

# INFLUENCIA DEL CAMPO MAGNÉTICO EN LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL QUESO FRESCO TELITA

Tania. M. Guzmán<sup>\*1</sup>, Jesús Abreu<sup>1</sup>, Matilde Anaya<sup>1</sup>, Francisco Duquesne<sup>1</sup>, Gilda Guerra<sup>2</sup> y Oderlaise Valdés<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Investigaciones para la Industria Alimentaria.

Carretera al Guatao, km 3 1/2, C.P. 19200, La Habana, Cuba

<sup>2</sup>Universidad de La Habana. Facultad de Biología, calle 25 e/ J y l, La Habana, Cuba.

E-mail: taniamaria@iia.edu.cu

## RESUMEN

Se estudió el efecto del campo magnético en la calidad microbiológica del queso fresco Telita mediante experimentos donde el queso se expuso a un campo magnético estático a tres niveles de intensidad (40, 60 y 80 Gauss) y tiempo (10, 30 y 60 min). Los principales indicadores de la calidad microbiológica se analizaron según las normas de especificaciones de calidad. Se demostró que el campo magnético estático tuvo una influencia significativa sobre los parámetros microbiológicos de forma tal que se mejoraron las condiciones higiénico sanitarias del producto.

**Palabras clave:** campo magnético, calidad microbiológica, queso Telita.

## ABSTRACT

**The magnetic field influence in the microbiological quality of Telita fresh cheese**

The effect of magnetic field in the microbiological quality of Telita fresh cheese was studied by exposition to a static magnetic field at three levels of intensity (under, half and high) and time (10, 30 y 60 min). The main microbiological quality indicators were analyzed according to standardized quality specifications. It was demonstrated that the static magnetic field had a significant influence in these parameters in such way that sanitary hygienic conditions of the product were improved.

**Key words:** magnetic field, microbiological quality, Telita cheese.

## INTRODUCCIÓN

El empleo de bacterias ácido lácticas como cultivo iniciador en el proceso de acidificación del suero para la fabricación del queso artesanal Telita no ha sido efectivo en la reducción de la microflora contaminante pues el tratamiento térmico necesario para su obtención, reduce notablemente su sobrevivencia y la excesiva manipulación de este producto, unido a su riqueza de nutrientes, lo hacen susceptible a la contaminación con bacterias patógenas, por lo que un efecto de estimulación del campo magnético podría aumentar la concentración necesaria de estas bacterias para disminuir o inhibir por antagonismo, el crecimiento de los microorganismos patógenos presentes.

El presente trabajo se propuso valorar el efecto del campo magnético estático, en los indicadores microbiológicos de calidad del queso fresco Telita, para lograr con un adecuado balance de la flora láctica iniciadora un producto inocuo y atractivo por sus atributos nutricionales y sensoriales.

---

<sup>\*</sup>Tania María Guzmán: Licenciada en Microbiología (ISCA 1991). MSc. Investigador Agregado (2009). Principales líneas de trabajo la tecnología emergente en la conservación de alimentos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se elaboraron siete lotes de queso fresco Telita con leche de vaca recién producida. Las producciones se efectuaron según los requerimientos de las normas establecidas (6,7).

Las muestras fueron expuestas a un campo magnético en un rango variable de intensidad de campo magnético y tiempo, para los cuales se establecieron tres niveles de intensidad (40, 60 y 80 Gauss) y de tiempo (10, 30 y 60 min) con frecuencia 100 kHz según el diseño experimental establecido. Los tratamientos se llevaron a cabo a 25 °C. Posteriormente se determinaron los parámetros de calidad establecidos para el queso Telita en la norma cubana (6).

En este experimento se realizó un diseño multifactorial de dos factores y tres niveles según el programa Design Expert versión 7.0. Se realizó un análisis de varianza de clasificación doble para conocer el nivel de significación de las diferentes variables de respuesta del conteo microbiano con relación a los factores analizados. La Tabla 1 presenta que las muestras tratadas con campo magnético y los controles fueron analizadas según los métodos de ensayo descritos en las normas cubanas para los indicadores. Para el aislamiento de las bacterias lácticas se sembraron diluciones sucesivas de las muestras, en los medios agar MRS para lactobacilos y agar Elliker para lactococos, estas placas fueron incubadas por 48 h en condiciones de microaerofilia. Para el conteo celular se seleccionaron las placas donde crecieron aproximadamente 100 colonias aisladas.

Tabla 1. Especificaciones de calidad microbiológica del producto

Variables microbiológicas	Indicador (UFC)	Método
Coliformes fecales	<10	NC/ISO 4879 2001.(8)
<i>Staphylococcus aureus</i>	<10 <sup>2</sup>	NC/ISO 6843 2001.(9)
<i>Salmonella spp</i>	ausencia	NC/ISO 4805 2001.(10)
<i>Echerichia .coli</i>	ausencia	NC/ISO.6923 2003. (11)
<i>Lactobacilos</i>	10 <sup>2</sup> < m<10 <sup>3</sup>	Crecimiento en medio MRS (12)
<i>Lactococcus</i>	10 <sup>3</sup> < m<10 <sup>4</sup>	Crecimiento en medio Elliker (13)

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El comportamiento de las bacterias ácido lácticas ante el campo magnético, describió una función cuadrática que varía significativamente ( $p \leq 0,05$ ) en relación a la intensidad y no del tiempo. La prueba de falta de ajuste resultó no significativa y el análisis de los residuos siguió una distribución normal y no mostró observaciones atípicas. La Fig. 1 muestra que en los resultados se puede observar que a medida que se incrementó la intensidad del campo magnético, hubo un incremento de las bacterias ácido lácticas pudiendo inferirse su comportamiento en cualquier intensidad de campo magnético a partir de la función descrita en los límites establecidos por el modelo. El valor máximo de sobrevivencia de bacterias ácido lácticas que se alcanzó fue de 10<sup>5</sup> ufc/g en la mayor intensidad, cifra que se corresponde con la encontrada en la mayoría de los quesos frescos donde los recuentos de microorganismos totales están comprendidos entre 10<sup>7</sup> y 10<sup>9</sup> ufc/g, don-

de el mayor porcentaje de estos recuentos corresponde a bacterias lácticas (12,13).

La respuesta obtenida por el modelo permite inferir que los aumentos de intensidad tienden a aumentar el valor de la concentración celular de las bacterias ácido lácticas, consecuente con lo observado en la literatura (5,14,15), donde se ha encontrado que campos magnéticos con frecuencias de 120, 80 y 60 Gauss tuvieron efectos estimulatorios sobre el crecimiento de *S. cerevisiae* y *Serratia marcescens*. Otros estudios han mostrado que al aumentar la frecuencia del campo magnético aplicado desde 0 hasta 0,3 Hz se pueden obtener niveles significativos de estimulación del cultivo (16,17). Este resultado podría representar un avance en el estudio de la predicción del desarrollo de cultivos microbianos sólidos con campos magnéticos, ya que en la gran mayoría de los estudios informados

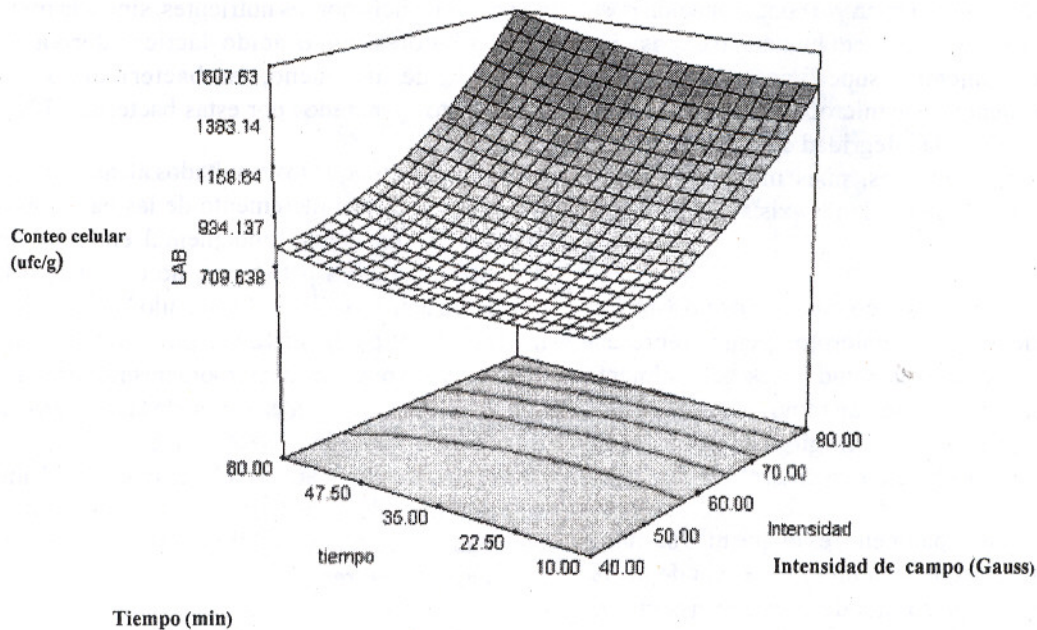


Fig. 1. Modelo predictivo del comportamiento de las bacterias ácido lácticas en los diferentes niveles de campo magnético.

(4,5,17-19) utilizan cultivos líquidos con campos de intensidad media y alta que por lo general no se aplican a modelos predictivos.

Teniendo en cuenta que el tratamiento térmico aplicado durante la elaboración del queso Telita destruyó un gran porcentaje de la población de bacterias ácido lácticas (se redujo hasta cuatro unidades logarítmicas) la población que sobrevive deberá no solo resistir el estrés subletal sino adaptar su maquinaria bioquímica durante la fase lag para iniciar su ciclo reproductivo y en tal sentido el campo magnético pudo haber favorecido mecanismos moleculares de mantenimiento y reparación celular dando como resultado el incremento de las bacterias ácido lácticas.

Numerosas investigaciones han visto que los campos electromagnéticos afectan la dirección de la migración de las biomoléculas (18, 20, 21), alteran el crecimiento y la reproducción de los microorganismos (3,5,18,22) causan cambios en la síntesis de ADN (23), en la orientación de biomoléculas y biomembranas (24) y alteran el flujo de iones a través de la membrana plasmática (24,25), generando como resultado neto una modificación en la velocidad de reproducción ce-

lular (4,26). De lo anterior, podría inferirse que el campo magnético pudo haber favorecido estos mecanismos en el sistema estudiado, dando como resultado un incremento de las bacterias ácido lácticas.

El efecto del tiempo y su poca influencia en el modelo, pudieran explicarse porque la activación de las partículas coloidales por campos magnéticos es un fenómeno que permanece en el tiempo, incluso varias horas después de terminada la exposición (19,27) y este hecho, pudiera propiciar la utilización de tiempos cortos de exposición. Este fenómeno sugiere que pudieran emplearse en sistemas de cultivo de mayor tamaño, sin que el costo de los dispositivos necesarios se incremente considerablemente por largos tiempos de exposición.

La Fig. 2 muestra que en los resultados no se detectó presencia de *S. aureus*, durante las siete corridas experimentales en los quesos tratados con campos magnéticos, mientras que en los controles, se verificó presencia de microorganismos patógenos fecales a niveles superiores a los regulados por la norma, manifestándose *S. aureus* en cuatro corridas, *E. coli* en tres corridas y coliformes fecales, en cuatro corridas experimentales. En ninguna corrida se verificó la presencia de *Salmonella spp.*



La presencia de *S. aureus* en los alimentos indica contaminación de la materia prima y/o contaminación post-proceso provocada por contacto humano o exposición inadecuada del alimento a superficies no sanitizadas (28). En consecuencia este microorganismo es utilizado como indicador de la integridad del proceso de manufactura de los productos, pues mide el nivel de reintroducción de patógenos donde exista manipulación humana.

Los alimentos que han sido contaminados post-proceso con cepas de *S. aureus* enterotoxigénica representan un gran riesgo para la salud, pues generalmente durante el procesamiento se han removido organismos competitivos que pueden restringir el crecimiento de esta bacteria y su producción de enterotoxinas (29).

Este microorganismo patógeno, es el que más se manifiesta en quesos frescos, con una incidencia de 40 %. No obstante, en los quesos donde se emplean bacterias ácido lácticas como cultivo iniciador raramente se encuentran contaminadas con estafilococos, debido a que estos, no son buenos competidores, a menos que se encuentren en un número muy superior (30,31).

En las producciones efectuadas, el control de la materia prima y los indicadores ambientales de contaminación se realizaron según las normas establecidas en el proceso, con la verificación su cumplimiento. Este hecho permitió controlar en gran medida la carga microbiana del producto final, no obstante, hubo manifestación de *E. coli* en niveles por encima de la norma en las muestras controles, lo cual indica contaminación fecal en el alimento (31) por mala manipulación del producto durante el proceso de manufactura, y especialmente señala el riesgo de reintroducción de patógenos provenientes de fuentes ambientales después de los tratamientos térmicos.

La sobrevivencia del cultivo ácido láctico en los niveles adecuados, aunque no minimiza el riesgo de contaminación por *S. aureus* y *E. coli* (pues su ingreso en el producto está íntimamente relacionado al personal manipulador en quesos artesanales), si pudo evitar su proliferación posterior por la acción de factores antagonistas. En sentido general, puede evidenciarse que el incremento de las bacterias ácido lácticas en el queso Telita por la influencia del campo magnético determinó la inhibición del crecimiento de microorganismos

patógenos en el producto y esta acción se debe no solo a la competencia por los nutrientes, sino a la presencia de inhibidores como ácido láctico, derivados del peróxido de hidrógeno, las bacteriocinas y otros metabolitos generados por estas bacterias (32).

Sin embargo, aunque los resultados alcanzados permiten concluir que el incremento de las bacterias ácido lácticas fue un factor fundamental en la inhibición de microorganismos patógenos, no es el único factor que actúa como "valla" u "obstáculo" del crecimiento microbiano de patógenos en el queso tratado con campo magnético pues estos microorganismos no solo pierden viabilidad debido a la acción de las bacterias ácido lácticas, sino también al efecto combinado del pH, concentración de sal y actividad de agua, en el interior del queso (31). Por lo cual, los resultados obtenidos también pudieron estar influidos por el efecto sinérgico de todos estos factores.

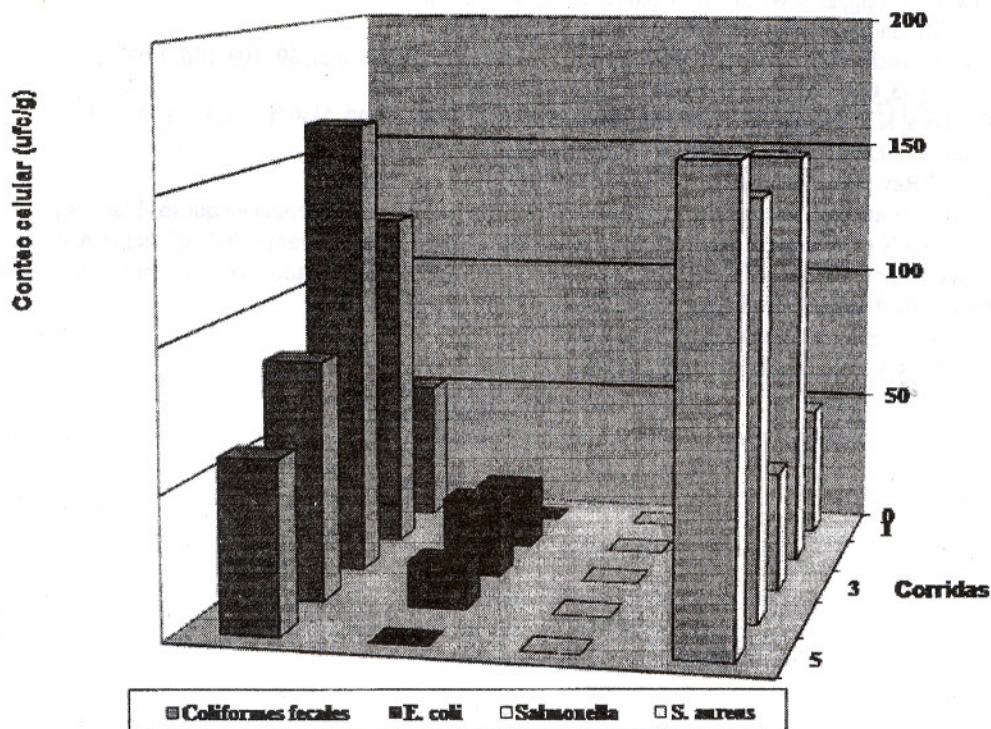
La posibilidad de obtener efectos con densidades de campo extremadamente bajas y tiempos de exposición muy cortos pone de manifiesto la potencialidad que tiene este tipo de tecnologías, de ser escaladas a niveles de producción industrial, dado que los dispositivos que se requerirían no tendrían grandes consumos de energía, ni tamaños exageradamente grandes. La investigación permitió fijar rangos en las variables independientes a utilizar en próximos ensayos y obtener modelos para predecir el comportamiento de las variables respuestas.

## CONCLUSIONES

Se comprobó que el campo magnético estático influye significativamente en los parámetros microbiológicos de queso Telita. El campo magnético afectó el crecimiento de los cultivos ácido láctico incrementando la concentración celular en la medida que aumentó la intensidad.

La mejor combinación de las variables para estimular el crecimiento de las bacterias ácido lácticas fue 800 Gauss, 60 s y 100 kHz.

Las variables independientes generaron interacciones importantes entre ellas, que repercutieron significativamente en la inhibición de microorganismos patógenos.



**Fig. 2. Comportamiento de los indicadores microbiológicos en las muestras sin tratamiento de campo magnético.**

## REFERENCIAS

1. Barbosa-Cánovas, G. *La Alimentación Latinoamericana* (234): 50-52, 2002.
2. Barbosa-Canovas, G.; Góngora, M. y Swanson, B. *Food Sci. Int.* 4 (5):363-370, 1998.
3. Gerencser, V.; Barnothy, M. y Barnothy, J. *Nature* 196: 539-54, 1992
4. Zapata, J.; Moreno, G. y Márquez, E. *Interciencia* 27 (10): 544-550, 2002.
5. Kimball, G. J. *Bacteriol.* 35:109-122,1938.
6. Norma ramal de tratamiento de la leche NR LT-569.
7. Norma ramal elaboración del telita NR LQ-154.
8. NC/ISO 4879, 2001 *Determinación coliformes fecales*. Cuba.
9. NC/ISO 6843, 2001 *Determinación de Staphylococcus aureus*. Cuba.
10. NC/ISO 4805, 2001 *Determinación de Salmonella spp.* Cuba.
11. NC/ISO 6923, 2003 *Determinación de E. coli*. Cuba.
12. Ortiz, M. y Ordoñez, J. *Anales de Bromatología*. 31:11-18,1979.
13. Vinderola, C.; Prosello, W. y Ghiberto, D. *Dairy Sci* 83: 1905-1911,2000.
14. Van Nostran, F.; Reynolds, R. y Hedrick, H. *Appl. Microbiol.* 15: 561-563, 1967.
15. Galar, I. y Martínez, S. *Revista Latinoamericana Microbiología* 27: 283-291,1985.
16. Tsuchiya, K.; Nakamura, K. y Okuno, K. *Fermento Bioeng.* 81 (4):343-346,1996.
17. Frankel, R. y Liburdy, R. Efectos biológicos de campos magnéticos estáticos. En: *El manual de efectos biológicos de campos electromagnéticos*. C. Polk., y Postor (Eds), 2do Ed. FL: Boca Ratón; 1995.
18. Phillip, E.; Kovacs, P. y Valentine, R. *Critical Rev. Env. Sci. Technol.* 27: 319-382, 1997.
19. Phillip, E.; Kovacs P.; Valentine, R. y Álvarez, P. J. *Critical Rev. Env. Sci. Technol*; 27: 319-382, 1997.
20. Higashitani, K.; Okuhara, K. y Hatade, S. *J. Coll. Interface Sci.*, 152: 125-131, 1992.

23. Liboff, A.; Williams, T.; Strong, D. y Wistair, R. *Science* 223: 818-820, 1984.
24. Dihel, L.; Smith, J. y Middaugh, R. *Bioelectromagnetics* 6: 61-71, 1985.
25. Aoki, H.; Yamazaki, H.; Yoshino, T. y Akagi, T. *Res. Comm. Chem. Pathol. Pharmacol.* 69: 103-106, 1990.
26. Pothakamury, U.; Barbosa, G. y Swanson, B. *Food Technol.* 47: 85-93, 1993.
27. Higashitani, K.; Okuhara, K. y Hatade, S. *J. Coll. Interface Sci.* 152: 125-131, 1992.
28. Reibnitz, M.; Tavares, L. y García, J. *Rev Argentina Microbiol* 30: 8-12, 1998.
29. Bécquer, A. y Leyva, V. *Rev. Cub. Aliment. Nutr.* 11(2):89-93, 1997.
30. Arispe, I. *Staphylococcus aureus* y organismos indicadores, su recuperación e incidencia en quesos blancos pasteurizados blandos y duros. XXX Convención Anual de Asociación Venezolana para el Avance de la Ciencia (ASOVAC), en Osechas, O. D. Blanco elaborado en el Estado Trujillo. Trabajo de Ascenso presentado a la Universidad de Los Andes-Núcleo Universitario Rafael Rangel, Trujillo, 1983, pp.100.
31. Farías, M.; Holgado, A. y Sesma, F. J. *Food Prot.* 57: 1013-1015, 1994.
32. Gobbetti, M.; Lanciotti, R. y Angelis, M. *Enzyme Microbiol. Technol.* 25 (10): 795-809, 1991.