 2639-2643. 1997.
- [17] KAMPF, N.; NUSSINOVITCH, A. Hydrocolloids coating of cheeses. **Food Hydrocol.** 14: 531-537. 2000.
- [18] KEETON, J. T. Low-fat meat products technological problems with processing. **Meat Sci.** 36: 261-276. 1994.
- [19] KEOGH, M. K.; O'KENNEDY, B. T. Rheology of stirred yogurt as affected by added milk fat, protein and hydrocolloids. **J. Food Sci.** 63 (1): 108-112. 1998.
- [20] KOKANE, R.; JANA, A.; THAKAR, P. Hydrocolloids in dairy industry. **Indian Food Ind.** 15: 32-37. 1996.
- [21] KURULTAY, S.; OKSUZ, O.; SIMSEK, O. The effects of hydrocolloids on some physico-chemical and sensory properties and on the yield of kashar chesse. **Nahrung** 44: 377-378. 2000.
- [22] KHALAFALLA, S.; ROUSHDY, I. Effect of stabilizers on theological and sensory properties of low fat buffalo's yogurt. **Egyptian J. Dairy Sci.** 24: 199-215. 1997.
- [23] KRUIT, C.; TUINIER, R. Polysaccharide protein interaction. **Food Hydrocol.** 15: 555-563. 2001.
- [24] LEÓN DE P.; G.; MARTÍNEZ, M.; LUDOVIC DE C., A.; RIVAS, C.; OCANDO, E. Chemical and ¹³C-NMR studies of *Enterolobium cyclocarpum* gum and its degradation products. **Phytochem.** 37: 1311-1315. 1994.
- [25] LEÓN DE P., G.; MARTÍNEZ, M.; BELTRÁN, O.; CLAMENS, C.; RINCÓN, F.; SANABRIA, L. Relevant structural features of the gum from *Enterolobium cyclocarpum*. In: **Gums and stabilizers for the food industry 10.** Royal Society of Chemistry. Thomas Graham House, Science Park, Milton Road, Cambridge CB4-OWF, UK. 59-67 pp. 2000.
- [26] MACEDO, M. P.; SOUZA, J. C.; WECHSLER, F., S.; RAMOS, A. A.; KAWATOKO, M.; CAMARGO, D. F. V.; MATTOS, J. C. A.; AMARRAL, J. B. Chemical composition of milk from Mediterranean buffalo cows raised in Brazil. **5th World Buffalo Congress.** Caserta. 13-16/10. Italy. 1: 213-216. 1997.
- [27] MINHAS, K. S.; DIDHU, J. S.; MUDAHAR, G. S. Effect of different stabilizers on the sensory quality of plain ice cream made from buffalo milk. **Advan. Food Sci.** 19 (5/6): 159-163. 1997.
- [28] NISHINARI, K.; ZHANG, H.; IKEDA, S. Hydrocolloid gels of polysaccharides and proteins. **Colloid Interface Sci.** 5: 195-201. 2000.
- [29] RINCÓN, F.; MARTÍNEZ, M.; LEÓN DE P., G.; MAYER, S. Functionality of a mixture of three gums from species located in Venezuela in the ice cream preparation. **J. Food Technol.** 1 (3): 160-110. 2003.
- [30] SCHMIDT, K.; SMITH, D. Rheological properties of gum and milk protein interactions. **J. Dairy Sci.** 75: 36-42. 1992.
- [31] STATISTICAL ANALYSIS SYSTEMS INSTITUTE, (SAS). **User 's Guide.** Versión 8. Institute Inc.; Cary, NC: U.S.A. 1999.
- [32] WEON-SUN, S. Y. Effects of some stabilizers on textural of frozen yogurt. **J. Korean Society Food Sci.** 12 (1): 20-26. 1996.
- [33] XU, S.; STANLEY, D. W.; GOFF, H. D.; DAVIDSON, V. J.; LE MAGUER, M. Hydrocolloids/milk gel formation and properties. **J. Food Sci.** 57 (1): 96-102. 1992.