

Influencia de la pectina sobre las propiedades reológicas del yogur

MIRIAN CASTILLO¹, CARMEN BORREGALES¹ Y MARÍA DOLORES SÁNCHEZ²

¹ Escuela de Ingeniería Química, Facultad de Ingeniería

² Dpto. Ciencia de los Alimentos, Facultad de Farmacia y Bioanálisis, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela. E-mail: mecb1310@yahoo.com

RESUMEN

El mejoramiento de la producción y calidad de los productos lácteos es uno de los objetivos primordiales de la industria alimentaria. En tal sentido, se estudió el efecto estabilizante y gelificante que sobre las propiedades físicas, químicas y sensoriales del yogur semidescremado firme tiene la adición de pectina, con el propósito de definir la dosificación óptima. A tal efecto se prepararon muestras de yogur con diferentes concentraciones de pectina (0,05; 0,1; 0,15, 0,20; 0,25; 0,30 % p/p). Todas las muestras se sometieron a la determinación de sus propiedades físicas y químicas más importantes. La sinéresis se midió mediante la cantidad de suero liberado por centrifugación, la firmeza del coágulo mediante la penetración de un cono utilizando un penetrómetro marca Forney y la viscosidad utilizando un viscosímetro Brookfield. Además se hizo una evaluación de las principales características organolépticas del yogur por cinco panelistas semientrenados. Los resultados obtenidos indicaron que la cantidad óptima de pectina que se debe adicionar al yogur es 0,15 %. El uso de pectina en las concentraciones adecuadas demostró ser una buena opción para el mejoramiento de las propiedades físicas, químicas y sensoriales del yogur.

PALABRAS CLAVE

Yogur, reología, pectina.

ABSTRACT

The effect of the addition of pectin on the rheological properties of thick yogurt was studied with the purpose of establishing the optimal dose. Samples were prepared with pectin concentrations of 0.05, 0.10, 0.15, 0.20, 0.25 and 0.30% w/w. The main physical and chemical properties were evaluated. Sineresis was analyzed by centrifugation measuring the separation of liquid from the milk gel, firmness was determined using a Forney

penetrometer and viscosity by the use of a Brookfield viscosimeter. The sensory properties were also evaluated. The best results were obtained in yogurts with additions of 0.15% of pectin.

AGRADECIMIENTO

Deseamos expresar nuestro mas sincero agradecimiento por su colaboración en el desarrollo de esta investigación al personal de la Planta de Lácteos Santa Rosa y de los Laboratorios de Membranas, Separación y Síntesis Industrial (LMSSI), Alimentos, Docencia de Química y Suelos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Los Andes.

INTRODUCCIÓN

La leche y los productos lácteos derivados, como queso y yogur, han sido consumidos desde tiempos remotos. Los procesos tradicionales aunados a los avances de la ciencia y la tecnología han logrado hacer del arte de elaboración de dichos productos una ciencia que beneficia tanto a los niveles artesanales como a los industriales. Es un hecho conocido que el yogur posee propiedades nutricionales y terapéuticas especiales. Las bacterias del yogur producen vitaminas y aumentan el contenido de aminoácidos libres y ácido fólico. Además el yogur se digiere mejor que la leche, ya que ayuda a asimilar los nutrientes, en especial en la vejez, cuando la deficiencia de jugos gástricos no permite su fácil absorción. Las bacterias lácticas del yogur son beneficiosas para la flora intestinal, actúan como una barrera ecológica al cerrar el paso de las bacterias patógenas, estimulan las defensas naturales del organismo contra las enfermedades incitando la producción de interferón, proteína que inhibe el desarrollo de virus patógenos, aumentan la cantidad de inmunoglobulinas y activan los linfocitos B (Olano, 1990).

Los productos lácteos obtenidos por coagulación y en especial el yogur presentan un gel de textura pobre

con tendencia a la sinéresis o desuerado. Con la cantidad natural de sólidos de la leche, el gel formado es extremadamente débil y frágil e impropio para uso comercial. La adición de 2-5% de sólidos lácteos como leche en polvo antes de la fermentación puede remediar esta situación. Sin embargo, durante el almacenamiento, en especial a alta temperatura, el gel presenta sinéresis. Para impedir este fenómeno la leche en polvo se puede reemplazar total o parcialmente por hidrocoloides u otros estabilizantes con conocido efecto sobre la textura y control de la sinéresis. Los hidrocoloides ejercen gran influencia sobre la textura de los sistemas alimentarios y pueden añadirse a los productos lácteos.

Bellavita y Guanaja (1998a) utilizaron la pectina GENU en una proporción de 1 al 2% para estabilizar el yogur y obtuvieron que la misma era compatible a un nivel de uso mas bajo que la mayoría de los estabilizantes usados corrientemente, como el almidón y la gelatina.

Se conoce que la pectina confiere al yogur calidad y estabilidad mediante su interacción con la caseína, la cual juega un papel muy importante en la estructura del gel. Durante la fermentación, las proteínas de la leche, inicialmente moléculas anfóteras, cambian su carga total. En el pH isoelectrico (4,6) la carga total es cero. A un pH mayor, la caseína tiene carga negativa y positiva a un pH menor. En cuanto a la pectina, no anfótera, su grado de disociación es mínimo a pH 2,5 y máximo a un pH próximo a 6,5. Por lo tanto, la leche presenta carga total positiva a pH bajo, mientras que la pectina, por el contrario, se encuentra cargada negativamente. Es por ello que la pectina se absorbe en la superficie de las micelas de caseína, protegiéndolas de la precipitación y estabilizando el producto (Bellavita y Guanaja, 1998b).

Una de las metas principales de la Planta de Lácteos Santa Rosa de la Universidad de Los Andes es el perfeccionamiento de sus productos. Con este fin se consideró como objetivo de esta investigación estudiar el efecto estabilizante y gelificante que sobre el yogur semidescremado firme tiene la adición de pectina, con el propósito de definir su dosificación óptima. A modo de comparación se analizó también la adición extra de leche desnatada en polvo (LDP). Para ello se analizaron las propiedades físicas, químicas y sensoriales del yogur a los fines de estimar la influencia de estos aditivos.

MATERIALES Y METODOS

Elaboración del yogur semidescremado firme

El yogur estándar se elaboró según la tecnología utilizada en la Planta Piloto Lácteos Santa Rosa (Figura 1) utilizando leche cruda parcialmente descremada hasta

1,6% de grasa y adicionando leche desnatada en polvo (1,0 % de grasa) hasta obtener un contenido de sólidos totales de 12%. Para la inoculación de la leche se utilizó un cultivo líquido de *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*, en proporción 1:1 (Bionic, Biotechnologisches Laboratorium).

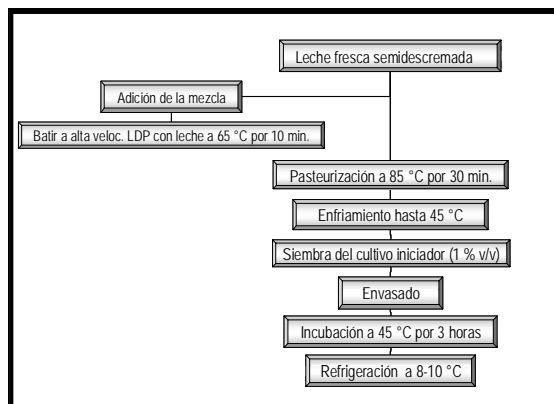


Figura 1. Tecnología de elaboración del yogur semidescremado firme.

A los fines de observar el efecto de la adición de pectina se elaboraron muestras de yogur con concentraciones de 0,05, 0,1, 0,15, 0,2, 0,25 y 0,3 % p/p de pectina marca CP Kelco, GENU tipo LM 106 AS-YA distribuida por Cenco-Zotti Alimenticia, S.A (CP Kelco, 2001). La adición se realizó mezclando dicho estabilizante con la leche en polvo desnatada y una pequeña cantidad de la leche del proceso a 65°C e incorporándola al resto de la leche con agitación antes de la pasteurización. Para observar el efecto de la adición de leche descremada en polvo (LDP) se elaboraron muestras de yogur con adiciones extra de 1, 2, 3, 4, 5, y 6 % p/p, agregándola de la misma forma que la pectina.

Análisis físicos-químicos

Los análisis físicos-químicos se realizaron a 5°C, por triplicado, dos días después de la elaboración del yogur.

El contenido de sólidos totales se realizó por evaporación y el contenido de grasa por el método Babcock, tanto en la leche como en el yogur. (Boscán, 1986, Covenin, 1994).

La sinéresis se determinó en yogures de 30 ml por centrifugación a 1500 rpm durante 10 min, midiendo el suero liberado. Los resultados se expresaron en porcentaje volumétrico, en mililitros de suero por mililitros de yogur.

La firmeza del coágulo se realizó en yogures de 125 ml midiendo la penetración de un cono durante 5 segundos en milímetros. Para ello se utilizó un

penetrómetro marca Forney con un cono de plexiglas de 2,5 cm de diámetro y un ángulo apical de 100°.

La viscosidad (centipoises, cP) se determinó en yogures de 250 ml utilizando un viscosímetro marca Brookfield, modelo DV-III+ (Brookfield Engineering Laboratories, Inc., 2000).

Evaluación sensorial

Los análisis sensoriales se realizaron con la participación de 5 panelistas semientrenados quienes evaluaron mediante una encuesta (Pearce & Heap citados por Tamine y Robinson, 1985) las principales características organolépticas que se juzgan en el control de calidad del yogur: aspecto, color, cuerpo, textura, aroma y sabor.

RESULTADOS Y DISCUSION

Sólidos totales y grasa

Los valores de sólidos totales obtenidos en el yogur oscilan desde 12,30% en el yogur estandar y 12,60% en el yogur con 0,30% de pectina adicionada. En el yogur con LDP se obtuvieron valores de 12,60% en el estandar y 18,26% en el yogur con 6% de LDP.

El contenido de grasa del yogur estándar fue de 1,6% y aumentó hasta 1,9% con la adición máxima de 6% de LDP.

Sinéresis

Los resultados de la sinéresis (Figura 2) indican claramente que la adición de pectina al yogur conlleva una disminución de la sinéresis atribuido a la elevada capacidad de retención de agua de este hidrocoloide.

Se observa un valor mínimo de sinéresis de 4,5 % v/v para una concentración de pectina de 0,15 % p/p.

La Figura 3 ilustra que la sinéresis disminuye también al aumentar la concentración de leche desnatada en polvo (LDP), ello debido al enriquecimiento del yogur con lactosa, proteínas, sales minerales y grasa con el correspondiente aumento de sólidos totales.

Al comparar ambos efectos se observa que una adición de 0,15 % p/p de pectina al yogur reduce la sinéresis en un valor equivalente a una adición extra de LDP de 5% p/p (concentración total de LDP en el yogur de 6,30 % p/p). Tamine y Robinson (1985) recomiendan que la proporción de leche en polvo total añadida a la leche destinada a la elaboración de yogur oscile entre 3 y 4 % p/p ya que concentraciones mayores pueden conferir al yogur un sabor pronunciado a leche en polvo, disminuyendo la aceptación de los consumidores.

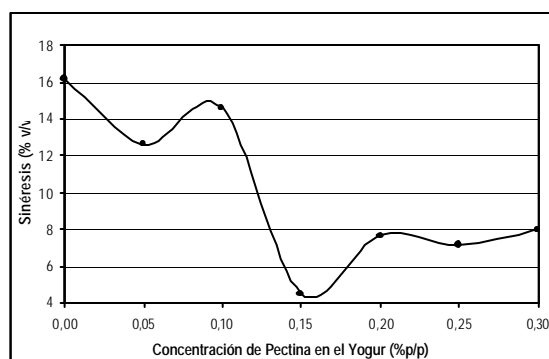


Figura 2. Sinéresis del yogur semidescremado en función de la adición de pectina.

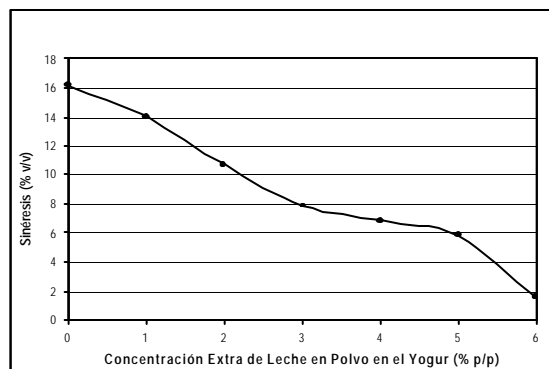


Figura 3. Sinéresis del yogur semidescremado en función de la adición extra de leche desnatada en polvo (LDP).

Firmeza del coágulo

Los resultados de la firmeza expresados en la Figura 4 indican que la adición de pectina aumenta la firmeza del yogur. Se obtienen resultados de penetración del cono muy similares para las concentraciones 0,05 % a 0,15 % p/p pectina, por lo que no se justifica una adición mayor de 0,05 % p/p. El valor de firmeza elevado obtenido para 0,10% p/p de pectina confirma el alto grado de inestabilidad del gel a esta concentración como se discute mas adelante. Adiciones de pectina mayores de 0,15% p/p producen un yogur muy firme con una estructura altamente gelificada y consistencia indeseable.

En la Figura 5 se observa que la firmeza del yogur aumenta con la adición de LDP hasta una concentración de 3% p/p, no variando apreciablemente para concentraciones mayores. Es conocido el uso de LDP para mejorar la firmeza del yogur, lo cual se asocia a un aumento de la proporción de sólidos no grasos. Harwalkar y Kalab (1986) demostraron por microscopia electrónica que el yogur es una matriz de proteínas compuesta de cadenas y racimos de partículas de caseína asociadas al azar con poros relativamente uniformes llenos de suero y observaron que un aumento de los sólidos totales con LDP producía un decrecimiento de dichas cadenas y racimos confiriendo mayor firmeza al gel.

El equivalente en firmeza del yogur que corresponde a la concentración de 0,05 % p/p de pectina es 1 % p/p de LDP. Sin embargo se observó que la adición de 3% p/p de LDP ofrece mejores resultados en cuanto a los valores de la firmeza del producto que usando cualquier concentración de la pectina.

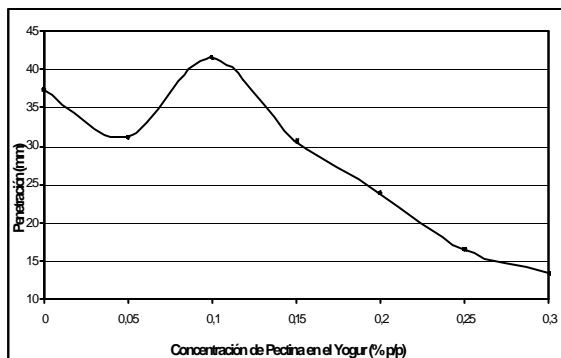


Figura 4. Firmeza del yogur semidescremado en función de la adición de pectina en el yogur.

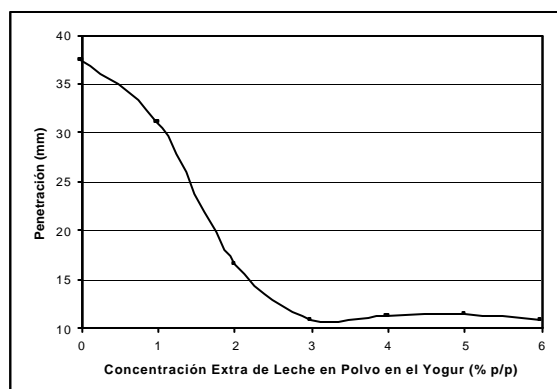


Figura 5. Firmeza del yogur semidescremado en función de la adición extra de leche desnatada en polvo (LDP):

Viscosidad

La Figura 6 muestra que la viscosidad del yogur con pectina para todas las concentraciones es superior a la del producto estándar. El efecto gelificante óptimo se obtiene para una adición de 0,15 %. Valores menores de viscosidad dan lugar a un yogur aguado de consistencia pobre.

La viscosidad del yogur también aumenta con la adición extra de LDP en el yogur (Figura 7). Sin embargo no se aprecia aumento en la viscosidad para cantidades mayores de 3%. Al igual que en la firmeza, el aumento de viscosidad del yogur por el incremento de sólidos totales puede tener su explicación en la disminución de la longitud de las cadenas y racimos de caseína (Harwalkar y Kaláb, 1986).

La comparación de ambos efectos permite observar que es precisamente la concentración de 3% de LDP la que corresponde a la viscosidad óptima obtenida para una adición de 0,15% de pectina.

Los resultados obtenidos en este estudio indican que fueron las concentraciones de 0,15% p/p de pectina y 3%

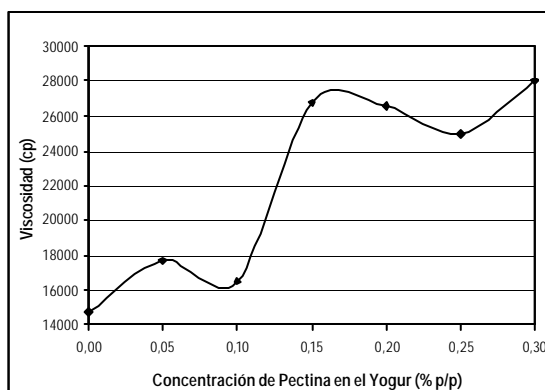


Figura 6. Viscosidad del yogur semidescremado en función de la concentración de pectina.

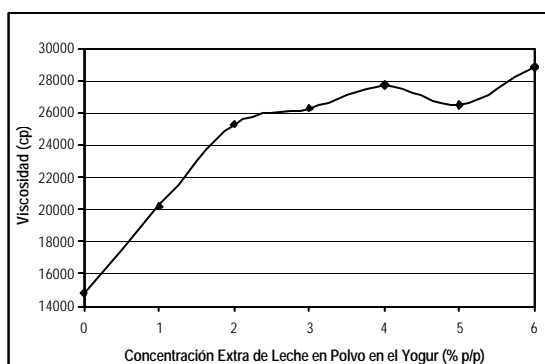


Figura 7. Viscosidad del yogur semidescremado en función de la adición extra de leche desnatada en polvo (LDP).

p/p de LDP extra para las cuales se obtuvo el producto de mejor calidad en cuanto a sus propiedades reológicas. A pesar de obtenerse menores valores de sinéresis para las adiciones de 4 y 5 % p/p de LDP, éstas fueron descartadas por exceso de LDP en el producto final.

La Figura 8 presenta los resultados del efecto combinado de la adición de pectina sobre las propiedades reológicas del yogur. Bellavita y Guanaja, 1998b, hacen el siguiente análisis de la situación. En la región A (0,00 a 0,10% p/p), la caseína tiene una carga positiva débil al pH del yogur, originando una pequeña repulsión de cargas entre las moléculas de proteína que mantiene a la caseína ligeramente dispersada, lo que confiere al producto poca estabilidad en cuanto a sus propiedades físicas. En la región B (0,10 a 0,15% p/p), las partículas de caseína están cubiertas por una capa de pectina, se mueven independientemente una de otra produciendo un yogur de baja viscosidad, alta sinéresis y firmeza mínima. En la región C (0,15 a 0,20% p/p), la carga positiva de la caseína ha sido neutralizada por la carga negativa de la pectina, mejorando la estabilidad al no presentarse repulsión de cargas y obteniéndose un yogur compacto con características óptimas (viscosidad elevada, sinéresis mínima y firmeza aceptable) (Bellavita y Guanaja 1998b). A partir de una

adición de 0,20% p/p (región D), si bien la sinéresis presenta valores bajos, tiene tendencia a aumentar, mientras que la viscosidad se mantiene prácticamente constante y aunque la firmeza aumenta, la sobredosis de pectina puede ocasionar un gel pastoso de consistencia indeseable (Tamine y Robinson, 1985); por todas estas razones no se justifica la adición de una cantidad elevada de pectina.

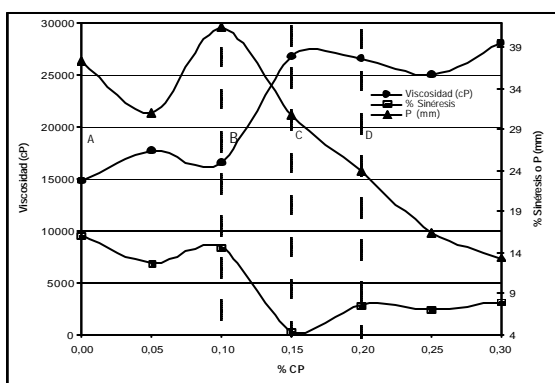


Figura 8. Propiedades físicas del yogur semidescremado en función de la concentración de pectina.

Análisis Sensorial

El análisis sensorial realizado por cinco panelistas semientrenados al yogur con adición de pectina (0,15% p/p) y de LDP extra (3,00 p/p) no demostró variaciones apreciables en la propiedades organolépticas consideradas al compararlo con el yogur estándar. Las Tablas 1 y 2 muestran el resultado del análisis estadístico.

TABLA 1

Resultado del análisis estadístico de la evaluación sensorial del yogur con pectina.

Tipo de Yogur	Aceptabilidad global	Varianza	Desviación estándar
A (0,10 %)	14,4	6,3	2,51
B (0,15 %)	13,2	18,7	4,32
C (0,30 %)	12,2	6,7	2,58
D (0 %)	14,2	3,7	1,92

TABLA 2

Resultado del análisis estadístico de la evaluación sensorial del yogur con leche descremada en polvo (LDP)

Tipo de Yogur	Aceptabilidad global	Varianza	Desviación estándar
D (0 %)	14,2	3,70	1,92
E (3 %)	16,4	12,30	3,50
F (6 %)	18,2	6,20	2,49

CONCLUSIONES

En general, tanto la adición al yogur semidescremado de pectina como de cantidades extra de leche descremada en polvo en las condiciones adecuadas mejoran las propiedades reológicas del producto respecto al yogur estándar. El análisis de los resultados indica que la concentración óptima de pectina GENU® tipo LM-106 AS-YA resultó ser 0,15 % y la concentración extra de leche descremada en polvo es 3,0 %.

RECOMENDACIONES

Se debería complementar este estudio con otros aspectos de interés, como son:

- Estudio económico de ambos métodos de mejoramiento (adición de pectina y cantidades extra de leche desnatada en polvo) de las propiedades reológicas y sensoriales del yogur.

- Utilización de otros tipos de pectina para estudiar su efecto sobre las propiedades físicas y sensoriales del producto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Bellavita, R. y Guanaja, G (1998a). Yogur con *GENUpectinas*. Tecnología Láctea Latinoamericana, (11), 29-30.
2. Bellavita, R. y Guanaja, G. (1998b). *Bebidas lácteas refrescantes*. Tecnología Láctea Latinoamericana, (12), 48-51.
3. Boscán, L. (1986). *Control de calidad de la leche y sus derivados*. Universidad de Los Andes. Mérida.
4. Brookfield Engineering Laboratories, Inc. (2000). *Manual No. M/98-211-A0701*. USA.
5. COVENIN (Comisión Venezolana de Normas Industriales), (1994). Yogur (categoría 2393). Caracas.
6. CP Kelco. (2001). Certificate of Análisis. Alemania.
7. Harwalkar, V. R. and Kaláb, M. (1986) Relationship between microstructure and susceptibility to syneresis in yoghurt made from reconstituted nonfat dry milk. Food Microstructure, (5), 287-294.
8. Olano, A. (1990). *Aspectos nutricionales y terapéuticos del yogur*. Alimentación: Equipos y Tecnología, (3), 134-139.
9. Tamine, A. y Robinson, R. (1985). *Yogurt*. Science and Technology. Oxford: Pergamon Press.