

EFFECTO DE LA ADICIÓN DE MUCILAGO DE DOS VARIEDADES (*Opuntia ficus-indica* Y *Opuntia atropes*) EN LECHE CRUDA SOBRE EL CONTENIDO DE MESÓFILAS AEROBIAS Y COLIFORMES TOTALES

Aguilar-Barrera J.L.^a, Valdez-Alarcón J.J.^b, Val-Arreola D.^c, Martínez-Flores H.E.^d, Pérez-Sánchez R.E.^e y Ortiz-Rodríguez R.^f

^aFacultad de Agrobiología-UMSNH. Av. Lazaro cardenas s/n col. Revolución, Uruapan Mich.; ^bCentro Multidisciplinario de Estudios en Biotecnología (CMEB)-UMSNH. Km 9.5 carretera Morelia-Zinapecuaro Mpio de Tarimbaro Mich.; ^cInstituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IIAF)-UMSNH. Km 9.5 carretera Morelia-Zinapecuaro Mpio. de Tarimbaro Mich.; ^dFacultad de Químico Farmacobiología-UMSNH.calle Zinzunzan no.173, col matamoros, Morelia Mich. ^eFacultad de Agrobiología-UMSNH. Av. Lazaro cardenas s/n col. Revolución, Uruapan Mich.; ^fFacultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia-UMSNH. Km 9.5 carretera Morelia-Zinapecuaro Mpio. de Tarimbaro Mich.
rosa_elenap@yahoo.com

RESUMEN

Se evaluó microbiológicamente leche cruda (LC) adicionada con mucilago líquido (ML) y deshidratado (MD) de variedades ficus-indica y Atropes, en función a unidades formadoras de colonias (UFC)/ml de Mesófilas aerobias (BMA) y Coliformes totales (CT). Se utilizaron 80 muestras de LC de vacas Holstein, proveniente de un sistema familiar. Cada muestra de LC (100 ml) fue adicionada con ML o MD en concentraciones (C): 0.0, 0.5, 1.0 y 2.0%. La información recabada se analizó –previa transformación a Log¹⁰– mediante los Modelos de Efectos Fijos. Se encontró que, el MD-Ficus-indica a C=1 y 2% presentó menor UFC/ml de BMA (P < 0.05) que ML-Ficus-indica en las mismas C: 2.7 vs 3.0 UFC/ml, respectivamente. ML-Atropes y MD-Atropes con C=0.5% produjeron 2.8 y 3.2 UFC/ml, respectivamente, vs 3.7 UFC/ml del testigo. Las UFC/ml de CT a C=1.0% de MD-Atropes fue de 2.7 UFC/ml, diferente (P < 0.05) al resto de C analizadas en ambos TM, mismos que oscilaron entre 2.9 y 3.8 UFC/ml. En síntesis, la C=1% de MD-ficus-indica y MD-Atropes mejora la calidad de la LC en BMA y CT. No obstante, la reducción de UFC/ml de CT no fue suficiente para cumplir los estándares establecidos por la norma oficial Mexicana.

Palabras clave: Cuentas bacterianas, Norma Oficial Mexicana, deshidratación.

ABSTRACT

Was evaluated microbiologically raw milk (LC) added with liquid mucilage (ML) and dehydrated (MD) of ficus-indica and Atropes varieties, according to colony forming units (UFC)/ml of Mesophilic aerobic (BMA) and totals coliforms (CT). Were used 80 samples LC of Holstein cows, from a family system. Each sample of LC (100 ml) was added with ML or MD at concentrations (C): 0.0, 0.5, 1.0 and 2.0%. The information gathered was analyzed -transformation preLog₁₀- using the Fixed Effects Models. It was found that the MD-Ficus-indica at C = 1 and 2% had lower UFC/ml of BMA (P < 0.05) than ML-Ficus-indica in the same C: 2.7 vs 3.0 UFC/ml, respectively. ML-Atropes and MD-Atropes with C=0.5% were 2.8 and 3.2 UFC/ml, respectively, vs 3.7 UFC/ml of the control. The UFC/ml of CT to C=1.0% of MD-Atropes was 2.7 UFC/ml, different (P < 0.05) the rest of C analyzed in both TM, themselves that oscillated between 2.9 and 3.8 UFC/ml. In summary, the C=1% of MD-ficus-indica and MD-Atropes improves the quality of the LC in BMA and CT. However, the reduction in UFC/ml of CT was not enough to meet the standards established by the Mexican

Official Standard.

Keywords: Bacterial accounts, Mexican Official Standard, dehydration.

Área: Lácteos.

INTRODUCCIÓN

En México, la leche cruda que se comercializa ya sea líquida o procesada (quesos, cremas, yogurt, etc.), proviene de sistemas de producción a pequeñas escala, caracterizados por una amplia variación en producción, manejo del ordeño y prácticas sanitarias (Cervantes *et al.*, 2001). Magariños (2010) y Álvarez *et al.* (2012), reportaron que la calidad de la leche cruda (LC) puede deteriorarse por un manejo inadecuado durante el proceso de ordeño, transporte o una adulteración de la misma, originando incremento de la carga bacteriana, mismo que demerita la calidad de la leche (Garcés *et al.*, 2005).

Como dato, se ha reportado que en el Noreste del estado de Michoacán, México, la LC cuantifico, entre 6.7 y 7.9 (\log^{10}) unidades formadoras de colonias/ml (UFC/ml) de bacterias mesófilas aerobias (BMA) y de 2.3 a 3.5 (\log^{10}) UFC/ml de Coliformes totales (CT) (Carrión *et al.*, 2007). Valores superiores a los estándares establecidos por la norma oficial mexicana (NOM): 6 y 2 (\log^{10}) UFC/ml para BMA y CT, respectivamente (NMX-F-700-COFOCALEC, 2004). No obstante, se han reportado que el uso de nopal (*Opuntia ficus-indica*) como complemento de la dieta de vacas Holstein tiene efectos sobre la disminución de UFC/ml tanto de BMA como CT en LC y queso fresco artesanal, lo cual podría ser una alternativa para mejorar la calidad de la LC (Ortiz *et al.*, 2013).

Ortiz *et al.* (2011) al investigar el efecto de la adición directa de mucílago de nopal, epidermis de nopal y nopal molido a la leche cruda sobre la calidad microbiológica (UFC/mL de BMA y CT) de la misma, concluyeron que, la adición de mucílago de nopal, epidermis de nopal o nopal molido a la LC disminuye las UFC/ml de BMA y de CT. Por ello, es posible que el nopal sea una alternativa viable para mejorar la calidad microbiológica de la LC. Por ello, el objetivo fue evaluar microbiológicamente la leche cruda adicionada con mucílago líquido y deshidratado de dos variedades de nopal *ficus-indica* y *Atropes*, en función de las cuentas bacterias de Mesófilas aerobias y Coliformes totales.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el Centro Multidisciplinarios en Estudios de Biotecnología (CMEB)-UMSNH. Se utilizaron 6.5 L de LC obtenida durante 5 días (1.6 l/día) de vacas Holstein de un sistema familiar, de la localidad de Cuisillo Municipio de Tarimbaro, Michoacán (INEGI 2005). Las variedades de nopal (VN) utilizadas fueron *Opuntia ficus-indica* y *Atropes* (4.5 kg/VN). La extracción del mucílago deshidratado (MD) se realizó a través de la metodología de Arizmendi (2004) modificada por Rodríguez (2010). Para la extracción del mucílago líquido (ML), se realizó por proceso mecánico (Licuado y presión) previa desinfección (NaClO al 2%) y lavado del nopal

La adición del mucilago (MD y ML), se realizó en las siguientes concentraciones C: 0.0 (testigo), 0.5, 1.0 y 2.0% tres por cada C en base a 100 ml de LC (n=240). El mucilago estuvo en contacto directo con LC durante 2 h. El análisis microbiológico de la LC fue de acuerdo a las NOM: NOM-092- SSI-1994 para BMA, NOM-113-SSA1-1994 para CT. La información recabada se analizó mediante la metodología de Modelos de Efectos Fijos (SAS, 2000).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se encontró que, las interacciones C de mucilago*VN y C*VN*tipo de mucilago (TM) afectaron ($P < 0.001$) el promedio (\log_{10}) de UFC/ml para BMA y CT. El mucilago-*Ficus-indica* sobre las UFC/ml de BMA en LC a C de 1 y 2% produjeron menor ($P < 0.05$) número de UFC/ml de BMA: 2.9 y 2.8 UFC/ml, respectivamente ($P > 0.05$) diferentes ($P < 0.05$) a la C=0% de mucilago (Tabla 1). Para el caso del efecto del mucilago-*Atropes*, el número de UFC/ml para BMA fue menor ($P < 0.05$) con C=2%, diferentes ($P < 0.05$) al testigo (Tabla 1).

Tabla 1. Medias de mínimos cuadrados para UFC/ml Mesófilas aerobias y coliformes totales en leche de acuerdo a nivel de concentración y variedad de mucilago de nopal

Concentración (%)	Mesófilas aerobias				Coliformes totales			
	<i>Ficus-indica</i>	E.E	<i>Atropes</i>	E.E	<i>Ficus-indica</i>	E.E	<i>Atropes</i>	E.E
0	3.7 ^{c1}	0.1	3.7 ^{c1}	0.1	3.8 ^b	0.1	3.8 ^c	0.1
0.5	3.1 ^{a1}	0.1	3.0 ^{a1}	0.1	3.1 ^{a1}	0.1	3.1 ^{a1}	0.1
1	2.9 ^{b1}	0.1	3.1 ^{a2}	0.1	3.0 ^{a1}	0.1	2.8 ^{b2}	0.1
2	2.8 ^{b1}	0.1	2.8 ^{b1}	0.1	3.1 ^{a1}	0.1	3.0 ^{ab1}	0.1

a, b, c=diferencias estadísticas dentro de columna –bacteria/variedad de nopal- ($P < 0.05$)

1,2 = Diferencias estadísticas dentro de fila –bacteria/variedad de nopal- ($P < 0.05$)

La única diferencia entre UFC/ml para BMA de acuerdo a VN fue con C=1% (Tabla 1). Existen evidencias que el nopal posee propiedades naturales antibacterianas, relacionadas con el metabolismo ácido crasuláceo (CAM), el cual, inhibe o suspende el crecimiento bacteriano. Ortiz *et al.* (2013), encontraron que, el mucilago de nopal (*Ficus-indica*) disminuyó ($P < 0.05$) el promedios de UFC/ml de BMA (\log_{10}): 6.1 vs 7.3 UFC/ml, para el testigo. No obstante, en esta investigación solo se evaluó el efecto del mucilago-*Ficus-Indica* y mucilago-*Atropes*; tanto MD como ML (Tabla 1).

Con respecto a las UFC/ml de CT en LC se encontró, que tanto en *Ficus-indica* como de *Atropes*, las UFC/ml fueron menores ($P < 0.05$) en comparación al testigo (Tabla 1). Ortiz *et al.* (2011) encontraron menor número de UFC/ml de CT en LC ($P < 0.05$) provenientes de vacas alimentadas con nopal en comparación a las alimentadas convencionalmente. Al parecer, los pectin-oligosacáridos del nopal estimulan el desarrollo de bifidobacterias (probióticos) mismos que incrementan la resistencia contra patógenos (Paul, 2005).

Respecto a la interacción C*VN*VM se puede observar (Tabla 2) que, MD presentó menor ($P < 0.05$) conteo de UFC/ml de BMA, ello en comparación con el ML.

Tabla 2. Medias de mínimos cuadrados (Log_{10}) para UFC/ml Mesófilas aerobias en leche de acuerdo a la interacción Nopal*tipo de mucilago*dosis

Concentración (%)	Mucilago <i>Ficus-indica</i>				Mucilago <i>Atropes</i>			
	Deshidratado		Líquido		Deshidratado		Líquido	
	Prom.	E.E	Prom.	E.E	Prom.	E.E	Prom.	E.E
0	3.7 ^c	0.1	3.7 ^c	0.1	3.7 ^c	0.1	3.7 ^c	0.1
0.5	3.1 ^{a1}	0.1	3.1 ^{a1}	0.1	2.8 ^{a2}	0.1	3.2 ^{a3,1}	0.1
1	2.7 ^{b1}	0.1	3.0 ^{a2}	0.1	3.1 ^{b2}	0.1	3.1 ^{a2}	0.1
2	2.7 ^{b1}	0.1	3.0 ^{a2}	0.1	2.9 ^{ab2}	0.1	2.8 ^{b1,2}	0.1

a, b, c=diferencias estadísticas dentro de columna ($P < 0.05$)

1,2,3 = Diferencias estadísticas dentro de fila ($P < 0.05$)

Para el MD-*Ficus-indica* las UFC/ml de BMA -con C=1 y 2% (ambos igual a 2.7 UFC/ml) fueron menores ($P < 0.05$) al número de UFC/ml encontradas ML-*Ficus-indica*: 3.0 UFC/ml tanto en 1 como en 2%. Para el caso de MD-*Atropes* y ML-*Atropes*, las UFC/ml en C=0.5% fueron diferentes (Tabla 2). Al comparar estos resultados con la NOM (NMX-F-700-COFOCALEC-2004), se puede establecer que, estos valores se encuentran dentro de los parámetros de calidad microbiología (>6.1 UFC/mL). Este mismo efecto se encontró cuando se analizó el MD y ML de ambas variedades; siendo ML-*Atropes* a C = 1%, quien mejoró la calidad microbiológica de LC al disminuir el número de UFC/ml de CT a 2.7 UFC/ml vs 3.8 UFC/ml del testigo (Tabla 3).

Tabla 3. Medias de mínimos cuadrados para UFC/ml Coliformes totales en leche de acuerdo a la interacción Nopal*tipo de mucilago*dosis

Concentración (%)	Mucilago <i>Ficus-indica</i>				Mucilago <i>Atropes</i>			
	Deshidratado		Líquido		Deshidratado		Líquido	
	Prom.	E.E	Prom.	E.E	Prom.	E.E	Prom.	E.E
0	3.8 ^c	0.1	3.8 ^d	0.1	3.8 ^c	0.1	3.8 ^c	0.1
0.5	2.9 ^{a1}	0.1	3.2 ^{a2}	0.1	3.1 ^{a1,2}	0.1	3.1 ^{a1,2}	0.1
1	3.0 ^{b1}	0.1	3.1 ^{ab1}	0.1	2.9 ^{b2,1}	0.1	2.7 ^{b3}	0.1
2	3.0 ^{b1}	0.1	3.3 ^{ac2}	0.1	2.9 ^{b1}	0.1	3.0 ^{a1}	0.1

a, b, c=diferencias estadísticas dentro de columna ($P < 0.05$)

1,2,3 = Diferencias estadísticas dentro de fila ($P < 0.05$)

De acuerdo con la Tabla 3, el ML-*Atropes* al 1.0% fue donde se encontró el menor número de UFC/mL de CT en LC (2.7 UFC/ml). Resultado inferior al encontrado por Ortiz *et al.* (2013), -6.0 y 6.1 de UFC/ml- al adicionar mucilago *ficus-indica* en C=0.5, 1 y 2%, valores diferentes ($P < 0.05$) a los que presento el testigo (Tabla 3). Para la NOM, NMX-F-700-COFOCALEC-2004, la LC considerada como de calidad microbiológica, debe de presentar

un valor (\log_{10}) menor a 2.0 (\log_{10}) UFC/ml de CT, valor inferior a los encontrados en este trabajo. Sin embargo, se puede apreciar que el mucilago-*Atropes* promueve la reducción de las UFC/ml de CT.

CONCLUSIONES

La aplicación directa del mucilago deshidratado de las variedades de nopal de *ficus-indica* y *Atropes* en concentración de 1% sobre la leche cruda mejora la calidad de esta al disminuir las UFC/ml de Mesófilas Aerobias, cumpliendo así, con los estándares de calidad que piden las normas oficiales mexicanas. La adición del mucilago, en sus dos presentaciones y variedades a concentraciones de 0.5, 1 y 2%, sobre Coliformes totales en leche cruda redujo el conteo de cuentas bacterianas. Sin embargo, la disminución no fue suficiente para que la leche cruda post-adición de mucilago cumpliera con los estándares de calidad que piden las normas oficiales mexicanas.

BIBLIOGRAFÍA

Álvarez F. G., Herrera H. J.G, Alonso B G., Barreras S. A. (2012) Calidad de la leche cruda en unidades de producción familiar del sur de Ciudad de México. Arch Med Vet 44, 237-242.

Arizmendi, C.D. 2004. "Optimización de dos compuestos plastificantes (glicerol y polietilenglicol) en la elaboración de una película plástica comestible obtenida a partir del mucilago de nopal de la especie *opuntia tomentosa* salm-dyck". Universidad autónoma del estado de México. Mexico, D.F.(http://www.pncta.com.mx/pages/pncta_investigaciones_04h.asp?page=04e12).

Carrión G.M., Flores M.R., González V.J., 2007. Estudio Microbiológico de la leche cruda entera en explotaciones bovinas lecheras del Noroeste de Michoacán. 1er Congreso Regional de BUIATRIA. Memorias. Morelia Mich. 148-154.

Cervantes EF, CH Santoyo, MA Álvarez. 2001. Lechería Familiar: factores de éxito para el negocio. Plaza y Valdés Editores S.A. de C.V., México D.F., México, Pp 165-188.

Garcés R., Brito C., Cabello, M., Orellana A., Brandl. E. López J.L. 2005. Determinación de la calidad microbiológica de la leche cruda y del queso artesanal elaborado en una cooperativa de campesinas en una zona del centro-sur de Chile. Revista de Tecnología e Higiene de los Alimentos 366: 62-69.

Magariños H. 2000. Contaminación de la leche. En: Producción higiénica de la leche cruda. Una guía para la pequeña y mediana empresa. 1ª ed. Guatemala, Guatemala: Producción y Servicios Incorporados S.A. p 14-16

NMX-F-700-COFOCALEC-2004. Counting of somatic cells by flowcy to metry. [en línea]: www.cofocalec.org.mx/internaproductos.php

NOM-113-SSA 1994. Norma Oficial Mexicana NOM-113-SSA1-1994. Bienes y servicios. Método para la cuenta de microorganismos coliformes totales en placa. Secretaria de salud. México. [En línea] <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/113ssa14.html>

Norma Oficial Mexicana NOM-092-SSA1-1994 (1994) Bienes y Servicios, Método para la cuenta de bacterias aerobias en placa.

Ortiz R.R., García G.R.A., Valdez A.J.J., Lara B.N. Pérez S.R.E. 2011. Estudio exploratorio del efecto de la adición de nopal (*Opuntia ficus-indica*) a la leche cruda sobre las cuentas bacterianas: *mesófilas* aerobias y *Coliformes totales*. Reuniones Nacionales de Investigación e Inocuidad Pecuaria, Agrícola, Forestal y Acuícola Pesquera. Leon Guanajuato. Octubre 2011.

Ortiz-Rodríguez R., Valdez-Alarcón J. J., Garcidueñas-Piña R., Chávez-Moctezuma M. P., Val-Arreola D., Hernandez Valdes E. F. and Pérez-Sánchez R. E. 2013. Effect of added nopal cactus (*Opuntia ficus-indica*) on microbial content in raw milk. African Journal of Microbiology Research. Vol. 7(28), pp. 3675-3680, 12 July, 2013 DOI: 10.5897/AJMR2013.5389 ISSN 1996-0808 ©2013 Academic Journals.

Paul BJ (2005) Ejemplo de un medicamento probiótico: *Saccharomyces boulardii* liofilizada. REV. GASTROENTEROL. PERÚ. 25: 176- 188.

Rodríguez G.S. 2010. "Efecto de la incorporación de mucílago de nopal sobre las propiedades sensoriales y texturales de una pasta a base de huitlacoche *Ustilago maydis*" Tesis de Licenciatura. Facultad de Químico Farmacobiología-UMSNH. Morelia, Michoacán.

SAS/STAT (2000) Guide for personal computers. Version 9.1. Statistical Analysis System (SAS) Institute In Compani.Cary electronic version available on CD.