



# Estudios en Inocuidad y Microbiología Alimentaria

Laura Ofelia Orozco Hernández  
Luz Eduviges Garay Martínez  
Ma. Refugio Torres Vitela

*Estudios en Inocuidad y Microbiología Alimentaria*

**Laura Ofelia Orozco Hernández  
Luz Eduviges Garay Martínez  
Ma. Refugio Torres Vitela  
Coordinadoras**



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA  
CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS EXACTAS E INGENIERÍAS

Primera edición, septiembre 2016

Derechos Reservados © Universidad de Guadalajara, 2016  
Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías  
Blvd. Marcelino García Barragán 1421  
Col. Olímpica, C.P. 44430  
Guadalajara, Jalisco, México

**Coordinadoras:**

Laura Ofelia Orozco Hernández  
Luz Eduvigis Garay Martínez  
Ma. Refugio Torres Vitela

**ISBN:** 978-607-8490-07-3

**Diseño:**

Gerardo Daniel Cervantes Toscano  
Laura Ofelia Orozco Hernández

**Reproducción:**

Prometeo Editores S.A. de C.V.  
C. Libertad 1457 / Col. Americana / C.P. 44160  
Guadalajara, Jalisco México.  
Tels: 38262726, 38262782

### **Comité científico editorial**

Coordinación: Laura Ofelia Orozco Hernández  
CUCEI - Universidad de Guadalajara

Alejandro Castillo Ayala  
Universidad de Texas A&M

Angélica Villaruel López  
CUCEI - Universidad de Guadalajara

Elsa L. Ramírez Cerda  
Centro de Investigaciones y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de  
Jalisco - CIATEJ

Javier Castro Rosas  
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

Julia Aurora Pérez Montaña  
CUCEI - Universidad de Guadalajara

Luz Eduvigis Garay Martínez  
CUCEI - Universidad de Guadalajara

Ma. Refugio Torres Vitela  
CUCEI - Universidad de Guadalajara

María Esther Macías Rodríguez  
CUCEI - Universidad de Guadalajara

María de los Ángeles Olea Rodríguez  
CUCEI - Universidad de Guadalajara

María Patricia Chombo Morales  
Centro de Investigaciones y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de  
Jalisco – CIATEJ

## **Calidad de agua utilizada en establos de lechería familiar de la región Altos sur de Jalisco, México**

<sup>1</sup>De la Mora Ramírez, J. A., <sup>1</sup>Hernández Hernández F. J., <sup>1</sup>Méndez Robles M.D., <sup>1</sup>Anaya Esparza L. M., <sup>1</sup>Martínez Esquivias, F., <sup>1</sup>Ramírez Vega, H., <sup>1</sup>Olmos Colmenero, J. J. <sup>2</sup>Ruvalcaba Gómez J. M., <sup>2</sup>Estrada Cortés E.

<sup>1</sup>Departamento de Ciencias Biológicas, Centro Universitario de los Altos, Km. 7.5 Carretera Tepatitlán-Yahualica, Tepatitlán de Morelos, Jalisco. <sup>2</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Centro Altos de Jalisco. Km. 8 Carretera Tepatitlán-Lagos de Moreno, Tepatitlán de Morelos, Jalisco. [mdmendez@cualtos.udg.mx](mailto:mdmendez@cualtos.udg.mx)

**Palabras clave:** Agua, coliformes, lechería familiar

### **Introducción**

A pesar de los avances en mejorar en las condiciones de producción de leche bajo el esquema de lechería familiar, como son: aumentos en su tecnificación, desarrollo de normas que fomenten la calidad y estrategias para optimizar la producción (1); uno de los principales retos que aún enfrenta este sistema, es producir leche de mayor calidad higiénico-sanitaria (2). Las unidades de producción de los Altos de Jalisco, que operan bajo este esquema, no están exentos de esta problemática; ya que, a pesar de ser la región más representativa de este sistema y una de las que mayor volumen de leche aportan a la producción nacional, estas presentan una alta incidencia de incumplimiento en parámetros higiénico-sanitarios marcados por la normatividad vigente (3). Conteos elevados de bacterias, incluyendo organismos coliformes, y altos índices de células somáticas en leche, son dos de los problemas más fuertes que enfrentan estas explotaciones. Esta cuestión podría estar fuertemente relacionada con prácticas inadecuadas de higiene durante el ordeño y por el limitado grado de adopción de prácticas de ordeño adecuadas (2). Bajo este contexto, durante la producción de leche es imprescindible contar con fuentes de abastecimiento de agua confiables y que no representen una fuente de contaminación; o impidan la correcta limpieza y desinfección de superficies involucradas durante la producción de leche, ya que podría redundar en baja calidad higiénica de la misma. Por otra parte, se sabe que la fuente principal de suministro de agua en los municipios de los Altos de Jalisco es agua subterránea (4); y que alrededor del 80% de los establos lecheros en la región se abastece de agua proveniente de pozos profundos. Esa misma agua es la que los productores utilizan, no solo para suplementación del ganado, sino para las operaciones de limpieza de los animales, equipos, utensilios y superficies en contacto con la leche durante su obtención. Es por ello que resulta primordial conocer la calidad de dicha agua, de manera que se asegure no represente una fuente de contaminación microbiológica y que permita una adecuada limpieza y desinfección de las superficies. Por tanto, el objetivo del presente estudio fue evaluar la calidad del agua abastecida en explotaciones lecheras familiares de los Altos de Jalisco.

### **Metodología**

Se obtuvieron un total de 17 muestras de agua de establos lecheros que operan bajo el esquema de lechería familiar, mismas que se analizaron en los laboratorios de Microbiología de Alimentos y Físicoquímico de Alimentos del Centro Universitario de los Altos. Los criterios de inclusión de las explotaciones fueron la accesibilidad y que cumplieran con características propias de establos familiares (1). Las muestras fueron tomadas al azar, bajo condiciones de esterilidad y conservadas en refrigeración a 4°C hasta su análisis. Se realizaron conteos de organismos coliformes totales (OCT) y organismos coliformes fecales (OCF) de acuerdo a lo descrito en la NOM-112-SSA1-1994. Adicionalmente se cuantificó dureza (NMX-AA-072-SCFI-2001), alcalinidad (NMX-

AA-036-SCFI-2001), conductividad (NMX-AA-093-SCFI-2000) y pH. Los resultados fueron comparados con los límites permitidos en la NOM-127-SSA1 y NOM-230-SSA1-2002. Asimismo, durante la visita a los establos, se aplicó un instrumento tipo encuesta para obtener información acerca de la fuente de abastecimiento de agua y prácticas habituales de limpieza previa y durante el proceso de ordeña que involucran el uso de agua. Los datos fueron analizados en paquete estadístico SAS ver. 9.0.

### Resultados y discusión

En la Tabla 1 se enlistan los resultados microbiológicos y fisicoquímicos de las muestras de agua analizadas.

**Tabla 2.** Resultados de los Análisis de agua de establos lecheros familiares de los Altos Sur de Jalisco

| Rancho            | OCT<br>(NMP/<br>100 mL) | OCF<br>(NMP/<br>100 mL) | pH          | Dureza<br>(mg/L<br>CaCO <sub>3</sub> ) | Alcalinidad<br>(mg/L<br>CaCO <sub>3</sub> ) | Conductividad<br>(mS/cm) |
|-------------------|-------------------------|-------------------------|-------------|--|---|--------------------------|
| 1                 | 130                     | 22                      | 8.02        | 12                                     | 152.5                                       | 3.97                     |
| 2                 | 540                     | 350                     | 8.1         | 8                                      | 130   | 4.01                     |
| 3                 | 2                       | 2                       | 8.1         | 8                                      | 155   | 3.74                     |
| 4                 | 31                      | 13                      | 7.9         | 30                                     | 165   | 4.98                     |
| 5                 | 14                      | < 1.8                   | 8.08        | 18                                     | 140   | 2.84                     |
| 6                 | < 1.8                   | < 1.8                   | 8.06        | 20                                     | 117.5                                       | 3.06                     |
| 7                 | < 1.8                   | < 1.8                   | 7.55        | 28                                     | 112.5                                       | 2.27                     |
| 8                 | < 1.8                   | < 1.8                   | 7.66        | 18                                     | 120   | 2.17                     |
| 9                 | < 1.8                   | < 1.8                   | 7.70        | 12                                     | 110   | 2.82                     |
| 10                | < 1.8                   | < 1.8                   | 7.71        | 16                                     | 105   | 3.18                     |
| 11                | 4.5                     | < 1.8                   | 7.66        | 16                                     | 112.5                                       | 2.12                     |
| 12                | 170                     | 4                       | 7.68        | 18                                     | 165   | 3.48                     |
| 13                | 21                      | 1.8                     | 7.5         | 14                                     | 80  | 1.71                     |
| 14                | < 1.8                   | < 1.8                   | 7.45        | 16                                     | 100   | 2.08                     |
| 15                | > 1600                  | 220                     | 7.2         | 24                                     | 210   | 5.70                     |
| 16                | 130                     | 11                      | 6.80        | 16                                     | 145   | 2.91                     |
| 17                | 22                      | < 1.8                   | 6.90        | *SD                                    | 125   | *SD                      |
| <b>Promedio</b>   | <b>157.08</b>           | <b>37.22</b>            | <b>7.65</b> | <b>17.125</b>                          | <b>132.05</b>                               | <b>3.19</b>              |
| <b>Desv. Est.</b> | -                       | -                       | 0.397       | 6.195                                  | 31.178                                      | 1.095                    |
| <b>Permitido</b>  | < 1.8                   | < 1.8                   | 6.5-8.5     | 500                                    | 300   | 0.1-2                    |

\*SD = Sin dato; OCT= Organismos Coliformes Totales; OCF= Organismos Coliformes Fecales

Los promedios de los conteos microbiológicos se ubican fuera lo de los límites permisibles señalados por la normatividad vigente aplicable, tanto para OCT (157.08) como para OCF (37.22). Sin embargo se observa una elevada variabilidad en los resultados, lo que indica que hay establos que cumplen ampliamente con los requisitos normativos y algunos que se encuentran muy por encima de lo establecido. Elevados conteos de este tipo de microorganismos podrían estar fuertemente asociados a la proliferación de infecciones a nivel de la ubre, además de que por su origen fecal podrían representar una fuente de contaminación para la leche que se produce y potencialmente un riesgo para la salud pública (2). Referente al pH, la normatividad Mexicana vigente señala que este parámetro debe encontrarse en un límite de 6.5 a 8.5; en este sentido, todas las muestras cumplen con dichas especificaciones. Se puede observar que el pH en la mayoría de las muestras

se encuentra dentro de un intervalo ligeramente alcalino (7.2 – 8.1). En un estudio realizado por Hurtado-Jiménez y Gardea-Torresdey (7) en el que se cuantificó el pH de muestras de agua de 129 pozos en la región de los altos de Jalisco reportaron valores que van desde 6.3 a 7.4. De igual manera, en estudios previos de los mismos autores (2005) el promedio de pH en muestras de agua de pozo (24 en total) fue de 6.8; lo cual difiere con los resultados de este estudio. Lo anterior, puede deberse directamente a la presencia de sales, lo que contribuye a la condición alcalina de las muestras (6) o bien, a la infiltración de aguas geotérmicas profundas y su efecto con respecto del tiempo, tal como lo menciona Ortega-Guerrero (8) en su investigación realizada en la cuenca hidrológica Lerma-Chapala, México. En lo que respecta a los valores de dureza de agua, estos se encuentran dentro de normatividad, clasificándose como aguas suaves (NOM-127-SSA1-1994). Pérez-López *et al.* (6) en su estudio sobre la calidad de agua reportaron variabilidad en la concentración de  $\text{CaCO}_3$ , mencionando que un aumento en este parámetro con respecto al tiempo, puede ser considerado como un indicador de contaminación. La conductividad eléctrica (CE) de las muestras presentó un intervalo de 1.71 a 5.70 mS/cm. De acuerdo con Greenber *et al.* (5) la CE en agua debe estar en un límite de 0.1 a 2 mS/cm para considerarse aguas con salinidad ligera, por lo que, a excepción del pozo número 13; todos superan este rango. De acuerdo con Pérez-López *et al.* (6) estos valores sugieren que se trata de aguas salinas y no aptas para el consumo humano, además, de limitar el desempeño de los detergentes utilizados para limpieza de equipos. Por su parte, Hurtado-Jiménez y Gardea-Torresdey (7) reportaron una CE de 310  $\mu\text{S}$  en muestras de agua de pozo obtenidas en la ciudad de Tepatitlán, Jalisco. De acuerdo con estos autores, la CE es una medida indirecta de la concentración de sólidos disueltos en el agua y en sus resultados reportaron una correlación positiva entre la CE y la concentración de arsénico encontrada en el agua. Finalmente, con el objetivo de evaluar la relación entre variables fisicoquímicas y microbiológicas se llevó a cabo un análisis de correlación entre los resultados obtenidos (Tabla 2).

**Tabla 3.** Análisis de correlación entre variables fisicoquímicas y microbiológicas para muestras de agua

|               | pH   | Dureza                    | Conductividad            | Alcalinidad               | OCT                      | OCF                      |
|---------------|------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|
| pH            | 1.00 | -0.24529<br>( $p=0.360$ ) | 0.12952<br>( $p=0.633$ ) | -0.05587<br>( $p=0.837$ ) | -0.2976<br>( $p=0.263$ ) | 0.0594<br>( $p=0.827$ )  |
| Dureza        |      | 1.00000                   | 0.21406<br>( $p=0.426$ ) | 0.26278<br>( $p=0.326$ )  | 0.1519<br>( $p=0.574$ )  | -0.1798<br>( $p=0.505$ ) |
| Conductividad |      |                           | 1.00000                  | 0.86907<br>( $p<.0001$ )  | 0.6870<br>( $p=0.003$ )  | 0.5363<br>( $p=0.032$ )  |
| Alcalinidad   |      |                           |                          | 1.00000                   | 0.6748<br>( $p=0.004$ )  | 0.3588<br>( $p=0.172$ )  |
| OCT           |      |                           |                          |                           | 1.0000                   | 0.7328<br>( $p=0.001$ )  |
| OCF           |      |                           |                          |                           |                          | 1.0000                   |

OCT= Organismos Coliformes Totales; OCF= Organismos Coliformes Fecales

Los resultados muestran correlaciones positivas entre los conteos de OCT y los valores de conductividad y alcalinidad (0.687 y 0.6748 respectivamente); así como entre los valores de OCT y OCF (0.732). Esto puede indicar que la concentración de ciertas sales podría favorecer el desarrollo de este tipo de microorganismos. Cabe mencionar que los establos visitados tienen entre 20 y 178 vacas en producción, con producciones promedio diarias de leche de entre 500 y 3700 litros; lo que resulta en rendimientos de producción

muy variables, de entre 15 y 29 litros/vaca/día. La variación entre los rendimientos de producción podría estar asociada a diversos factores, principalmente aquellos relacionados con la alimentación e hidratación del ganado y la disponibilidad de nutrientes para la ingesta. No obstante, también podría estar relacionado con el estado de salud de la vaca a nivel de la ubre; ya que, de acuerdo a lo referido por los productores visitados durante el estudio, el 95 % reportó que uno de los principales problemas de salud con los animales es mastitis. Esto a su vez podría estar relacionado con que alrededor del 50% de los establos incluidos en el estudio realiza la limpieza de las ubres (previo al ordeño) solamente con agua, sin el uso de algún desinfectante y al ser el agua un vehículo de organismos coliformes, podría ser un vector potencial de infección de la ubre y posible causante de problemas de mastitis. Asimismo el 100% de los establos se abastece de agua de pozo y solamente el 23% de los productores realiza cloración del agua, sin dosis establecidas de cloro.

### Conclusiones

La presencia de organismos coliformes en el agua utilizada para las actividades de limpieza durante el ordeño en establos familiares de los Altos de Jalisco, la ubican fuera de las especificaciones normativas de calidad microbiológica, pudiendo representar una fuente de contaminación hacia los animales y la leche producida. Esto abre la posibilidad de que el agua pudiera ser uno de los precursores de enfermedades como mastitis y demeritar la calidad higiénico-sanitaria de la leche. En cuanto a las características fisicoquímicas las muestras analizadas se encuentran dentro de los parámetros establecidos por las normas aplicables, excepto para conductividad eléctrica. Resulta de importancia estudios más profundos sobre la calidad del agua utilizada en las explotaciones lecheras y la implementación de estrategias que favorezcan la mejora en su calidad, principalmente microbiológica.

### Bibliografía

1. Arias, L. E., Hernández, P., Estrada, E., Rodríguez, J. A., Martínez, R., Ruvalcaba, J. M., Peña, A. L., Tovar, M. R., Nuñez, G. 2010. Tipología de los sistemas de producción de Lechería Familiar en los Altos de Jalisco. XLVI Reunión Nacional de Investigación Pecuaria Campeche 2010. ISBN 978-607-425-385-6. Pp. 343
2. Ruvalcaba-Gómez, J. M., Estrada-Cortés, E., Peña-Cisneros, A. L., Méndez-Robles, M. D., Romero-Jiménez, J. H., & Ruiz-Alvarado, C. R. 2011. Caracterización de las prácticas de ordeño y calidad higiénico-sanitaria de leche en dos municipios de los Altos de Jalisco. Memorias XIII Congreso Internacional Inocuidad de Alimentos. ISBN 978-607-8019-52-6. pp. 117-120.
3. Fávero, S., Portilho, F. V. R., Oliveira, A. C. R., Langoni, H., & Pantoja, J. C. F. 2015. Factors associated with mastitis epidemiologic indexes, animal hygiene, and bulk milk bacterial concentrations in dairy herds housed on compost bedding. *Livestock Science*, 181, 220-230.
4. Hurtado-Jiménez, R., & Gardea-Torresdey, J. 2005. Estimación de la exposición a fluoruros en Los Altos de Jalisco, México. *Salud pública de México*, 47, 58-63.
5. Greenberg A. E., Clesceri L. S. y Eaton A. D. 1992. *Standard methods for the examination of water and waste water*, 18th Edition.
6. Pérez, M. E., Vicencio, M. G., Alarcón, M. T. & Vaca, M. 2002. Influencia del basurero municipal en la calidad del agua del acuífero de la ciudad de Durango, México. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 18, 111-116.
7. Hurtado-Jiménez, R. & Gardea-Torresdey, J. L. 2006. Arsenic in drinking water in the Los Altos de Jalisco region of Mexico. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 20, 236-247.
8. Ortega-Guerrero, M. A. 2009. Presencia, distribución, hidrogeoquímica y origen de arsénico, fluoruro y otros elementos traza disueltos en agua subterránea, a escala de cuenca hidrológica tributaria de Lerma-Chapala, México. *Revista mexicana de ciencias geológicas*, 26, 143-161.