

Efecto de la Pasterización de Leche Bovina en Módulo Piloto Diseñado para Intercambio Térmico

Pasteurization Effect on Bovine Milk in Pilot Module Designed for Heat Exchange

Olga Lucia Martinez Alvarez¹; Jhon Milciades Morales Castro²;
Luis Danilo Porras Barrientos³; Oscar Albeiro Quintero Cardona⁴.

¹Profesora Asociada, Facultad de Química Farmacéutica, Departamento de Alimentos, Universidad de Antioquia, Grupo de Investigación en Análisis Sensorial, A.A 1226, Medellín, Colombia, grupsensorial@gmail.com

²Estudiante de Ingeniería de Alimentos, Facultad de Química Farmacéutica, Departamento de Alimentos, Universidad de Antioquia, jhonmorales1@gmail.com

³Ingeniero de Alimentos, Facultad de Química Farmacéutica, Departamento de Alimentos, Universidad de Antioquia, lporras1025@gmail.com

⁴Ingeniero de Alimentos, Facultad de Química Farmacéutica, Departamento de Alimentos, Universidad de Antioquia, oscarquintero88@hotmail.com

Resumen. En la presente investigación se estudió el efecto de la pasterización sobre las propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales de leche bovina en un prototipo diseñado y construido para intercambio térmico HTST (alta temperatura y corto tiempo). La metodología incluyó un diseño térmico mediante cálculos descritos por Albert Ibarz y Gustavo Cánovas; al igual que las propiedades físicas para alimentos de Choi y Okos e Incropera. Se realizaron análisis fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales. Los resultados fisicoquímicos fueron: grasa 3.2%, proteína 3.0%, sólidos no grasos 11.8%, acidez titulable 0.16%, densidad 1.033g/ml, índice crioscópico -0.533°C, pH 6.8; peroxidasa positiva y fosfatasa alcalina negativa. El análisis microbiológico presentó un recuento de mesófilos de 20UFC y un NMP de coliformes totales y fecales <3. El estudio sensorial se realizó con panel entrenado bajo la NTC 3932, los resultados mostraron que el proceso de pasterización mantuvo las características organolépticas de la leche en los descriptores de apariencia, olor, sabor, textura y calidad general. Se resalta la calificación en el sabor lácteo (4.5), fresco (4.2) y calidad general en escala de 1 a 3 de 2.7. La leche luego del proceso de pasterización desarrollado en el prototipo HTST cumplió con las especificaciones y normatividad sin afectar la calidad de la leche.

Palabras clave: Diseño de equipo, Sensorial, Intercambiador de calor.

Abstract. This research focuses on the pasteurization effect on the physical-chemical, microbiological and sensorial properties on bovine milk within a prototype designed and built for heat exchange HTST (High Temperature and Short Time). The methodology included a thermic design using calculations described by Albert Ibarz and Gustavo Cánovas; as well as, food physical properties from Choi and Okos and Incropera. For this study physical-chemical, microbiological

and sensorial analyses were made. The physical-chemical results were: fat 3.2%, protein 3.0%, nonfat solids 11.8%, titratable acidity 0.16%, density 1.033g/ml, cryoscopic index -0.533°C, pH 6.8; Peroxidase-positive and Alkaline phosphatase-negative. The microbiological analysis showed a Mesophilic count of 20UFC and a NMP of total and fecal coliforms <3. The sensorial study was made with a panel trained under NTC 3932. The results showed that the process of pasteurization kept the organoleptic characteristics of the milk for the appearance, smell, flavor, texture and overall quality descriptors. It is worth mentioning the milk flavor (4.5); freshness (4.2) and overall quality of 2.7 out of a 1 to 3 scale. After the pasteurization process made in the HTST prototype, the milk passed the specifications and normativity without affecting the quality of the milk.

Keywords: Equipment design, sensory, heat exchanger.

INTRODUCCIÓN

Los intercambiadores de calor de placas (PHEs) han sido utilizados ampliamente en las industrias de alimentos, especialmente en las procesadoras lácteas; gracias a su facilidad de limpieza y por garantizar un control térmico para procesos de esterilización y pasterización. Su estudio se ha basado en la recuperación de calor y la eficiencia del uso de energía durante los procesos industriales. Los PHEs consisten en una serie de placas corrugadas prensadas en un marco, lo cual permite generar un aumento considerable de la superficie de transmisión por placas. Una secuencia de canales delgados se forma entre las placas y la distribución del flujo de las corrientes caliente y fría se define por las perforaciones de estas y los empaques de material termorresistentes, por lo que un gran número de configuraciones es posible (Mazen, 2012) (Gut *et al.*, 2004) (Morison, 2005).

En la pasteurización de leche, el intercambio térmico utilizando PHEs se basa en una operación de estabilización para la reducción de la población de microorganismos presentes, para prolongar el tiempo de vida útil y garantizar la inocuidad del producto. Dicho proceso incrementa la temperatura entre 72°C y 76°C y la mantiene de 15 a 17 segundos a través de una tubería de retención. Es fundamental controlar las variables de temperatura y tiempo para garantizar la calidad de proteínas y enzimas que se pueden ver afectadas por calor excesivo (Morison, 2005). Debido a esto, el objetivo de la presente investigación fue estudiar el efecto de la pasteurización sobre las propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales de leche bovina en un módulo piloto de intercambio térmico HTST.

MATERIALES Y MÉTODOS

Proceso Térmico. Las muestras de leche fueron admitidas a un tanque de enfriamiento y sometidas a un proceso de filtración mediante malla mesh 80, procesadas en un prototipo de pasteurización HTST para flujo másico operativo de 0,04 kg/s, diseñado y construido aplicando un escalado dimensional mediante cálculos de ingeniería aplicada descritas por (Ibarz, *et al.*, 2002), al igual que las ecuaciones de propiedades físicas de alimentos de (Choi *et al.*, 1986) e (Incropera *et al.*, 1996).

Análisis Fisicoquímico. Determinación de proteína, grasa, índice crioscópico, sólidos no grasos, densidad, mediante un analizador de leche marca Boeco-Lac-S. La acidez titulable se determinó con el método químico de titulación potenciométrica (Bernal, 1998) y el pH mediante un pH-metro marca HANNA HI 110. El análisis enzimático se realizó aplicando la norma NTC 5026 para fosfatasa alcalina por el método Fluorimétrico, además de la ausencia de peroxidasa (Pruitt *et al.*, 1990).

Análisis Microbiológicos. Método de recuento de microorganismos mesófilos aerobios (INVIMA/ Recuento en placa inclusión). Número más probable de coliformes totales y fecales (FDA-BAM /NMP (enumeration of *E. coli* and coliform bacteria) tubos múltiples.

Análisis Sensorial. Se realizó análisis sensorial con once jueces entrenados del Laboratorio de Análisis Sensorial de Alimentos de la Universidad de Antioquia. Las condiciones ambientales para el ensayo fueron: 25°C ± 0.5 y %HR de 60 ± 5. El método utilizado fue descriptivo, bajo la NTC 3932, perfil sensorial por aproximación multidimensional para apariencia general, olor, sabor, textura y calidad general. La escala utilizada para calificar intensidades de los descriptores fue de 0 a 5, siendo 0 ausencia y 5 mayor intensidad, la calidad general se evaluó en escala de 1 a 3 donde 1 es baja y 3 alta.

Análisis Estadístico. Los datos sensoriales fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA), con un nivel de confianza del 95% ($P < 0,05$), tomando como referencia la comparación del valor F-calculado con el F-Crítico, para lo cual si el primero es mayor que el segundo se determina la diferencia estadísticamente significativa entre las muestras.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El diseño térmico generó flujos másicos de 0,067 kg/s agua a (78°C) y 0,309 kg/s agua a (1°C) durante el proceso de pasteurización. En la figura 1 se observa la vista del prototipo desarrollado mediante el uso del software de dibujo asistido Solid Edge V17. En las tablas 1 y 2 se presentan los valores fisicoquímicos y microbiológicos del análisis de la leche sometida al proceso de pasteurización. En la Figura 2 se observan los parámetros sensoriales de la leche pasteurizada evaluada en el módulo piloto. La percepción de intensidades por el panel no generó diferencias estadísticamente significativas entre las muestras ya que en todos los descriptores el F-Calculado fue menor que el F-Crítico, tal como se observa en la tabla 3.

La calidad general del producto fue de 2,7. El color se obtuvo por carta Pantone (110107 TP).

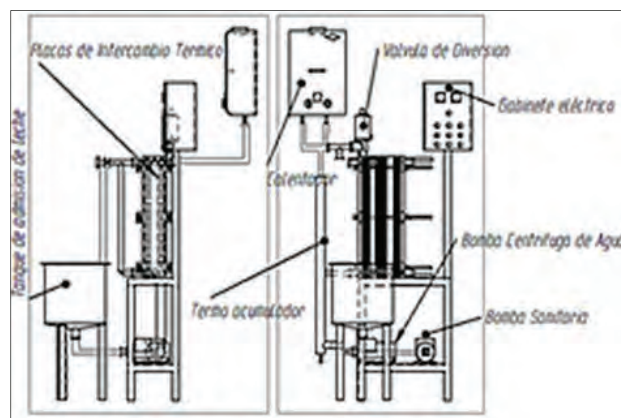


Figura 1. Vista Prototipo Intercambiador de Calor de Placas HTST.

Tabla 1. Análisis fisicoquímicos.

| Parámetros | Leche Pasteurizada (Módulo Piloto) |
|---------------------------------|------------------------------------|
| Acidez Titulable (%Ac. Láctico) | 0,16 ± 0,010 |
| Densidad (g/ml) | 1.033 ± 0,002 |
| Fosfatasa alcalina | Negativa |
| Grasa (%) | 3,2 ± 0,058 |
| Índice Crioscópico | -0,533 ± 0,001 |

| Parámetros | Leche Pasterizada (Módulo Piloto) |
|-----------------------|-----------------------------------|
| Peroxidasa | Positiva |
| pH | 6,8 ± 0,058 |
| Proteína (%) | 3,0 ± 0,058 |
| Solidos no grasos (%) | 11,8 ± 0,058 |

Tabla 2. Análisis microbiológicos.

| Parámetros | Leche Pasterizada (Módulo Piloto) |
|-------------------------------|-----------------------------------|
| NMP coliformes fecales/g o ml | <3 |
| NMP coliformes/g o ml | <3 |
| Recuento mesófilos UFC/g o ml | 20 |

Tabla 3. Resultados Análisis de Varianza (ANOVA).

| ATRIBUTO | F- Calculado | F- Crítico |
|--|-----------------|---------------|
| A.Brillo | 1,98 | 4,07 |
| A.Precencia de partículas grasas en superficie | 0,64 | 4,07 |
| A. Intensidad del color (110107 TP) | 0,14 | 4,10 |
| O. Fresco | 0,84 | 4,08 |
| O. Dulce | 0,04 | 4,07 |
| O. Lácteo | 0,71 | 4,08 |
| O.Graso | 0,02 | 4,08 |
| S.Fresco | 0,05 | 4,10 |
| S.Dulce | 0,04 | 4,10 |
| S.Lácteo | 0,56 | 4,10 |
| S. Establo | 0,93 | 4,10 |
| S.Graso | 0,43 | 4,10 |
| S.S Astringente | 0,00 | 4,11 |
| S. Salino | 0,00 | 4,10 |
| S.Suero | 0,11 | 4,10 |
| S. Residual amargo | 0,05 | 4,07 |
| T.Líquida | 0,05 | 4,07 |
| T.Grasa | 1,17 | 4,07 |
| T. Recubrimiento graso | 0,42 | 4,07 |
| T. Ligera | 0,00 | 4,07 |
| Calidad General | 0,70 | 4,07 |

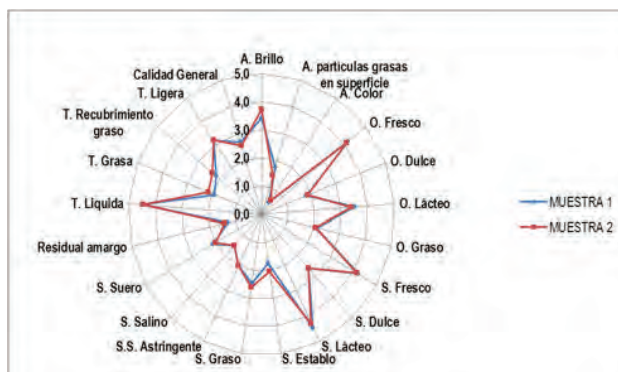


Figura 2. Análisis Sensorial de leche pasterizada en módulo piloto HTST

CONCLUSIONES

Las muestras luego del proceso de pasterización desarrollado en el prototipo HTST cumplieron con las normatividad de calidad en cuanto a su composición, inocuidad y calidad sensorial, sin evidenciar afectación por el proceso térmico y sin presentar diferencias estadísticamente significativas entre ellas en los descriptores sensoriales.

AGRADECIMIENTOS

Fondo de Innovación Programa Gestión Tecnológica y Facultad de Química Farmacéutica. Universidad de Antioquia quienes financiaron el proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

- Bernal I. 1998. Análisis de alimentos. Academia Colombiana de ciencias exactas, físicas y naturales. Tercera edición, Santafé de Bogotá Colombia. 313 p.
- Choi Y., M. Okos. 1986. Effects of temperature and composition on the thermal properties of Foods. Food Engineering and Process Applications. 1. 93-101.
- Gut J., J. Pinto. 2004. Optimal configuration design for plate heat exchangers. International Journal of Heat and Mass Transfer. 47. 4833-4848.
- Ibarz A., G. Cánovas. 2005. Operaciones unitarias en la ingeniería de alimentos. Mundi-Prensa. Madrid, España. 865p.
- Incropera F, P. Dewitt. 2011. Introducción a la transferencia de calor. Sexta Edición. Wiley. New York, USA. 960p.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. ICONTEC. NTC 3932. 1996. Análisis sensorial: Identificación y selección de descriptores para establecer un perfil sensorial por una aproximación multidimensional. Bogotá. D.C., 33 p.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. Norma Técnica Colombiana. ICONTEC. NTC 5026. 2001.

Leche y productos lácteos. Determinación de la actividad de la fosfatasa alcalina usando un método Flouométrico. Bogotá. D.C.; 12-19 p.

Mazen A. 2012. Plate heat exchangers: Recent advances. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 16. 1883–1891.

Ministerio de la Protección social, República de Colombia. Decreto 616 de 2006. Por lo cual se expide el Reglamento Técnico sobre los requisitos que debe cumplir la leche para el consumo humano que se obtenga, procese,

envase, transporte, comercializa, expendo, importe o exporte en el país. http://www.agronet.gov.co/www/docs_agronet/2006103010449_decreto_616_28_02_06.pdf 32 p.; Consulta: Febrero 2014.

Morison K. 2005. Steady-state control of plate pasteurizers. *Food Control*. 16. 23–30.

Pruitt K.M., D.N. Kamau, K. Miller., B. Mansson Rahemtulla, F. Rahemtulla. 1990. Quantitative, standardized assays for determining the concentrations of bovine lactoperoxidase, human salivary peroxidase, and human myeloperoxidase. *Analytical Biochemistry*. 191 (2):278-86.

Parámetros Fisicoquímicos de Referencia Comercial de Algunas Mieles del Departamento del Quindío

Physicochemical Parameters of Commercial Reference of Some Honeys Department of Quindío

Jairo Montoya López¹, Víctor Hugo García Merchán² y Juan Carlos Lucas Aguirre³

1 Docente del Programa de Química. Universidad del Quindío. jmontoya@uniquindio.edu.co

2 Docente del Programa de Biología. Universidad del Quindío. victorhgarcia@uniquindio.edu.co

3 Docente del Programa de Ingeniería de Alimentos. Universidad del Quindío. jclucas@uniquindio.edu.co

Resumen. El Quindío se destaca como un pequeño productor de miel, producto muy apetecido en el mercado nacional, haciendo cada vez más importante controlar la calidad de las mieles que se producen y comercializan en y desde el departamento. El objetivo de este trabajo fue analizar las mieles de 13 apiarios del departamento, las cuales fueron sometidas a análisis de pH, humedad, cenizas, sólidos solubles y gravedad específica. Las mieles evaluadas no muestran diferencias significativas para estos análisis, lo que demuestra la homogeneidad en estas características; igualmente presentaron un contenido alto en agua, que con los sólidos solubles reportan valores dentro del rango esperado, según parámetros descritos por el Reglamento Técnico de la Miel y la norma técnica colombianas.

Palabras clave: Miel de abejas, análisis físicos, Reglamento Técnico de la Miel, NTC 1273

Abstract. Quindío stands out as a small producer of honey, an appreciated product in the national domestic market, making increasingly important to control the quality of honey produced and sold in and from the department. The aim of this study was to analyze honeys from 13 apiaries in the department of Quindío, which were subjected to analysis of pH, moisture, ash, soluble solids and specific gravity. Honeys evaluated show no significant differences

for these analyzes, demonstrating the homogeneity of these characteristics; also the honey samples had a high water content and soluble solids report values within the expected range, according to parameters specified by the Technical Regulation of Honey and the Colombian technical standard.

Key words: Honey bee, physical analysis, technical regulations honey, NTC 1273.

INTRODUCCION

En Colombia existen alrededor de 120.000 colmenas productoras de miel, lo cual convierte este subsector en una actividad económica de creciente importancia. Estas colmenas producen entre 2.000 y 3.000 toneladas de miel por año. Según la norma técnica colombiana (NTC 1273), la miel es una sustancia dulce natural producida por abejas obreras de diferentes especies a partir del néctar de las plantas, de las secreciones de las partes vivas de plantas o de las excreciones de insectos que succionan las partes vivas de las plantas, sustancia que las abejas recolectan, transforman mediante la combinación de sus propias sustancias específicas, depositan, deshidratan, almacenan y dejan madurar al interior de la colonia. El auge en la producción de miel en el departamento hace necesario la caracterización fisicoquímica (Silva *et al.*, 2004) de las mieles con el fin de hacer valer sus parámetros